Inhaltsverzeichnis zum Antrag

Abschnitt			Seite
		Inhaltsverzeichnis	1/6
1		**Antrag**	
	1.1	Antrag f¿r eine Genehmigung oder eine Anzeige nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)	1/23
		Anhang: 1.1.1 Einordnung 4-BImSchV.doc	8/23
	1.2	Kurzbeschreibung	9/23
		Anhang: 1.2.2 Genehmigungsbestand der Biogasanlage.doc	19/23
	1.3	Sonstiges	20/23
		Anhang: 1.3.1 Vollmacht.doc	21/23
		1.3.2 Handelsregisterauszug.pdf	22/23
2		**Lagepl[a] ne**	
	2.1	Topographische Karte 1:25 000	1/63
		Anhang: 2.1 Topographische Karte.pdf	2/63
	2.2	Amtliche Karte 1:5000	3/63
		Anhang: 2.2 Amtliche Karte 5000.pdf	4/63
	2.3	Liegenschaftskarte	5/63
		Anhang: 2.3 Einfacher Lageplan.pdf	6/63
	2.3.1	Flurst¿cknachweis	8/63
	2.4	Werkslage- und Geb[a] udeplan	9/63
		Anhang: 2.4. Lageplan.pdf	10/63
	2.5	Auszug aus g¿ltigem Fl[a] chennutzungs- oder Bebauungsplan oder Satzungen nach ÄÄ 34, 35 BauGB	11/63
		Anhang: 2.5.1a Fl[a] chennutzungsplan '80 (Neubekanntmachung) - Gesamt¿bersicht.pdf	13/63
		2.5.1b Fl[a] chennutzungsplan 50. nderung.pdf	14/63
		2.5.1c Fl[a] chennutzungsplan 90. nderung - Planzeichnung (Entwurf f¿r Feststellungsbeschluss).pdf	15/63
		2.5.1d Fl[a] chennutzungsplan 90. nderung - Begr¿ndung (Entwurf f¿r Feststellungsbeschluss).pdf	16/63
		2.5.2a Bebauungsplan - Planzeichnung (Entwurf f¿r Satzungsbeschluss).pdf	33/63
		2.5.2b Bebauungsplan - Begr¿ndung (Entwurf f¿r Satzungsbeschluss).pdf	34/63
		2.5.2c Bebauungsplan - Vorhaben- und Erschlie Çungsplan (Entwurf f¿r Satzungsbeschluss).pdf	63/63
3		**Anlage und Betrieb**	
	3.1	Beschreibung der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen und Nebeneinrichtungen sowie der vorgesehenen Verfahren	1/261
		Anhang: 3.1.1 Angaben zu Inputstoffen und Outputstoffen.doc	2/261
		3.1.2 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung.pdf	5/261
		3.1.3 G[a] rrestlagerkapazit[a] t.pdf	23/261
		3.1.4a Gaslager nach 4. BImSchV - Bestand.pdf	25/261
		3.1.4b Gaslager nach 4. BImSchV - Erweiterung.pdf	26/261
	3.2	Angaben zu verwendeten und anfallenden Energien	27/261

Abschnitt		Seite
3.3	Gliederung der Anlage in Anlagenteile und Betriebseinheiten - ¦ bersicht	28/261
3.4	Betriebsgeb[a] ude, Maschinen, Apparate und Beh[a] lter	30/261
3.5	Angaben zu gehandhabten, eingesetzten und entstehenden Stoffen inklusive Abwasser und Abfall und deren Stoffstr[o] men	32/261
3.5.1	Sicherheitsdatenbl[a] tter der gehandhabten Stoffe	35/261
	Anhang: 3.5.1.1 Sicherheitsdatenblatt Biogas.pdf	36/261
	3.5.1.2 Sicherheitsdatenblatt Glykosol.pdf	40/261
	3.5.1.3 Sicherheitsdatenbatt Aktivkohle.pdf	49/261
	3.5.1.4 Sicherheitsdatenblatt Methan.pdf	63/261
	3.5.1.5 Sicherheitsdatenblatt Motoren[o] l.pdf	80/261
	3.5.1.6 Sicherheitsdatenblatt Glysantin.PDF	93/261
3.6	Maschinenaufstellungspl[a] ne	109/261
	Anhang: 3.6.1 Aufstellung Gasaufbereitungsanlage.pdf	110/261
3.8	FlieÇbilder	111/261
3.8.1	GrundflieÇbild mit Zusatzinformationen nach DIN EN ISO 10628	112/261
	Anhang: 3.8.1 GrundflieÇbild.pdf	113/261
3.8.2	VerfahrensflieÇbild nach DIN EN ISO 10628	114/261
	Anhang: 3.8.2.1 FlieÇbild Rohgasvorbehandlung.pdf	115/261
	3.8.2.2 FlieÇbild Gasaufbereitungsanlage.pdf	116/261
3.8.3	Rohrleitungs- und InstrumentenflieÇbilder (R+I)	117/261
	Anhang: 3.8.3.1a R+I - Gasaufbereitungsanlage.pdf	118/261
	3.8.3.1b Legende R+I - Gasaufbereitungsanlage.pdf	119/261
	3.8.3.2 R+I - RTO-Anlage.pdf	120/261
3.9	Sonstiges	121/261
	Anhang: 3.9.1 Feststoffdosierer BIG-Mix V - Produktdatenblatt Konrad Pumpe - 167 m3.pdf	122/261
	3.9.2 Fl¿ssigf¿tterungssystem PreMix - Produktdatenblatt Vogelsang (Auszug).pdf	133/261
	3.9.3 Separator PSG 5.5-750 - Produktdatenblatt Stallkamp (Auszug).pdf	141/261
	3.9.4.1 Produktdatenblatt, dbds GmbH.pdf	151/261
	3.9.4.2a Technisches Datenblatt AuÇenmembran, Verseidag.pdf	159/261
	3.9.4.2b Technisches Datenblatt Innenmembran, Verseidag.pdf	160/261
	3.9.4.3a Bauaufsichtliches Pr¿fzeugnis AuÇenmembran.pdf	161/261
	3.9.4.3b Bauaufsichtliches Pr¿fzeugnis Innenmembran.pdf	165/261
	3.9.4.4 Technisches Datenblatt Radialgebl[a] se, Funken GmbH.pdf	169/261
	3.9.4.5 Produktdatenblatt Tragluft¿berwachung, Ex-Tox GmbH.pdf	171/261
	3.9.4.6 Betriebsanleitung Druck¿berwachung, Endress + Hauser AG.pdf	174/261
	3.9.4.7a Produktdatenblatt Seilzugsensor, WayCon GmbH.pdf	222/261
	3.9.4.7b Technisches Datenblatt Seilzugsensor, WayCon GmbH.pdf	228/261
	3.9.5 Hochfermenter - Produktdatenblatt.pdf	242/261
	3.9.6 Aktivkohlefilter Rohgasvorbehandlung - Produktdatenblatt (Auszug).pdf	246/261
	3.9.7.1 Gask¿hlung Rohgasvorbehandlung - Produktdatenblatt.pdf	252/261
	3.9.7.2 Gask¿hlung Rohgasvorbehandlung GK 500 - Datenblatt (Auszug).pdf	253/261
	3.9.8.1 RTO-Anlage - Produktdatenblatt.pdf	256/261

Abschnitt			Seite
		3.9.8.2 RTO-Anlage - Technische Daten.pdf	258/261
4		**Emissionen und Immissionen im Einwirkungsbereich der Anlage**	
	4.1	Art und AusmaÇ aller luftverunreinigenden Emissionen einschlieÇlich Ger¿chen, die voraussichtlich von der Anlage ausgehen werden	1/236
		Anhang: 4.1.1 Immissionsschutz-Gutachten.pdf	2/236
		4.1.1b Imissionsschutzgutachten - Schornsteinhº henberechnung RTO.pdf	91/236
		4.1.1c Stellungnahme - BHKW-Betriebszeiten.pdf	154/236
	4.2	Betriebszustand und Emissionen von staub-, gas- und aerosolfº rmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Ger¿chen	161/236
	4.3	Quellenverzeichnis Emissionen von staub-, gas- und aerosolfº rmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Ger¿chen	165/236
	4.4	Quellenplan Emissionen von staub-, gas- und aerosolfº rmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Ger¿chen	167/236
	4.5	Betriebszustand und Schallemissionen	168/236
	4.6	Quellenplan Schallemissionen / Ersch¿tterungen	172/236
		Anhang: 4.6.1. Immissionsschutz-Gutachten.pdf	173/236
	4.7	Sonstige Emissionen	235/236
	4.8	Vorgesehene MaÇnahmen zur ¦ berwachung aller Emissionen	236/236
5		**Messung von Emissionen und Immissionen sowie Emissionsminderung**	
	5.1	Vorgesehene MaÇnahmen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schª dliche Umwelteinwirkungen, insbesondere zur Verminderung der Emissionen sowie zur Messung von Emissionen und Immissionen	1/8
		Anhang: 5.1.1 Verweilzeit im gasdichten System.pdf	4/8
	5.2	FlieÇbilder ¿ber Erfassung, F¿hrung und Behandlung der Abgasstrº me	6/8
	5.3	Zeichnungen Abluft-/Abgasreinigungssystem	7/8
	5.4	Abluft-/Abgasreinigung	8/8
6		**Anlagensicherheit**	
	6.1	Anwendbarkeit der Stº rfall-Verordnung (12. BImSchV)	1/165
		Anhang: 6.1.1 Pr¿fung der Anwendbarkeit der StºrfallV auf Biogasanlagen.pdf	2/165
		6.1.2 Erlª uterung zum Formular 6.1.1.doc	8/165
	6.2	Technische und organisatorische SchutzmaÇnahmen zur Verhinderung und Begrenzung von Stº rfª llen	9/165
	6.2.1	Konzept zur Verhinderung von Stº rfª llen	10/165
		Anhang: 6.2.1 Stº rfallkonzept - Bestandsanlage.pdf	11/165
	6.2.2	Ausbreitungsbetrachtungen	106/165
		Anhang: 6.2.2 Auswirkungsanalyse - Anlagenerweiterung.pdf	107/165
	6.2.3	Information der ¥ ffentlichkeit	158/165
	6.2.4	Interner betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan	159/165
	6.4	Vorgesehene MaÇnahmen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belª stigungen	160/165
		Anhang: 6.4.1 Erf¿llung der Anforderungen der TRAS 120.doc	161/165
7		**Arbeitsschutz**	
	7.1	Vorgesehene MaÇnahmen zum Arbeitsschutz	1/13
	7.2	Verwendung und Lagerung von Gefahrstoffen	6/13
	7.3	Explosionsschutz, Zonenplan	8/13

Abschnitt			Seite
		Anhang: 7.3.1 Ex-Schutz-Zonenplan.pdf	13/13
8		**Betriebseinstellung**	
	8.1	Vorgesehene MaÇnahmen f¿r den Fall der Betriebseinstellung (Ä 5 Abs. 3 BImSchG)	1/1
9		**Abfª lle**	
	9.1	Vorgesehene MaÇnahmen zur Verwertung oder Beseitigung von Abfª llen	1/2
	9.6	Sonstiges	2/2
10		**Abwasser**	
	10.1	Allgemeine Angaben zur Abwasserwirtschaft	1/6
	10.2	Entwª sserungsplan	2/6
		Anhang: 10.2.1 Entwª sserungsplan.pdf	5/6
	10.12	Niederschlagsentwª sserung	6/6
11		**Umgang mit wassergefª hrdenden Stoffen**	
	11.1	Beschreibung wassergefª hrdender Stoffe/Gemische, mit denen umgegangen wird	1/123
	11.2	Anlagen zum Lagern fl¿ssiger wassergefª hrdender Stoffe/Gemische	3/123
	11.3	Anlagen zum Lagern fester wassergefª hrdender Stoffe/Gemische	6/123
	11.4	Anlagen zum Abf¿llen/Umschlagen wassergefª hrdender Stoffe/Gemische	7/123
	11.5	Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefª hrender Stoffe (HBV-Anlagen)	9/123
	11.6	Rohrleitungsanlagen zum Transport wassergefª hrdender Stoffe/Gemische	11/123
	11.8	Sonstiges	13/123
		Anhang: 11.8.1.1a Leckerkennungssystem L¿cke 150+ - Verlª ngerung Zulassung (Hochfermenter).pdf	17/123
		11.8.1.1b Leckerkennungssystem L¿cke 150+ - Zulassung (Hochfermenter).pdf	18/123
		11.8.1.2 Leckerkennungssystem Leak Detection 1.0 - Zulassung (Gª rrestspeicher).pdf	49/123
		11.8.1.3 Fugenabdichtungssystem Sikaflex-403 Tank & Silo - Zulassung (Hochfermenter).pdf	74/123
		11.8.1.4 Fugenblechsystem CEMflex - Zulassung (Gª rrestspeicher).pdf	93/123
		11.8.1.5 Betonschutzfolie WireTarp WT - Auszug Produktdatenblatt (Gª rrestspeicher).pdf	112/123
		11.8.1.6 Messsonde VEGACAP - Zulassung.pdf	114/123
		11.8.2.1 Havarieraumplanung.doc	122/123
		11.8.2.2 Lageplan zur Havarieraumplanung.pdf	123/123
12		**Bauvorlagen und Unterlagen zum Brandschutz**	
	12.1	Antragsformular f¿r den baulichen Teil	1/1038
	12.2	Lageplª ne	5/1038
		Anhang: 12.2 Lageplan mit Abstandsflª chen.pdf	6/1038
	12.3	Bauzeichnungen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte)	7/1038
		Anhang: 12.3.1 Zeichnung Warmwasserspeicher.pdf	8/1038
		12.3.2 Zeichnung Einhausung Feststoffdosierer.pdf	9/1038
		12.3.3a Zeichnung Hochfermenter.pdf	10/1038
		12.3.3b Systemzeichnung Hochfermenter.pdf	11/1038
		12.3.4 Zeichnung Gª rrestspeicher.pdf	12/1038
		12.3.4a Zeichnung Abf¿llplatte.pdf	13/1038

Abschnitt			Seite
		12.3.5 Zeichnung Technik- und Pumpengebª ude.pdf	14/1038
		12.3.6 Zeichnung Auffangbunker.pdf	15/1038
		12.3.7 Zeichnung Lagerhalle.pdf	16/1038
		12.3.8 Zeichnung Technikhalle.pdf	17/1038
		12.3.9 Zeichnung Gasaufbereitungsanlage.pdf	18/1038
		12.3.10 Zeichnung Sauerstoffgenerator.pdf	19/1038
		12.3.11 Zeichnung Querschnitt Erdwall.pdf	20/1038
12.4	Baubeschreibung, Betriebsbeschreibung		21/1038
	Anhang:	12.4.1 Baubeschreibung Warmwasserspeicher.pdf	22/1038
		12.4.2 Baubeschreibung Einhausung Feststoffdosierer.pdf	25/1038
		12.4.3 Baubeschreibung Hochfermenter.pdf	28/1038
		12.4.4 Baubeschreibung Gª rrestspeicher.pdf	31/1038
		12.4.4a Baubeschreibung Abf¿llplatte.pdf	34/1038
		12.4.5 Baubeschreibung Technik- und Pumpengebª ude.pdf	37/1038
		12.4.6 Baubeschreibung Auffangbunker.pdf	40/1038
		12.4.7 Baubeschreibung Lagerhalle.pdf	43/1038
		12.4.8 Baubeschreibung Technikhalle.pdf	46/1038
		12.4.9 Baubeschreibung Gasaufbereitung.pdf	49/1038
		12.4.10 Baubeschreibung Sauerstoffgenerator.pdf	52/1038
12.5	Berechnungen/Nachweise		55/1038
12.5.1	Berechnung des Bruttorauminhaltes		56/1038
	Anhang:	12.5.1 Berechnung BRI.pdf	57/1038
12.5.2	Berechnung der Grund- und Geschossflª chenzahl		59/1038
	Anhang:	12.5.2 Berechnung ¿berbaute Flª che.pdf	60/1038
12.6	Bautechnische Nachweise		61/1038
12.6.1	Nachweis der Standsicherheit		62/1038
	Anhang:	12.6.1.1 - Statische Berechnung - Warmwasserspeicher (Nr. 17b) inkl. Gr¿ndung. pdf	63/1038
		12.6.1.2-1a - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 24) Bodenplatte.pdf	109/1038
		12.6.1.2-1b - Bewehrungsplan Hochfermenter (Nr. 19) Bodenplatte.pdf	158/1038
		12.6.1.2-2 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Behª lter.pdf	159/1038
		12.6.1.2-3 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Dach.pdf	332/1038
		12.6.1.2-4 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Verkleidung.pdf	488/1038
		12.6.1.2-5 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Anbauten.pdf	507/1038
		12.6.1.2-6 - ¦ bersichtszeichnung Hochfermenter (Nr. 19).pdf	687/1038
		12.6.1.3a - Statische Berechnung Gª rrestspeicher (Nr. 20) Tragluftdach.pdf	688/1038
		12.6.1.3b - Statische Berechnung Gª rrestspeicher (Nr. 20) Behª lter.pdf	832/1038
		12.6.1.3c - Schal- und Bewehrungsplan Gª rrestspeicher (Nr. 20).pdf	866/1038
		12.6.1.4a - Statische Berechnung Lagerhalle (Nr. 24) und Technikhalle (Nr. 25).pdf	867/1038
		12.6.1.4b - Positionsplan P1 - Lagerhalle (Nr. 24) Gr¿ndung.pdf	1021/1038
		12.6.1.4c - Positionsplan P2 - Lagerhalle (Nr. 24) Erdgeschoss.pdf	1022/1038
		12.6.1.4d - Positionsplan P3 - Lagerhalle (Nr. 24) Stahlkonstruktion.pdf	1023/1038

Abschnitt			Seite
		12.6.1.4e - Positionsplan P4 - Technikhalle (Nr. 25) Gr¿ndung.pdf	1024/1038
		12.6.1.4f - Positionsplan P5 - Technikhalle (Nr. 25) Erdgeschoss.pdf	1025/1038
		12.6.1.4g - Positionsplan P6 - Technikhalle (Nr. 25) Dachkonstruktion.pdf	1026/1038
	12.6.4	Nachweis zum Brandschutz	1027/1038
	12.8.1	Bauvorlageberechtigung	1029/1038
		Anhang: 12.8.1 Bauvorlageberechtigung.pdf	1030/1038
	12.9	Sonstiges	1031/1038
		Anhang: 12.9.1.1 Berechnung Abstandsfl[a] chen.pdf	1032/1038
		12.9.1.2 Berechnung Rohbau- und Herstellungskosten.pdf	1034/1038
		12.9.1.3 Berechnung Mindestfl[a] chen PV-Anlagen.pdf	1035/1038
		12.9.2.1 Antrag auf Eintragung einer Baulast.pdf	1036/1038
		12.9.2.2 Lageplan zum Antrag auf Baulasteintragung.pdf	1038/1038
13		**Natur, Landschaft und Bodenschutz**	
	13.1	Angaben zum Betriebsgrundst¿ck und zur Wasserversorgung sowie zu Natur, Landschaft und Bodenschutz	1/44
	13.2	Vorpr¿fung nach Ä 34 BNatSchG - Allgemeine Angaben	4/44
	13.4	Formular zum Ausgangszustandsbericht f¿r Anlagen nach der IE-RL	5/44
		Anhang: 13.4.1 AZB - Relevanzpr¿fung.doc	6/44
	13.5	Sonstiges	8/44
		Anhang: 13.5.1.1 Erg[a] nzende Angaben zu Eingriffen.doc	9/44
		13.5.1.2 Umweltbericht Bauleitplanung.pdf	12/44
		13.5.1.3 Eingr¿nungsplan Bauleitplanung.pdf	43/44
		13.5.2 Angaben zum Bodenschutz.doc	44/44
14		**Umweltvertr[a] glichkeitspr¿fung (UVP)**	
	14.1	Kl[a] rung des UVP-Erfordernisses	1/52
	14.2	Unterlagen des Vorhabentr[a] gers nach Ä 4e der 9. BImSchV und Ä 16 des Gesetzes ¿ber die Umweltvertr[a] glichkeitspr¿fung (UVPG)	2/52
		Anhang: 14.2.1 Einstufung nach UVPG.doc	3/52
		14.2.2 Faunistischer Fachbeitrag.pdf	4/52
		14.2.3a ¦ bersichtskarte - Schutzgebiete, Gew[a] sser etc. - M 1-25000.pdf	31/52
	14.3	Angaben zur Ermittlung und Beurteilung der UVP-Pflicht f¿r Anlagen nach dem BImSchG	33/52
	14.3a	UVP-Pflicht oder Einzelfallpr¿fung	35/52
	14.3b	Vorpr¿fung des Einzelfalls ("A"- und "S"-Fall) gem[a] Ç Anlage 3 UVPG	38/52
17		**Sonstige Unterlagen**	
	17.1	Sonstige Unterlagen	1/29
		Anhang: 17.1.1 Verwertungskonzept - LWK Niedersachsen.pdf	2/29
Gesamtseitenzahl:			**2070**

Datum, Unterschrift des Antragstellers / der Antragstellerin

Datum, Unterschrift des Entwurfsverfassers / der Entwurfsverfasserin

Antrag für eine Genehmigung oder eine Anzeige nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Anschrift Genehmigungsbehörde:	Aktenzeichen/Projektnummer des Antragstellers
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg	GP24-027
Theodor-Tantzen-Platz 8	Finanzamt
26122 Oldenburg	Finanzamt Vechta

1. Adressdaten

Antragsteller/-in:	Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG	Tel.:	04443 3599
		Fax.:	04443 2263
Straße, Haus-Nr.:	Dinklager Landstraße 4	E-Mail:	franz.timphaus@ewetel.net
PLZ / Ort.:	49393 Lohne		

Zur Bearbeitung von Rückfragen ist anzusprechen:

Im Betrieb des Antragstellers: [X]		Verfasser des Antrags: [X]	
Sachbearbeiter:	Franz Timphaus	Firma:	von Lehmden Planungsbüro GmbH
Tel.:	04443 3599	Bearbeiter:	Sabine Geuker
Fax.:	04443 2263	Tel.:	02574 8888-150
E-Mail:	franz.timphaus@ewetel.net	Fax.:	02574 8888-800
		E-Mail.:	s.geuker@von-lehmden-planung.de
		Straße, Haus-Nr.:	Boschstraße 2
		PLZ / Ort:	48369 Saerbeck

Verantwortlicher nach § 52b (1) Satz 1 BImSchG:

Name, Vorname	Timphaus, Franz
Tel.:	04443 3599
Fax.:	04443 2263
E-Mail.:	franz.timphaus@ewetel.net

2. Allgemeine Angaben zur Anlage/zum Betriebsbereich

2.1 Standort der Anlage/des Betriebsbereichs

Bezeichnung des Werkes oder des Betriebes, in dem die Anlage oder der Betriebsbereich errichtet werden soll:

Biogasanlage Timphaus

PLZ / Ort:	49393 Lohne		
Straße, Haus-Nr.:	Dinklager Landstraße 4		
Ost-/ Nordwert:	32444291 5838064		
Gemarkung / Flur / Flurstücke:	Lohne	3	20/24, 20/27, 20/29, 20/14 (tlw.), 20/17 (tlw.), 20/28 (tlw.), 20/30 (tlw.)

2.2 a Art der Anlage

Nummer der Hauptanlage:	0001
Nr. nach Anhang 1 der 4. BImSchV.:	8.6.3.1EG

Bezeichnung der Anlage gemäß der 4. BImSchV.:	Anlagen zur biologischen Behandlung, soweit nicht durch Nummer 8.5 oder 8.7 erfasst, von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich zur Verwertung durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 100 Tonnen oder mehr je Tag
Betriebsinterne Bezeichnung:	Biogasanlage Timphaus

Kapazität/Leistung:

vorhandene:	54,25	t/d	Durchsatzkapazität	zukünftige:	126,03	t/d	Durchsatzkapazität

2.2 b Art des Betriebsbereichs gemäß 12. BImSchV

- [x] Betriebsbereich der unteren Klasse
- [ ] Betriebsbereich der oberen Klasse

2.3 Anlagenteile und Nebeneinrichtungen

Anlage-Nr.	A002
Bezeichnung der Anlage gemäß der 4. BImSchV.:	1.2.2.2V
Betriebsinterne Bezeichnung:	Verbrennungsmotoranlage

Kapazität vorhandene:	4,889	MW	FWL	Kapazität zukünftige:	4,889	MW	FWL

Anlage-Nr.	A003
Bezeichnung der Anlage gemäß der 4. BImSchV.:	9.36V
Betriebsinterne Bezeichnung:	Gülle- und Gärrestlagerung

Kapazität vorhandene:	10.699	m3	Lagerkapazität	Kapazität zukünftige:	20.684	m3	Lagerkapazität

---

Anlage-Nr.	A004
Bezeichnung der Anlage gemäß der 4. BImSchV.:	9.1.1.2V
Betriebsinterne Bezeichnung:	Gaslagerung

Kapazität vorhandene:	5,2	t	Fassungsvermögen	Kapazität zukünftige:	13,2	t	Fassungsvermögen

---

Anlage-Nr.	A005
Bezeichnung der Anlage gemäß der 4. BImSchV.:	1.16V
Betriebsinterne Bezeichnung:	Biogasaufbereitung

Kapazität vorhandene:	0	Nm3/a	Verarbeitungskapazität	Kapazität zukünftige:	4,13	Nm3/a	Verarbeitungskapazität

---

3. Art des Verfahrens

Genehmigungsverfahren:

Antrag auf Genehmigung einer Neuanlage mit Öffentlichkeitsbeteiligung	§ 4 i. V. m. § 10 BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung einer Neuanlage ohne Öffentlichkeitsbeteiligung	§ 4 i. V. m. § 19 BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung einer Versuchsanlage	§ 2 (3) 4. BImSchV	☐
Antrag auf Genehmigung zur wesentlichen Änderung (der Lage/des Betriebs der Anlage/der Beschaffenheit)	§ 16 (1) BImSchG	☒
Antrag auf Genehmigung zur störfallrelevanten Änderung einer genehmigungsbedürftigen Anlage	§ 16a BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung zur Modernisierung (Repowering) einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien	§ 16b (1) BImSchG	☐
Antrag auf Durchführung eines Erörterungstermins bei Repowering	§ 16b (5) BImSchG	☐
Antrag auf Teilgenehmigung	§ 8 BImSchG	☐
Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns der Errichtung	§ 8a (1) BImSchG	☐
Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns des Betriebes	§ 8a (3) BImSchG	☐
Antrag auf Erteilung eines Vorbescheides	§ 9 BImSchG	☐
Antrag auf Erteilung eines Vorbescheides für Windenergieanlagen	§ 9 (1a) BImSchG	☐
Antrag auf Befristung	§ 12 (2) BImSchG	☐
Antrag, von der Beteiligung der Öffentlichkeit abzusehen	§ 16 (2) BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung einer anzeigepflichtigen Änderung	§ 16 (4) BImSchG	☐
Antrag auf Beteiligung der Öffentlichkeit	§ 19 (3) BImSchG	☐
Antrag auf Öffentliche Bekanntmachung und Veröffentlichung des Genehmigungsbescheides	§ 21a der 9. BImSchV	☐
Antrag auf Genehmigung der Errichtung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist	§ 23b BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung des Betriebs einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist	§ 23b BImSchG	☐
Antrag auf Genehmigung der störfallrelevanten Änderung einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist	§ 23b BImSchG	☐

Anzeigeverfahren:

Anzeige zur Änderung	§ 15 (1) BImSchG	☐
Anzeige der Betriebseinstellung	§ 15 (3) BImSchG	☐
Anzeige einer genehmigungsbedürftigen Anlage	§ 67 (2) BImSchG	☐
Anzeige einer nicht genehmigungsbedürftigen Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist	§ 23a BImSchG	☐

Stimmen Sie der Veröffentlichung der Antragsunterlagen im Internet zu? ☒ Ja ☐ Nein

BVT-Vorschrift:

Ausgangszustandsbericht (AZB):

Ein Ausgangszustandsbericht des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück für IE-RL-Anlagen gemäß § 3 Absatz 8 des BImSchG i.V.m. § 3 der 4. BImSchV ist erforderlich

☐ Ja ☒ Nein ☐ Vorhanden

Ein AZB wurde mit folgendem Vorhaben erstellt:

Bescheid vom: Aktenzeichen:

Der vorliegende Antrag nimmt Bezug auf:

☒	den Bescheid vom:	26.05.2011	Aktenzeichen:	63.03571-2010-09 (LK Vechta)
☒	den Bescheid vom:	06.01.2023	Aktenzeichen:	OL 000056983-15 Gn (weitere Bescheide siehe Abschnitt 1.2.2 - Genehmigungsbestand der Biogasanlage)

3.1 Eingeschlossene Verfahren (§ 13 BImSchG, § 23b BImSchG) und Ausnahmen

Folgende nach § 13 BImSchG bzw. § 23b BImSchG eingeschlossene Entscheidungen werden beantragt:

Baugenehmigung	§ 63/§ 64 NBauO	☒
Eignungsfeststellung	§ 63 WHG	☐
Erlaubnis	§ 18(1) BetrSichV	☐
Veterinärrechtliche Zulassung	§ Art 24 VO EU 1069	☐
Indirekteinleitung	§ 58 WHG	☐
Genehmigung	§ 17 SprengG	☐

Weitere eingeschlossene Entscheidungen bitte benennen:

Entscheidung	Rechtsvorschrift
1	2

Folgende Ausnahmen/Befreiungen werden beantragt:

Ausnahme	§ 19 GefStoffV	☐
Ausnahme	§ 18 BioStoffV	☐
Ausnahme	§ 3a Abs. 3 ArbStättV	☐
Ausnahme	§ 3 2. SprengV	☐

Weitere Ausnahmen/Befreiungen bitte benennen:

Ausnahme/Befreiung	Rechtsvorschrift
1	2

3.2 nicht eingeschlossene Verfahren

Nennen Sie alle nicht nach § 13 BImSchG eingeschlossen Entscheidungen oder Zulassungen (auch andere Behörden), die außerhalb dieses Verfahrens für das geplante Vorhaben beantragt werden/wurden:

Verfahren	Rechtsvorschrift	Zuständige Stelle
1	2	3

4. Weitere Angaben zur Anlage/zum Betriebsbereich

4.1 Inbetriebnahme

Die Anlage/der Betriebsbereich soll im Herbst 2025 (Monat/Jahr) in Betrieb genommen werden.

4.2 Voraussichtliche Kosten

Errichtungskosten	4.052.545	Euro
davon Rohbaukosten	2.031.925	Euro

In den angegebenen Kosten ist die Mehrwertsteuer enthalten.

5. UVP-Pflicht

Klassifizierung des Vorhabens nach Anlage 1 des UVPG:

Nummer:	8.4.2.1
Bezeichnung:	Errichtung und Betrieb einer Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 50 t oder mehr je Tag,
Eintrag (X, A, S):	A

UVP-Pflicht

- ☐ Eine UVP ist zwingend erforderlich. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- ☐ Eine UVP ist nicht zwingend erforderlich, wird aber hiermit beantragt.
- ☒ UVP-Pflicht im Einzelfall
  - ☐ Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass keine UVP erforderlich ist.
  - ☐ Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass eine UVP erforderlich ist. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
  - ☒ Die Vorprüfung wurde noch nicht durchgeführt; diese wird hiermit beantragt. Die notwendigen Unterlagen zur Durchführung der Vorprüfung enthält der vorliegende Antrag.

- ☐ Eine UVP ist nicht erforderlich, da das Vorhaben in der Anlage 1 des UVPG nicht genannt ist bzw. das Vorhaben dem § 6 WindBG unterfällt.

6. TEHG

☐ Anlage gemäß TEHG

Nr. der Anlage gem. Anhang 1 des TEHG:

Bezeichnung der Anlage gem. Anhang 1 des TEHG:

7. Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung

Ist die Anlage Teil eines eingetragenen Standortes einer

1. nach der Verordnung (EG) Nr. 761/2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS) vom 19. März 2001 (ABl. EG Nr. L 114 S. 1) registrierten Organisation oder

☐ Ja
☒ Nein

2. Anlage, die ein Umweltmanagement eingeführt hat und nach DIN EN ISO 14001 (Ausgabe 11/2015) zertifiziert ist.

☐ Ja
☒ Nein

Auf folgende Unterlagen der Umwelterklärung, die der Behörde vorliegen, wird verwiesen:

8. Beabsichtigte Änderung

Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage

· Änderung der genehmigten Inputstoffe und Inputmengen sowie Erhöhung der Biogasproduktion

· Errichtung und Betrieb eines weiteren Warmwasserspeichers

· Errichtung und Betrieb von Einbring- und Anmischtechnik innerhalb einer neu zu errichtenden Einhausung

· Errichtung und Betrieb eines Hochfermenters

· Errichtung und Betrieb eines gasdichten Gärrestspeichers mit Tragluftdach sowie eines Abfüllplatzes für die Entnahme von Gärresten

· Errichtung und Betrieb eines Sauerstoffgenerators in einem Container

· Errichtung eines Technik- und Pumpengebäudes

· Errichtung eines Auffangbunkers für separierte feste Gärreste sowie einer Aufstellfläche für die Installation und den Betrieb eines Separators

· Errichtung einer Lagerhalle für separierte feste Gärreste

· Errichtung und Betrieb einer Notfackel

· Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan

· Errichtung und Betrieb einer Abluftbehandlungsanlage (RTO-Anlage)

· Errichtung einer Technikhalle mit Aufstellfläche (für eine später geplante CO2-Verflüssigungsanlage)

· Anpassung und Erweiterung der vorhandenen Umwallung

9. Begründung

· Erzeugung von zusätzlichem Biogas zwecks Aufbereitung zu Biomethan und Einspeisung ins öffentliche Gasnetz

· Optimierung der vorhandenen Wärmeversorgung durch einen zusätzlichen Warmwasserspeicher

· wirtschaftliche Optimierung der Biogasanlage

Anlagen:

- 1.1.1 Einordnung 4-BImSchV.doc

Ort, Datum

Name in Druckbuchstaben

Unterschrift

10. Hinweise zum Datenschutz

Die Verarbeitung von personenbezogenen Daten erfolgt nach den gesetzlichen Bestimmungen der Europäischen Union, insbesondere nach den Regelungen der Datenschutzgrundverordnung und der Fachgesetze des Bundes. Weitergehende Informationen zum Datenschutz können bei der Genehmigungsbehörde erfragt werden.

☒ Die Hinweise wurden zur Kenntnis genommen

11. Übereinstimmungserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die von mir in elektronischer Form eingereichten Antragsunterlagen mit dem Papierexemplar in Version, Inhalt, Darstellung und Maßstab vollständig übereinstimmen.
Der von mir gewählte Dateiname des Antrags lässt Antragsinhalt (Anlage, Standort), Antragsversion und Antragsdatum erkennen. Im Falle der Widersprüchlichkeit gilt jeweils die Papierfassung.
Das Gleiche gilt für Antragsteile, die nachgeliefert werden.

Ort, Datum

Name in Druckbuchstaben

Unterschrift

1.1.1 Einordnung der Biogasanlage nach 4. BImSchV

Als Anlage zum Formular „Antrag für eine Genehmigung oder eine Anzeige nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)“ (Formular 1.1) erfolgt in der nachfolgenden Tabelle eine Einordnung der Biogasanlage gemäß der im Anhang 1 der aktuellen 4. BImSchV genannten Anlagenbeschreibungen.

Nummer gem. 4. BImSchV	Anlagenbeschreibung (Kurztext) gemäß Anhang 1 der 4. BImSchV	genehmigt / vorhanden	geplant
8.6.3.1 (neu)	Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich zur Verwertung durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 100 Tonnen oder mehr je Tag	-	126,03 t/d **> 100 t/d**
8.6.3.2 (alt)	Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich zur Verwertung durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von weniger als 100 Tonnen je Tag, soweit die Produktionskapazität von Rohgas 1,2 Mio. Normkubikmeter je Jahr oder mehr beträgt	54,25 t/d **< 100 t/d**	-
1.2.2.2	Anlage zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas in einer Verbrennungseinrichtung (Verbrennungsmotorenanlage) durch den Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (Biogas) mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW bis weniger als 10 MW	1,351 MW 3,538 MW 4,889 MW **> 1 MW** **< 10 MW**	1,351 MW 3,538 MW 4,889 MW **> 1 MW** **< 10 MW**
9.1.1.2	Anlage, die der Lagerung von Stoffen oder Gemischen, die bei einer Temperatur von 293,15 Kelvin und einem Standarddruck von 101,3 Kilopascal vollständig gasförmig vorliegen und dabei einen Explosionsbereich in Luft haben (entzündbare Gase), in Behältern oder von Erzeugnissen, die diese Stoffe oder Gemische z.B. als Brenngas enthalten, dient, mit einem Fassungsvermögen von 3 Tonnen bis weniger als 50 Tonnen	5,2 t **> 3 t** **< 50 t**	13,2 t **> 3 t** **< 50 t**
9.36	Anlage zur Lagerung von Gülle oder Gärresten mit einer Lagerkapazität von 6 500 Kubikmetern oder mehr *(Für die Betrachtung nach 4. BImSchV wurde das Nettofüllvolumen der genannten Behälter berücksichtigt. Technologisch bedingte, nicht abfüllbare Restfüllstände wurden in dieser Aufstellung nicht abgezogen.)*	5.357 m³ 3.389 m³ * 1.953 m³ 10.699 m³ * Behälter der Tierhaltungsanlage **> 6.500 m³**	5.357 m³ 3.389 m³ *11.938 m³* 20.683 m³ **> 6.500 m³**
1.16 (neu)	Anlage zur Aufbereitung von Biogas mit einer Verarbeitungskapazität von 1,2 Million Normkubikmetern je Jahr Rohgas oder mehr	0 Mio. Nm³/a **< 1,2 Mio. Nm³/a**	4,13 Mio. Nm³/a **> 1,2 Mio. Nm³/a**

1.2 Kurzbeschreibung

Projekthistorie

Die Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG betreibt im Außenbereich der Stadt Lohne am Standort An den Teichen 27 (Gemarkung Lohne, Flur 3, Flurstücke 20/24, 20/27, 20/29) eine Biogasanlage zur Erzeugung und Verwertung von Biogas. Die Biogasanlage verfügt aktuell über zwei BHKW mit einer elektrischen Leistung von 549 kW_{el} (Feuerungswärmeleistung 1,351 MW) bzw. 1.501 kW_{el} (Feuerungswärmeleistung 3,538 MW), die flexibel zur bedarfsgerechten Stromerzeugung betrieben werden.

Für den Standort der Biogasanlage wurde am 26.05.2011 durch den Landkreis Vechta unter dem Aktenzeichen 63.03571-2010-09 eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung zum Neubau einer Biogasanlage mit einer Verbrennungsmotoranlage (BHKW-Modul) für den Einsatz von Biogas mit einer elektrischen Leistung von 499 kW_{el} (bzw. einer Feuerungswärmeleistung von 1,243 MW) sowie den mitbeantragten Nebenanlagen im Sinne des §35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB erteilt. Nach Erteilung der Genehmigung wurde eine Erhöhung der Leistung des BHKW auf 549 kW_{el} (Feuerungswärmeleistung 1,351 MW) sowie eine Erhöhung der maximalen Biogasproduktion auf 2,3 Mio. Nm³/a angezeigt. Im Jahr 2011 wurde die Biogasanlage errichtet und in Betrieb genommen.

In den darauffolgenden Jahren wurden weitere Änderungen an der Biogasanlage angezeigt bzw. beantragt. Unter anderem wurde Ende des Jahres 2022 auf Grundlage der Novelle des Energiesicherungsgesetzes eine befristete Input- und Leistungserhöhung angezeigt, die bis zum 31.12.2024 eine Biogasproduktion von bis zu ca. 2,9 Mio. Nm³/a ermöglicht. Mit Datum vom 16.09.2024 wurde auf Grundlage des § 246d BauGB eine dauerhafte Erhöhung der im Jahr 2022 angezeigten Inputstoffe und Biogasproduktion beim Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg angezeigt. Eine Übersicht aller bisherigen behördlichen Entscheidungen ist nachfolgend unter Abschnitt 1.2.2 beigefügt.

Um dauerhaft die planungsrechtlichen Voraussetzungen für den Betrieb der Biogasanlage und den baulichen Bestand der Biogasanlage zu sichern, erfolgt derzeit die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27. Der Geltungsbereich des in der Aufstellung befindlichen Bebauungsplanes umfasst die Flurstücke 20/24, 20/27, 20/29 und Teilbereiche der Flurstücke 20/14, 20/27, 20/28 und 20/30. Parallel zur Aufstellung des Bebauungsplanes soll ebenso die 90. Änderung des Flächennutzungsplanes der Stadt Lohne erfolgen.

Die formelle Beteiligung der Öffentlichkeit sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange wurde durchgeführt; der Ausschuss für Umwelt-, Bau- und Stadtentwicklung und der Verwaltungsausschuss haben der Vorlage zum Feststellungsbeschluss der Flächennutzungsplanänderung und zum Satzungsbeschluss des Bebauungsplans am 20.05.2025 und am 10.06.2025 bereits mehrheitlich zugestimmt. Es ist zu erwarten, dass der Rat in der Sitzung am 18.06.2025 sowohl die Flächennutzungsplanänderung als auch den Bebauungsplan als Satzung beschließen wird.

Beschreibung der vorhandenen Anlage

Die vorhandene Biogasanlage ist derzeit für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (Maissilage) und Wirtschaftsdünger in Form von Flüssigmist, Geflügelmist und Festmist genehmigt.

Für die Lagerung der nachwachsenden Rohstoffe steht eine Fahrsiloanlage (Nr. 13) mit zwei Kammern zur Verfügung. Die nachwachsenden Rohstoffe werden direkt zum Anlagenstandort gefahren und in die Fahrsiloanlage einsiliert. Mittels Radlader werden die Stoffe dem Silagelager entnommen und über den am Technikgebäude (Nr. 11) befindlichen Annahmebunker (Füllvolumen 80 m³) in die Biogasanlage eingebracht.

Der Mist wird bedarfsgerecht angeliefert und ebenfalls dem Annahmebunker zugeführt. Bei Bedarf werden in der Fahrsiloanlage lediglich geringe Mengen zwischengelagert.

Im Annahmebunker befindet sich ein Feststoffdosierer in Form eines Schubbodens, der die eingebrachten Stoffe über zwei Feststoffförderer in den im Anmischkeller des Technikgebäudes aufgestellten Dissolver transportiert.

Die Gülle wird aus den angrenzenden Stallanlagen über geschlossene Rohrleitungen in den vorhandenen Güllevorlagebehälter (Füllvolumen: 38 m³) am Technikgebäude (Nr. 11) aus Ortbeton befördert und bis zur Einbringung in die Biogasanlage dort zwischengespeichert. Über geschlossene Rohrleitungen wird die Gülle mittels Pumpen ebenfalls dem Dissolver zugeführt.

Im Dissolver werden die zugeführten Stoffe vermischt. Der Dissolver ist als geschlossener Behälter ausgeführt und mit einer hochtourig drehenden Messerscheibe als Rührwerk ausgestattet. Der Dissolver ist mit einem Wiegesystem ausgerüstet, so dass eine genaue Mengenerfassung und Steuerung der Mischungen gewährleistet ist. Durch die Wiegestäbe kann die Zufuhr der Einzelkomponenten und das Abpumpen des Substratgemisches automatisiert betrieben werden.

Zur Einstellung des TS-Gehaltes innerhalb des Dissolvers wird dem Fermenter (Nr. 10) über den Rezirkulationsschacht Faulsuspension entnommen und ebenfalls dem Dissolver zugeführt.

Nach Zugabe aller Stoffe wird das Substrat homogenisiert und gleichzeitig durch die Messerscheibe aufgeschlossen, um das Material optimal für den Fermentationsprozess aufzubereiten. Die Rührzeit wird über die Visualisierung eingegeben und ist einstellbar.

Nach Beendigung des Rührvorgangs wird die Substratmischung mittels einer Pumpe entnommen und in einer geschlossenen Rohrleitung dem Fermenter zugeführt.

Der Fermenter ist als Rundbehälter aus Stahlbetonfertigteilen ausgeführt, gedämmt und mit Trapezblechen verkleidet. Die Bodenplatte ist als Ortbetonplatte ausgeführt. Das Füllvolumen des Fermenters beträgt 3.089 m³. Der Fermenter ist mit einem Tragluftdach gasdicht abgedeckt.

Im Fermenter erfolgt die Vergärung in einem einstufigen mesophilen Vergärungsverfahren (35 - 40° C). Der Fermenter wird beheizt und das Gärsubstrat regelmäßig durchmischt. Unter anaeroben Bedingungen wird organische Substanz abgebaut und es entsteht Biogas. Das Biogas enthält neben Methan, Kohlendioxid und Wasserdampf u.a. auch Schwefelwasserstoff, der für eine gasmotorische Verwertung schädlich ist und daher biologisch reduziert wird. Hierzu wird dem Gasraum eine geringe Menge Luft kontrolliert zugeführt und Schwefelwasserstoff durch Bakterien zu elementarem Schwefel abgebaut, der mit dem ausgegorenen Substrat in die Gärrestspeicher gelangt.

Der Fermenter wird als so genannter Durchlaufreaktor betrieben, so dass der Füllstand im Fermenter durch Nutzung einer Überlaufleitung mit Tauchung konstant bleibt. Jedes Mal, wenn dem Fermenter Gärsubstrat zugeführt wird, wird dem nachgeschalteten Gärrestspeicher I (Nr. 9) eine korrespondierende Menge an Gärresten über die Überlaufleitung zugeführt.

Das bei der Vergärung entstehende und im Gasraum befindliche Biogas wird erfasst und anschließend in erdverlegten Rohrleitungen und über Rohrbündelwärmetauscher gekühlt und getrocknet und den beiden BHKW zugeführt. Über den jeweiligen Generator der beiden BHKW (Gasmotoren) wird Strom erzeugt, der ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Die dabei entstehende Abwärme wird für die Beheizung des Fermenters und des Technikgebäudes sowie für weitere Heizzwecke (z.B. Wohnhäuser) genutzt. Zur Reduktion des Formaldehydgehaltes im Abgasstrom der beiden BHKW ist jeweils ein Katalysator installiert.

Der Gärrestspeicher I (Nr. 9) ist wie der Fermenter als Rundbehälter aus Stahlbetonfertigteilen ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von 5.357 m³ bzw. ein nutzbares Lagervolumen von 5.214 m³. Der Gärrestspeicher ist wie der Fermenter mit einem Tragluftdach gasdicht abgedeckt. Die Entnahme von Gärresten erfolgt über eine Entnahmestation, die oberhalb einer Abfüllplatte mit abflusslosem Schacht angeordnet ist. Für die weitere Lagerung von Gärresten stehen auf dem Betriebsgelände zwei weitere Behälter, Gärrestspeicher II (Nr. 8) und der Güllehochbehälter (Nr. 6) der angrenzenden Tierhaltungsanlage mit einem nutzbaren Lagervolumen von 3.338 m³ bzw. 1.911 m³ zur Verfügung.

Die für die Biogasanlage notwendigen technischen Einrichtungen sind im Technikgebäude (Nr. 11) untergebracht. Das leistungsstärkere der beiden vorhandenen BHKW ist in einem schallgedämmten Container innerhalb des vorhandenen Technikgebäudes untergebracht. Das andere BHKW ist in einer Schallschutzkabine innerhalb des vorhandenen BHKW-Gebäudes (Nr. 16) untergebracht. Bei Stillstand der BHKW wird anfallendes Biogas über die festinstallierte Notfackel (Nr. 14) kontrolliert verbrannt.

Beschreibung der geplanten Änderung/ Erweiterung

Um am Standort der Biogasanlage zukünftig zusätzlich auch Biogas zu Biomethan aufbereiten und in das Erdgasnetz einspeisen zu können, ist die Erweiterung der bestehenden Anlage um eine zweite Anlagenstrecke geplant. Das vorhandene Betriebsgrundstück wird hierzu um Teilflächen des südlich angrenzenden Flurstücks 20/17, Teilflächen des westlich angrenzenden Flurstücks 20/17 sowie Teilflächen der östlich angrenzenden Flurstücke 20/28 und 20/30 erweitert. Die bestehende Anlage zur Stromerzeugung soll weiter betrieben werden. Änderungen bei der bestehenden Anlage ergeben sich lediglich durch eine geänderte Inputzusammensetzung und durch die Errichtung eines weiteren Warmwasserspeichers.

Im Rahmen der geplanten Änderung und geplanten Erweiterung um eine weitere Anlagenstrecke sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Änderung der genehmigten Inputstoffe und Inputmengen (Gesamtanlage) sowie Erhöhung der Biogasproduktion
- Errichtung und Betrieb eines weiteren Warmwasserspeichers
- Errichtung und Betrieb von Einbring- und Anmischtechnik innerhalb einer neu zu errichtenden Einhausung
- Errichtung und Betrieb eines Hochfermenters
- Errichtung und Betrieb eines gasdichten Gärrestspeichers sowie eines Abfüllplatzes für die Entnahme von Gärresten
- Errichtung und Betrieb eines Sauerstoffgenerators in einem Container
- Errichtung eines Technik- und Pumpengebäudes
- Errichtung eines Auffangbunkers für separierte feste Gärreste sowie Errichtung einer Aufstellfläche für die Installation und den Betrieb eines Separators

· Errichtung einer Lagerhalle für separierte feste Gärreste
· Errichtung und Betrieb einer Notfackel
· Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan
· Errichtung und Betrieb einer Abluftbehandlungsanlage (RTO-Anlage)
· Errichtung einer Technikhalle mit Aufstellfläche (für eine später geplante CO_2-Verflüssigungsanlage)
· Anpassung und Erweiterung der vorhandenen Umwallung

Die vorgenannten Maßnahmen werden nachfolgend näher beschrieben:

Änderung der genehmigten Inputstoffe und Inputmengen (Gesamtanlage) sowie Erhöhung der Biogasproduktion

Die bestehende Anlage ist aktuell für den Betrieb mit nachwachsenden Rohstoffen und Wirtschaftsdünger genehmigt. Die genehmigten Stoffe sollen weiterhin zum Einsatz kommen und zusätzlich um Pferdemist ergänzt werden. Die Gesamtmenge der Einsatzstoffe wird gegenüber den genehmigten Inputmengen erhöht, so dass die Anlage zukünftig der Nr. 8.6.3.1 des Anhangs 1 der 4. BImSchV unterliegt. Nachfolgend sind die zukünftig geplanten Inputstoffe, die genehmigten Inputstoffen der bestehenden Biogasanlage, die genehmigten und geplanten Gärreste und Biogaserträge sowie die daraus resultierenden Änderungen tabellarisch gegenübergestellt:

Inputstoffe	geplante Inputmengen (Gesamtanlage)	genehmigte Inputmengen (Bestandsanlage)	Änderung
Maissilage	8.000 t/a	5.000 t/a	+ 3.000 t/a
Sauen-/ Mastschweinegülle	17.000 t/a	9.000 t/a	+ 8.000 t/a
Hähnchenmist	3.000 t/a	4.800 t/a	+ 8.200 t/a
Hühnertrockenkot	10.000 t/a		
Mastbullenmist	3.500 t/a	1.000 t/a	+ 3.000 t/a
Sauenmist	500 t/a		
Pferdemist	4.000 t/a	0 t/a	+ 4.000 t/a
Gesamt	**46.000 t/a** **126,03 t/d**	**19.800 t/a** **54,25 t/d**	**+ 26.200 t/a** **+ 71,78 t/d**

Gärreste	40.740 t/a	17.408 t/a	+ 23.232 t/a
Biogasertrag	6.307.500 Nm³/a	2.902.000 Nm³/a	+ 3.405.500 Nm³/a

Die Maissilage wird unverändert in den beiden Kammern der vorhandenen Fahrsiloanlage (Nr. 13) gelagert und über die bestehende Einbring- und Anmischtechnik in den vorhandenen Fermenter (Nr. 10) eingebracht.

Der Festmist und der Hühnertrockenkot werden in der Regel bedarfsgerecht angeliefert und lediglich bei Bedarf in geringen Mengen in der vorhandenen Fahrsiloanlage zwischengelagert. Die vorgenannten Stoffe werden vollständig über die neue Einbring- und Anmischtechnik, die in der neuen Einhausung (Nr. 18) aufgestellt ist, in den neuen Hochfermenter (Nr. 19) eingebracht.

Die Gülle wird unverändert dem vorhandenen Güllevorlagebehälter am vorhandenen Technikgebäude (Nr. 11) zugeführt und von dort sowohl zur vorhandenen als auch zur neuen Anmischtechnik befördert.

Errichtung und Betrieb eines weiteren Warmwasserspeichers (Nr. 17b)

Um eine noch effizientere Wärmenutzung der beim Betrieb der BHKW anfallenden Abwärme zu erreichen, ist die Errichtung eines weiteren Warmwasserspeichers vorgesehen. Durch den Warmwasserspeicher sollen Schwankungen im Bereich der Wärmenutzung ausgeglichen werden und die Wärmeversorgung der Wärmabnehmer gewährleistet werden. Der Warmwasserspeicher wird als stehender Tank ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von ca. 1.000 m³, eine Höhe von ca. 16,89 m und einen Außendurchmesser von ca. 8,94 m. Um Wärmeverluste zu kompensieren wird der Warmwasserspeicher mit einer Isolierung versehen. Die von den beiden BHKW produzierte Wärme wird über einen Wärmetauscher an das Wasser im Speicher abgegeben und dort bis zur weiteren Verwendung zwischengespeichert und kann somit bedarfsgerecht und unabhängig von der Wärmeerzeugung abgegeben werden.

Errichtung und Betrieb von Einbring- und Anmischtechnik innerhalb einer neu zu errichtenden Einhausung (Nr. 18)

Um die Inputstoffe dem Fermentationsprozess der neuen Anlagenstrecke optimal zuführen zu können, ist eine neue Einbring- und Anmischtechnik, bestehend aus einem Feststoffdosierer (BIG-Mix) und einem Flüssigfütterungssystem (PreMix), vorgesehen. Sowohl der neue Feststoffdosierer als auch das Flüssigfütterungssystem sollen witterungsgeschützt innerhalb einer neuen Einhausung aufgestellt werden. Die Einhausung ist dreiseitig mit Wänden umschlossen und mit einem Dach versehen. Zur Emissionsminderung verfügt der Feststoffdosierer über eine Abdeckung, die für die Befüllvorgänge geöffnet werden kann und und nach der Befüllung wieder verschlossen wird.

Der Feststoffdosierer ist mit einem Schubboden und einer Austragschnecke ausgestattet und verfügt über ein Füllvolumen von 167 m³. Mist und Hühnertrockenkot werden dem Feststoffdosierer zugeführt, mithilfe der integrierten Misch- und Dosiertechnik aufbereitet, über eine Austragschnecke aus dem Feststofförderer befördert und mittels mehrerer Feststofförderer zum nachgeschalteten Flüssigfütterungssystem transportiert.

Zum Anmaischen der über den neuen Feststoffdosierer zugeführten Feststoffe wird dem PreMix gleichzeitig über eine geschlossene Rohrleitung Gülle zentralgesteuert aus dem vorhandenen Güllevorlagebehälter oder Rezirkulat aus dem Fermenter zugeführt und dort mit den Feststoffen zu einer Suspension vermischt, zerkleinert und anschließend über eine geschlossene unterirdische Rohrleitung dem nachgeschalteten Hochfermenter zugeführt.

Errichtung und Betrieb eines Hochfermenters (Nr. 19)

Zur Vergärung der Inputstoffe ist die Errichtung eines Hochfermenters mit einem Füllvolumen von ca. 9.791 m³ (Innendurchmesser ca. 23,80 m; Innenwandhöhe ca. 22,558 m; Füllhöhe ca. 22,008 m) geplant. Der neue Fermenter soll als Rundbehälter in Segmentbauweise aus profilversteiften Edelstahlmantelblechen auf einer Bodenplatte aus Ortbeton ausgeführt werden.

Das Dach ist ebenfalls aus Edelstahl ausgeführt. Das Grundgerüst des Daches besteht aus Sparren, die auf einem inneren und einem äußeren Ring befestigt werden. An den Sparren werden von innen und außen Mantelbleche befestigt, so dass das Dach gasdicht verschlossen ist. Im Hochfermenter befindet sich ein Zentralrührwerk, das den gesamten Fermenterinhalt stetig mischt und homogenisiert, Mittels einer Heizung wird das Fermentersubstrat auf die für die Fermentation erforderliche Temperatur erwärmt. Unter anaeroben Bedingungen wird organische Substanz abgebaut und es entsteht Biogas.

Errichtung und Betrieb eines gasdichten Gärrestspeichers (Nr. 20) mit Tragluftdach sowie eines Abfüllplatzes für die Entnahme von Gärresten

Die beim Fermentationsprozess in den beiden Fermentern (Bestand und neu) anfallenden Gärreste werden mittels Pumptechnik über geschlossene, unterirdische Rohrleitungen dem neuen Gärrestspeicher III zugeführt und dort bis zur landwirtschaftlichen Verwertung zwischengelagert bzw. zu den weiteren zur Verfügung stehenden Gärrestspeichern befördert. Der Gärrestspeicher wird als Rundbehälter aus Ortbeton ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von ca. 11.938 m³ (Innenwandhöhe 10,00 m, Füllhöhe 9,50 m, nutzbares Lagervolumen ca. 11.724 m³ bei einem Restfüllstand von 0,17 m). Die Bodenplatte wird ebenfalls in Ortbetonbauweise ausgeführt.

Um die Gärreste homogen und pumpfähig zu halten und das Absetzen von Sinkschichten im Behälter zu verhindern, ist der Gärrestspeicher mit Rührwerken ausgestattet,

Der Gärrestspeicher wird gasdicht mit einem Tragluftdach (Höhe Außenmembran 9,60 m; Höhe Innenmembran 8,40 m) abgedeckt und mit einer Über- und Unterdrucksicherung ausgestattet.

Über einen neuen Abfüllplatz mit Entnahmestation können die im Gärrestspeicher gelagerten Gärreste entnommen werden, um sie anschließend einer landwirtschaftlichen Verwertung zuzuführen bzw. zum externen Gärrestspeicher zu transportieren.

Für die weitere Lagerung von Gärresten stehen zusätzlich zu den zwei weiteren Behältern der Biogasanlage, der Güllehochbehälter (Nr. 6) der angrenzenden Tierhaltungsanlage sowie zwei Behälter auf dem landwirtschaftlichen Betrieb Timphaus am Standort Dinklager Landstraße 4 in Lohne mit einem nutzbaren Lagervolumen von 3.338 m³ und 828 m³ zur Verfügung. Die beiden Behälter sind derzeit als Güllebehälter genehmigt. Für die Nutzung als Gärrestlagerbehälter wird beim Bauamt des Landkreises Vechta ein separater Antrag auf Nutzungsänderung gestellt.

Errichtung und Betrieb eines Sauerstoffgenerators in einem Container (Nr. 30)

Im erzeugten Biogas ist ein geringer Anteil Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten, der für die Gasverwertung schädlich ist. Damit kein Stickstoff in den Gasraum des neuen Gärrestspeicher III (Nr. 20) gelangt, wird dem Gärrestspeicher mithilfe eines Verdichters kontinuierlich Sauerstoff zugeführt. Innerhalb des Gärrestspeichers wird der Sauerstoff durch schwefelreduzierende Bakterien genutzt, um auf biologischem Weg den Schwefelwasserstoff aus dem Biogas zu entfernen. Der hierdurch gewonnene, elementare Schwefel lagert sich auf der Schwimmschicht im Gärrestspeicher ab.

Die Unterbringung des Generators erfolgt in einem kontrolliert be- und entlüfteten 20-Fuß-Container, der unmittelbar neben dem neuen Gärrestspeicher aufgestellt wird.

Errichtung eines Technik- und Pumpengebäudes (Nr. 21)

Die erforderlichen technischen Anlagen, die zum Betrieb der neuen Anlagenteile erforderlich sind, sowie die Pumpen, die für den Transport der Substrate zwischen den neuen Anlagenteilen erforderlich sind, sollen zentral in einem neuen Technik- und Pumpengebäude errichtet werden. Zur Realisierung möglichst kurzer Pumpwege, soll das neue Gebäude unmittelbar neben der neuen Einhausung des Feststoffdosierers, dem neuen Fermenter und dem neuen Gärrestspeicher errichtet werden.

Errichtung und Betrieb eines Auffangbunkers (Nr. 23) für separierte feste Gärreste sowie einer Aufstellfläche für die Installation und den Betrieb eines Separators

Ein Teil der in der bestehenden Biogasanlage anfallenden flüssigen Gärreste wird derzeit bei Bedarf einem mobilen Separator zugeführt. Es ist vorgesehen diesen mobilen Separator zukünftig dauerhaft einzusetzen, um die Menge der anfallenden flüssigen Gärreste (ca. 40.740 m³/a) vollständig zu separieren. Hierzu werden dem neuen Gärrestspeicher (Nr. 20) Gärreste entnommen und über eine geschlossene Rohrleitung dem Separator zugeführt. Der Separator soll auf einer neu zu errichtenden Aufstellfläche neben dem Gärrestspeicher III installiert werden. Mithilfe der Separation werden Feststoffe (bis zu 6.111 m³/a) aus der flüssigen Phase entfernt. Die verbleibende flüssige Phase, das sogenannte Effluent, wird den vorhandenen Gärrestspeichern I und II (Nr. 9 und Nr. 8) sowie dem Behälter (Nr. 6) des angrenzenden Tierhaltungsbetriebs zugeführt. Zum Sammeln der abgepressten Feststoffe ist die Errichtung eines Auffangbunkers (Nr. 23) für separierte feste Gärreste vorgesehen. Der Auffangbunker besteht aus Stahlbeton und soll unmittelbar neben der Aufstellfläche des Separators errichtet werden, so dass die abgepressten festen Gärreste unmittelbar in den Auffangbunker fallen.

Errichtung einer Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)

Zur Lagerung von separierten festen Gärresten ist die Errichtung einer Lagerhalle vorgesehen. Die im Auffangbunker befindlichen abgepressten festen Gärreste werden in der ausbringungsfreien Zeit, in der keine landwirtschaftlich Verwertung erfolgen kann, in regelmäßigen Abständen zur Lagerhalle gefahren und dort bis zur weiteren landwirtschaftlichen Verwertung zwischengelagert. Für den Fall, dass in der Lagerhalle keine kapazitäten mehr zur Verfügung stehen, soll ein Teil der separierten festen Gärreste zusätzlich auf der befestigten Fläche zwischen der Lagerhalle (Nr. 24) und der Fahrsiloanlage (Nr. 13) zwischengelagert werden.

Errichtung und Betrieb einer Notfackel (Nr. 22)

Die neue Anlagenstrecke wird mit einer fest installierten Notfackel ausgestattet, um Rohbiogas das nicht in der Gasaufbereitungsanlage verwertet werden kann, gefahrlos und geruchslos abbrennen zu können. Der Betrieb der Notfackel beschränkt sich ausschließlich auf Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs, da bei planbaren Stillständen die Speicherfunktion der Gasspeichermembran des gasdichten Gärrestspeichers für die Regelwartungsarbeiten ausreicht. Die Notfackel besteht im Wesentlichen aus einem Gebläsebrenner, dem eine bauartzugelassene Flammenrückschlagsicherung und eine Gasregelstrecke vorgeschaltet sind.

Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan (Nr. 27)

Das in der neuen Anlagenstrecke produzierte Biogas wird einer Gasaufbereitungsanlage zugeführt, in der das Rohbiogas aus der Biogasanlage zu Biomethan in Erdgasqualität aufbereitet wird, um es anschließend zwecks Einspeisung in das Gasnetz an den örtlichen Gasnetzbetreiber zu übergeben.

Die Gasaufbereitung erfolgt mithilfe des Verfahrens der Membrantechnik (System EnviThan), welches die unterschiedlichen Durchdringungsgeschwindigkeiten von Gasen durch Kunststoffmembranen nutzt.

Vor Eintritt in die Gasaufbereitungsanlage wird das Biogas mithilfe der Aggregate der Rohgasvorbehandlung (Nr. 28) auf den erforderlichen Betriebsdruck der Gasaufbereitungsanlage verdichtet und anschließend durch Kühlung auskondensiert. Die dabei anfallende Wärmemenge kann über einen Wärmetauscher entnommen und durch einen Abnehmer (z.B. durch die Fermenterheizung) genutzt werden. Nach einer Filterung mit Aktivkohle erfolgt in einem dreistufig geschalteten Membranverfahren die Trennung von Methan und Kohlendioxid. Das Produktgas kann je nach Gasnetz direkt oder ggf. nach weiteren Verfahrensschritten über eine Einspeiseanlage ins Gasnetz eingespeist werden.

Die Installation der Gasaufbereitungsanlage erfolgt in einem Container. Die Kühler der Gasaufbereitungsanlage und die Komponenten der Rohgasvorbehandlung werden auf Fundamentplatten außerhalb des Containers aufgestellt.

Die Gaseinspeisestation soll südlich der Biogasanlage auf dem Flurstück 80/5 durch die EWE Netz GmbH als Gasnetzbetreiber errichtet und betrieben werden. Die Gaseinspeisestation ist somit nicht Gegenstand dieses Änderungsantrages.

Errichtung und Betrieb einer Abluftbehandlungsanlage/ RTO-Anlage (Nr. 29)

Da die mit Kohlendioxid angereicherte Abluft (Permeat) der Gasaufbereitungsanlage noch einen sehr geringen Anteil an Methan enthält, wird diese zur Nachbehandlung einer RTO-Anlage (Regenerativ Thermische Oxidation) zugeführt und dort gereinigt. Die gereinigte Abluft wird anschließend über einen Abgaskamin in die Atmosphäre abgeleitet.

Errichtung einer Technikhalle (Nr. 25) mit Aufstellfläche (Nr. 26) *(für eine später geplante CO_2-Verflüssigungsanlage)*

Wie zuvor beschrieben ist die Abluft der Gasaufbereitungsanlage mit Kohlendioxid angereichert und soll daher einer RTO-Anlage zur Nachbehandlung zugeführt werden und gereinigt über einen Abgaskamin in die Atmosphäre abgeleitet werden.

Langfristig ist geplant, die Abluft der Gasaufbereitungsanlage nicht mehr an die RTO-Anlage abzugeben sondern einer CO_2-Verflüssigungsanlage zuzuführen, um das darin enthaltene CO_2-Rohgas zu flüssigem Kohlendioxid aufzubereiten und es anschließend z.B. der Lebensmittel- oder Chemieindustrie als Rohstoff zur Verfügung zu stellen. Die RTO-Anlage würde dann lediglich genutzt, wenn die CO_2-Verflüssigungsanlage aufgrund von Wartungs- oder Ausfallzeiten nicht zur Verfügung steht.

Die Errichtung der Anlage ist aktuell noch nicht vorgesehen, es ist aber geplant bereits die hierfür erforderliche Technikhalle und die vorgelagerte Aufstellfäche für die Außenaggregate zu errichten. Die CO_2-Verflüssigungsanlage soll zu einem späteren Zeitpunkt beantragt werden und ist nicht Antragsgegenstand.

Anpassung und Erweiterung der vorhandenen Umwallung

Da die Umwallung im westlichen Bereich des bestehenden Betriebsgrundstücks durch die geplante Erweiterung überbaut wird, entfällt dieser Bereich der Umwallung zukünftig komplett. Im Rahmen der Erweiterung der Anlage wird die Umwallung so angepasst und erweitert, dass zukünftig auch der neue Hochfermenter und der neue Gärrestspeicher im Havarieraum liegen.

Der Behälter mit dem größten Füllvolumen wird zukünftig der neue gasdichte Gärrestspeicher III (Nr. 20) mit einem Füllvolumen von 11.939 m³ sein. Eine Einbindung des Behälters ins Erdreich ist aktuell nicht geplant, so dass das gesamte Füllvolumen des Behälters innerhalb der Umwallung aufgefangen werden muss.

Der geplante zukünftige Wallverlauf ist dem Lageplan des Abschnitts 2 dieses Antrags zu entnehmen. Eine Havarieraumplanung ist dem Abschnitt 11.8 dieses Antrags beigefügt. Eine Querschnittszeichnung des geplanten Erdwalls mit geplanten Höhen ist im Abschnitt 12.3.11 dieses Antrags enthalten.

Anlagensicherheit / Störfall-Verordnung

Biogas ist ein entzündbares Gas (Kategorie 1) und nach Stoffliste Nr. 1.2.2 des Anhanges I der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) einzustufen.

Das ermittelte Gesamtgewicht an Biogas der vorhandenen Biogasanlage beträgt ca. 14.583 kg, so dass die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg) überschritten wird und die bestehende Biogasanlage einen Betriebsbereich der unteren Klasse der Störfall-Verordnung darstellt.

Durch die geplante Errichtung der beiden neuen gasdichten Behälter erhöht sich die maximal gelagerte Biogasmenge auf ca. 39.492 kg. Das ermittelte Gesamtgewicht an Biogas überschreitet zwar weiterhin die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg), die Mengenschwelle der Spalte 5 (50.000 kg) wird jedoch auch zukünftig unterschritten. Die Biogasanlage stellt nach der Erweiterung somit unverändert lediglich einen Betriebsbereich der unteren Klasse im Sinne der Störfall-Verordnung dar.

Emissionen

Gerüche

Durch die geplante Anlagenerweiterung entstehen ebenso neue Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen verursachen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Geruchsemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Mithilfe der durchgeführten Ausbreitungsberechnung wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % der Gesamtzusatzbelastung ermittelt. Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium nicht. Das Gutachten ist dem Abschnitt 4.1.1 dieses Antrags beigefügt.

Schall

Durch die neu geplanten Anlagenteile entstehen neue Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen erzeugen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Schallemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die geltenden Immissionsrichtwerte zur Tageszeit und in der ungünstigsten vollen Nachtstunde an den maßgeblichen Immissionsorten eingehalten bzw. unterschritten werden. Die Unterschreitungen betragen mindestens 11 dB am Tag und mindestens 6 dB in der Nacht. Aufgrund der genannten Werte konnte entsprechend TA Lärm auf eine Untersuchung der Geräuschvorbelastung verzichtet werden. Das Gutachten ist dem Abschnitt 4.6.1 dieses Antrags beigefügt.

Ergänzende Angaben zur westlich gelegenen Bundesautobahn BAB A1

Westlich des Anlagenstandortes befindet sich die Bundesautobahn BAB A1. Gemäß § 9 Abs. 1 und Abs. 2 sind für Bundesautobahnen Anbauverbotszonen (40 m vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn) und Anbaubeschränkungszonen (40 bis 100 m vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn) zu berücksichtigen.

Die beiden Zonen sind im Lageplan des Abschnitts 2.4 dargestellt. Wie dem Lageplan zu entnehmen ist, liegt das zukünftige Betriebsgrundstück zwar außerhalb der Anbauverbotszone, jedoch ragen folgende geplante Maßnahmen teilweise in die Anbaubeschränkungszone:

- gasdichter Gärrestspeicher (Nr. 20)
- Technikhalle (Nr. 25)
- Container Sauerstoffgenerator (Nr. 30)

· Erdwall (Nr. 32)

· Eingrünungsmaßnahmen und Sukzessions-/ Brachflächen

· Zaunanlage

Detaillierte Angaben zur Ausführung der oben genannten baulichen Anlagen sind den Zeichnungen des Abschnitts 12.3 und den Baubeschreibungen des Abschnitts 12.4 zu entnehmen. Hinsichtlich der geplanten Ausführung des Erdwalls wird auf die Havarieraumplanung des Abschnitts 11.8.2.1 dieses Antrags verwiesen.

Entsprechend des Umweltberichts und dem zugehörigen Eingrünungsplan der Bauleitplanung sind u.a. zur Minimierung von Auswirkungen auf das Landschaftsbild Eingrünungsmaßnahmen in Form einer Wallbepflanzung vorgesehen. Zusätzlich werden im Westen des Betriebsgrundstücks Grünflächen als Sukzessions-/ Brachfläche entwickelt. Der Umweltbericht und der Eingrünungsplan sind dem Abschnitt 13.5 dieses Antrags beigefügt.

Zum Schutz vor dem Zutritt Unbefugter wird das Betriebsgelände vollständig mit einer Zaunanlage in Form eines Stabmattenzauns mit einer Höhe von 2,00 m eingefasst.

Anlagen:

- 1.2.2 Genehmigungsbestand der Biogasanlage.doc

1.2.2 Genehmigungsbestand der Biogasanlage

Der Genehmigungsbestand einer Anlage ergibt sich aus behördlichen Entscheidungen wie Genehmigungen (G), Widerspruchsbescheiden (W), nachträglichen Anordnungen (AN) sowie aus den Anzeigen (AZ) gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG, bedeutenden Mitteilungen (M) des Betreibers gemäß § 16 BImSchG a.F., Anzeigen (A15) nach § 15 BImSchG und Verzichtserklärungen (V). Neben den immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen sind auch baurechtliche, gewerberechtliche, wasserrechtliche o. a. anlagenbezogene Genehmigungen, Erlaubnisse, Ausnahmegenehmigungen usw. aufgeführt.

Datum	Typ z. B. „G“	Rechtsgrundlage z. B. §16 BImSchG	Aktenzeichen der Behörde	Projekttitel/ Bemerkungen	Projekt-Nr. Planungsbüro
26.05.2011	G	§ 16 BImSchG	63.03571-2010-09 (LK Vechta)	Neubau einer Biogasanlage mit einer Verbrennungsmotoranlage (BHKW-Modul) für den Einsatz von Biogas mit einer installierten Feuerungswärmleistung vom max. 1.243 kW Feuerungswärmeleistung (max. 499 kw_{el}) sowie den mitbeantragten Nebeneinrichtungen als wesentliche Änderung einer Tierhaltungsanlage	10-136
28.09.2011	A15	§ 15 BImSchG	63.03288-2011-09 (LK Vechta)	Änderung der Biogasanlage: - Leistungserhöhung BHKW auf 1.351 kW Feuerungswärmeleistung und 549 kW_{el} bei einer Gasmenge von max. 2,3 Mio. NM^3/a	11-147
28.10.2014	A15	§ 15 BImSchG	63.01856-2014-09 (LK Vechta)	Änderung der Biogasanlage: - Vergrößerung Fermenter - Errichtung Güllevorgrube - Änderung der Fahrsiloanlage	10-136
28.07.2016	A15	§ 15 BImSchG	63.03154-2015-09 (LK Vechta)	Änderung der Biogasanlage: - Änderung der Inputstoffe	15-072
25.03.2019	G	§ 16 BImSchG	40211/1-8.6.3.2 V OL 18-128-01 Mr (GAA Oldenburg)	Änderung der Biogasanlage: - Errichtung Flex-BHKW - Errichtung von Tragluftdächern - Wärmespeicher	-
06.01.2023	A15	§ 15 BImSchG	OL 000056893-15 Gn	Änderung der Biogasanlage; - befristete Erhöhung der Inputstoffe/ Inputmengen und der Biogasproduktion (bis zu ca. 2,9 Mio. Nm^3/a)	-
16.09.2024 *(Datum Anzeige)*	A15	§ 15 BImSchG	*liegt aktuell nicht vor*	Änderung der Biogasanlage; Dauerhafte Erhöhung des Inputs um 1.800 t/a (4,93 t/d) und eine damit verbundene dauerhafte unbegrenzte Erhöhung über den 31.12.2024 hinaus	-

1.3 Sonstiges

Anlagen:

- 1.3.1 Vollmacht.doc
- 1.3.2 Handelsregisterauszug.pdf

1.3.1 Vollmacht

Hiermit bevollmächtige ich,

die Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Franz Timphaus
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne,

die von Lehmden Planungsbüro GmbH
Boschstraße 2
48369 Saerbeck,

Verhandlungen mit der Behörde im Zusammenhang mit der Beantragung des Vorhabens *Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage, hier: Änderung der genehmigten Inputstoffe und Inputmengen sowie Erhöhung der Biogasproduktion, Errichtung und Betrieb einer weiteren Anlagenstrecke zur Erzeugung von Biogas und Aufbereitung von Biogas zu Biomethan, Errichtung und Betrieb eines weiteren Warmwasserspeichers“*

am Standort An den Teichen 27
49393 Lohne

zu führen und Schriftverkehr mit Ausnahme von Bescheiden und Verfügungen bis zur Antragsbescheidung in Empfang zu nehmen.

Bescheide und Verfügungen sollen in Kopie an die von Lehmden Planungsbüro GmbH, Boschstraße 2, 48369 Saerbeck gesandt werden.

Die von Lehmden Planungsbüro GmbH wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens weiterhin ermächtigt Unterschriftsleistungen für den Antragsteller zu erbringen.

Lohne, xx.xx.2024

Ort, Datum

Antragstellerin
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG

1. Anzahl der bisherigen Eintragungen:

3

2. a) Firma:

Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG

b) Sitz, Niederlassung, inländische Geschäftsanschrift, Zweigniederlassungen:

Lohne
Geschäftsanschrift: Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne

c) Gegenstand des Unternehmens:

---

3. a) Allgemeine Vertretungsregelung:

Jeder persönlich haftende Gesellschafter vertritt einzeln.

b) Inhaber, persönlich haftende Gesellschafter, Geschäftsführer, Vorstand, Vertretungsberechtigte und besondere Vertretungsbefugnis:

Mit der Befugnis -auch für jeden Geschäftsführer-, im Namen der Gesellschaft mit sich im eigenen Namen oder als Vertreter eines Dritten Rechtsgeschäfte abzuschließen:
Persönlich haftender Gesellschafter: Landschwein Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Lohne (Amtsgericht Oldenburg HRB 110027)

4. Prokura:

---

5. a) Rechtsform, Beginn und Satzung:

Kommanditgesellschaft

b) Sonstige Rechtsverhältnisse:

---

c) Kommanditisten, Mitglieder:

Kommanditist(en):
Timphaus, Franz, Lohne, *08.03.1965, Haftsumme: 50.000,00 EUR

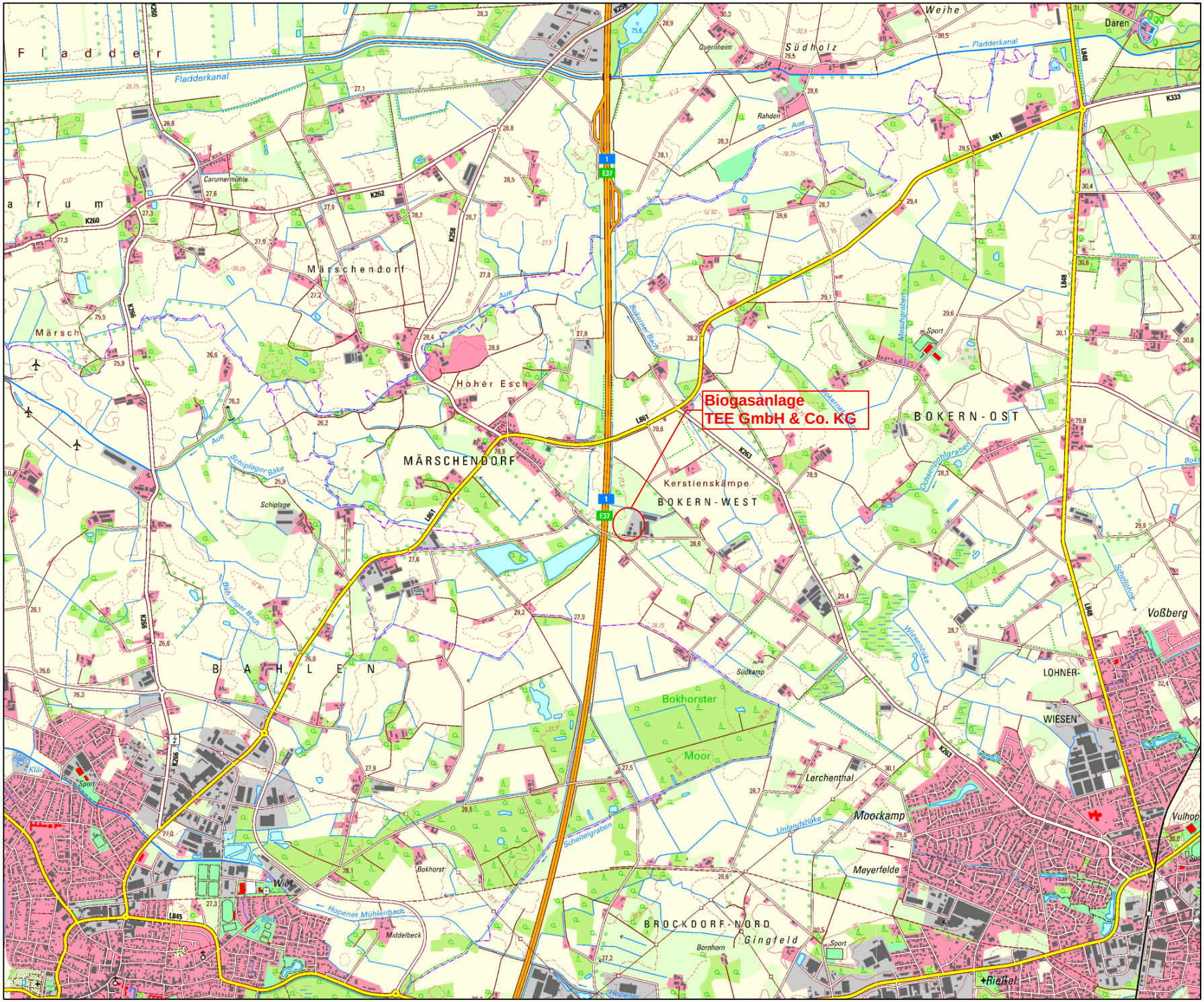
6. a) Tag der letzten Eintragung:

02.04.2024

2.1 Topographische Karte 1:25 000

Anlagen:

- 2.1 Topographische Karte.pdf



20240921-231945_Umweltkarten

0 0,28 0,55 1,1 km

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen.

© 2024

Maßstab: 1:25.000

Datum: 21.09.2024

Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz

2.2 Amtliche Karte 1:5000

Als Anlage ist eine Übersichtskarte im Maßstab 1 : 5.000 beigefügt. Hinsichtlich der zulässigen baulichen Nutzungen wird auf die unter Abschnitt 2.5 beigefügten Flächennutzungspläne verwiesen.

Anlagen:

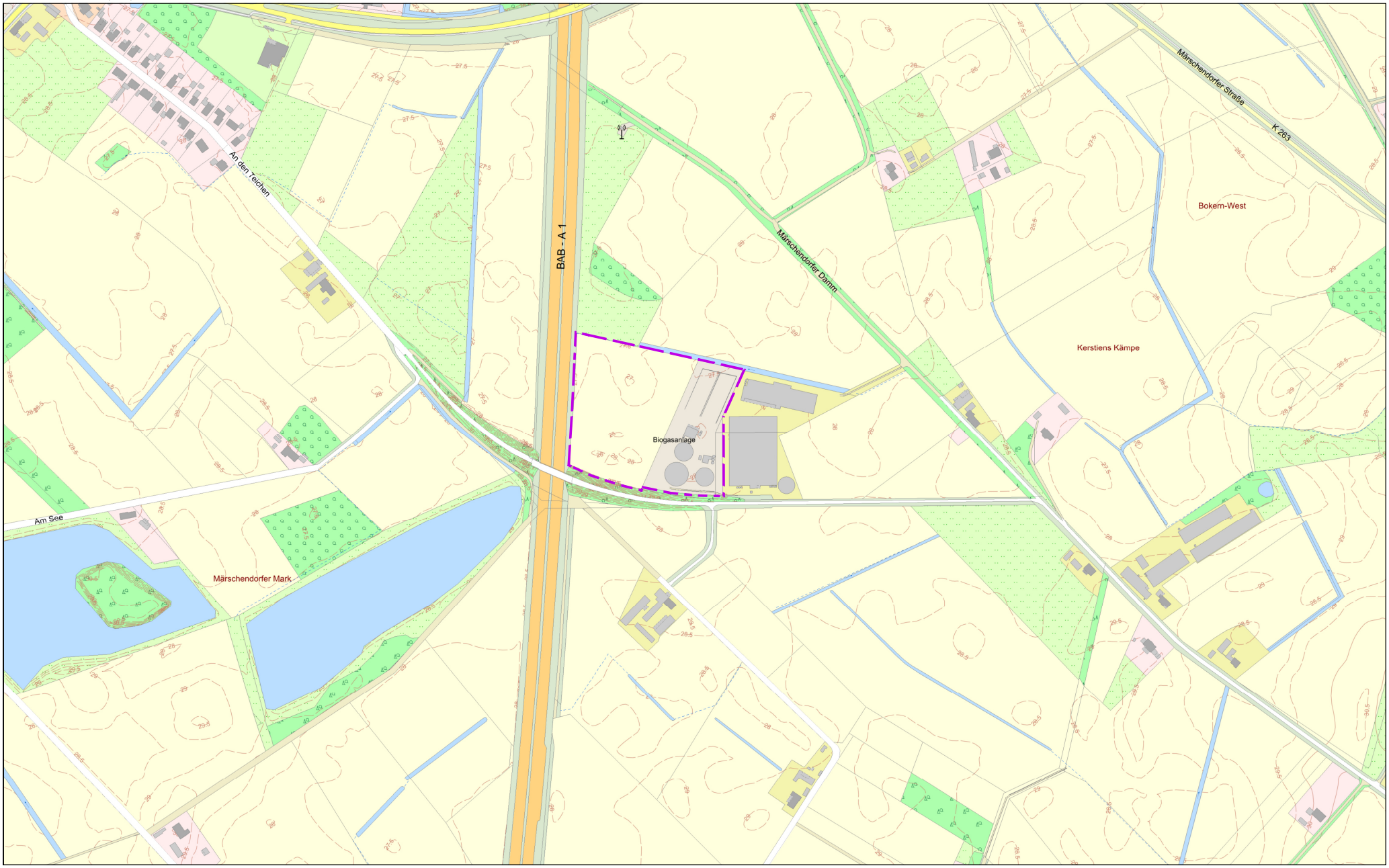
- 2.2 Amtliche Karte 5000.pdf

Amtliche Karte 1:5000

Datei: 02_Auszug_Amtliche_Karte_1-5000_20241205_V1.pdf

Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure
Dipl.-Ing. Werner Timmen
M. Sc. Axel Timmen
Eisenbahnweg 31, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471/91 90 – 0 info@vermessung-timmen.de
Geschäftsbuch-Nr.: L24054
Ausgabedatum: 05.12.2024

© GeoBasis-DE/LGLN (2024)



2.3 Liegenschaftskarte

Anlagen:

- 2.3 Einfacher Lageplan.pdf

VERMESSUNG TIMMEN

Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure
Dipl.-Ing. Werner Timmen
M. Sc. Axel Timmen
Eisenbahnweg 31, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471/91 90 – 0 ✉ info@vermessung-timmen.de
Fax. 04471/ 91 90 20 www.vermessung-timmen.de
Datei: 02_einfacher_Lageplan_20241205_V1.pdf

Einfacher Lageplan zu einem Bauvorhaben
(§ 11 Abs. 3 Nds. Bauvorlagenverordnung)

Geschäftsbuch-Nr.
(Bei Rückfragen bitte angeben)
L24054

Maßstab 1: 1000

Bauvorhaben	Bauherr/in (wenn abweichend vom Eigentümer)
Erweiterung einer Biogasanlage	

Angaben aus dem Liegenschaftskataster

Landkreis oder kreisfreie Stadt	Gemeinde	Gemarkung
Landkreis Vechta	***Lohne (Oldenburg), Stadt***	***Lohne***

Flur	Flurstück	Lagebezeichnung	Fläche m²	Grundbuch Blatt	Grundbuch lfd.Nr.	Hinweise
3	*20/17*	*An den Teichen*	*25 995*	*6911*	*24*	
3	*20/24*	*An den Teichen*	*13 538*	*14582*	*1*	
3	*20/27*	*An den Teichen*	*111*	*14583*	*2*	
3	*20/29*	*An den Teichen*	*879*	*4865*	*3*	

Eigentümer/in , ggf. Erbbauberechtigte

Franz Timphaus: 20/17, 20/24, 20/27

Landschwein GmbH & Co. Kommanditgesellschaft: 20/29

Cloppenburg, den 05.12.2024

ÖFFENTLICH BESTELLTER VERMESSUNGSINGENIEUR M.SC. AXEL TIMMEN CLOPPENBURG

(Öffentl. best. Verm.-Ing. A. Timmen)

Hinweise
- Der dargestellte Gebäudebestand und die Flurstücksgrenzen sind örtlich nicht überprüft worden.
- Eine Gewähr für die Angaben aus dem Liegenschaftskataster wird nur für urschriftliche Ausfertigungen übernommen.
- Vervielfältigung der Angaben aus dem Liegenschaftskataster nur für eigene, nichtwirtschaftliche Zwecke gestattet (§ 5Abs. 3,§ 9 Abs.1 Nr. 2 Nieders. Gesetz über das amtliche Vermessungswesen vom 12.12.2002, Niedersächsisches GVBl. 2003 S. 5).

Erläuterungen für die Angaben aus dem Liegenschaftskataster:

(violett) — — — Begrenzung des Baugrundstücks nach den Angaben der Auftraggeberin / des Auftraggebers

► im Liegenschaftskataster noch nicht nachgewiesen

——— Flurstücksgrenze

—○— abgemarkter Grenzpunkt

—·—· Gemeindegrenze

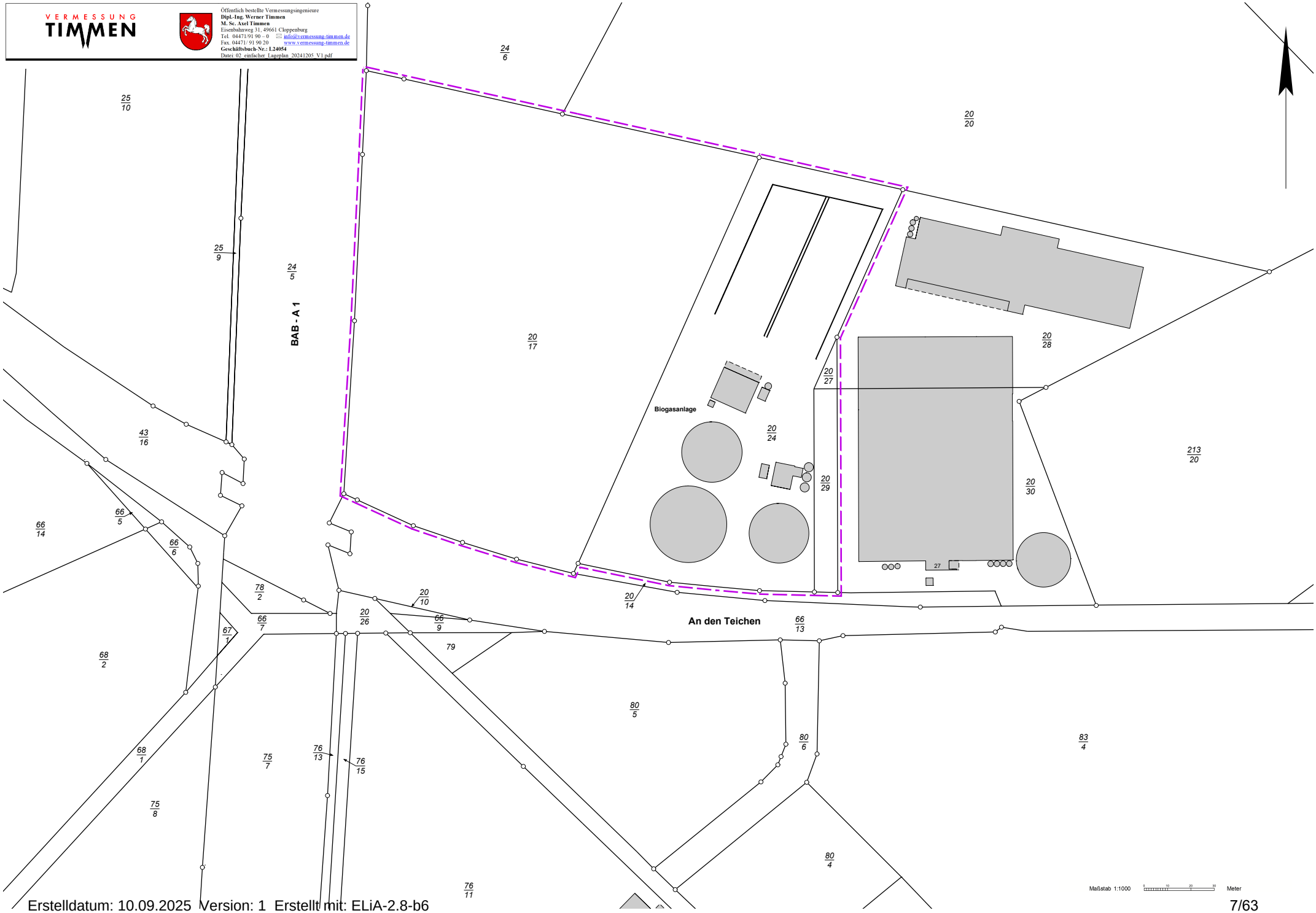
—··—·· Gemarkungsgrenze

—···—··· Flurgrenze

Gebäude

VERMESSUNG TIMMEN

Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure
Dipl.-Ing. Werner Timmen
M. Sc. Axel Timmen
Eisenbahnweg 31, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471/ 91 90 - 0 info@vermessung-timmen.de
Fax. 04471/ 91 90 20 www.vermessung-timmen.de
Geschäftsbuch-Nr.: L24054
Datei: 02_einfacher_Lageplan_20241205_V1.pdf



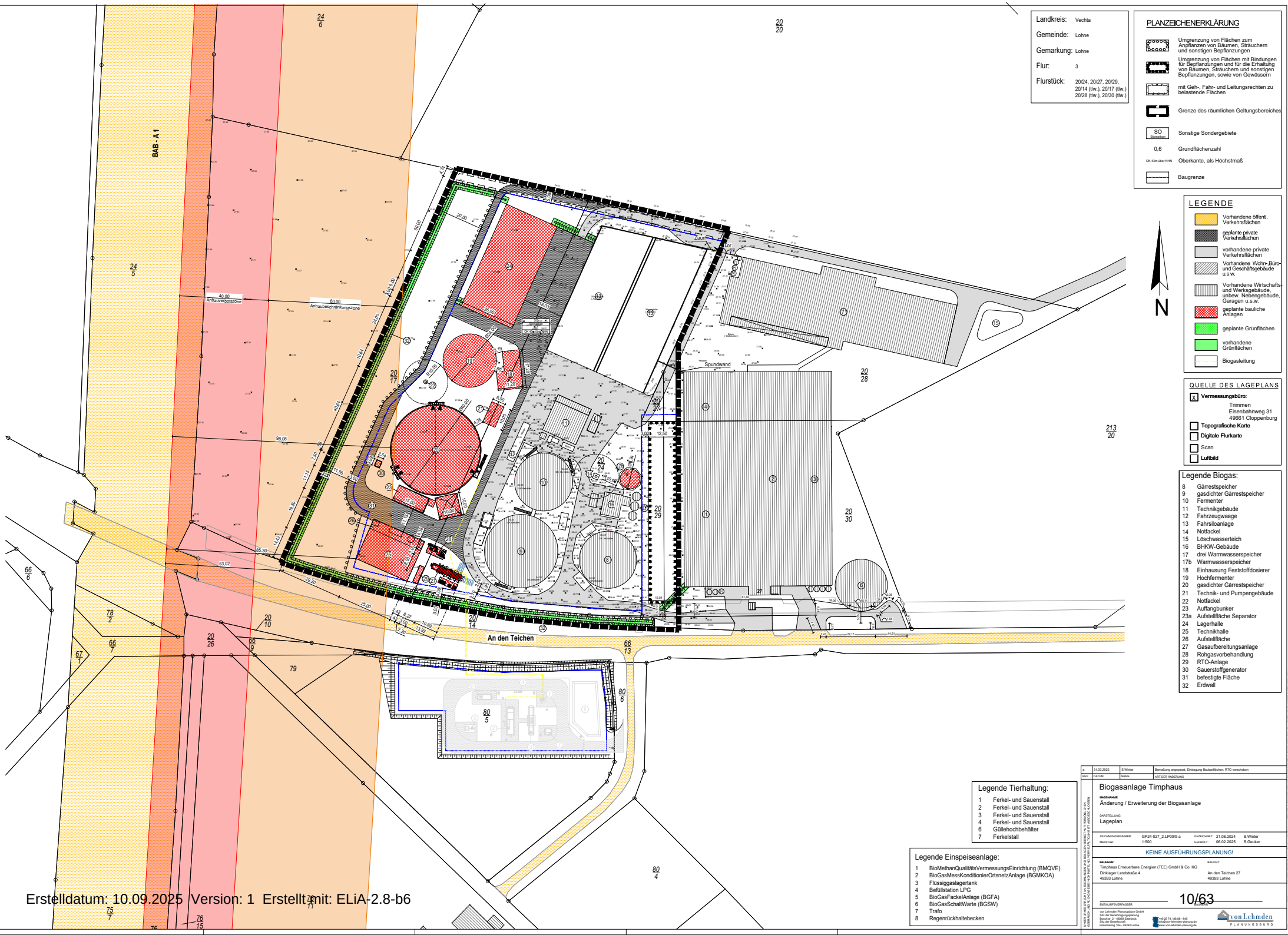
2.3.1 Flurstücknachweis

siehe Abschnitt 2.3

2.4 Werkslage- und Gebäudeplan

Anlagen:

- 2.4. Lageplan.pdf


Landkreis: Vechta
Gemeinde: Lohne
Gemarkung: Lohne
Flur: 3
Flurstück: 20/24, 20/27, 20/29, 20/14 (tlw.), 20/17 (tlw.) 20/28 (tlw.), 20/30 (tlw.)
PLANZEICHENERKLÄRUNG
Umgrenzung von Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen
Umgrenzung von Flächen mit Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen, sowie von Gewässern
mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zu belastende Flächen
Grenze des räumlichen Geltungsbereiches
SO Biogasanlage
Sonstige Sondergebiete
0,6
Grundflächenzahl
OK 43m über NHN
Oberkante, als Höchstmaß
Baugrenze
LEGENDE
Vorhandene öffentl. Verkehrsflächen
geplante private Verkehrsflächen
vorhandene private Verkehrsflächen
Vorhandene Wohn-,Büro- und Geschäftsgebäude u.s.w.
Vorhandene Wirtschafts- und Werksgebäude, unbew. Nebengebäude, Garagen u.s.w.
geplante bauliche Anlagen
geplante Grünflächen
vorhandene Grünflächen
Biogasleitung
N
QUELLE DES LAGEPLANS
X Vermessungsbüro:
Trimmen
Eisenbahnweg 31
49661 Cloppenburg
Topografische Karte
Digitale Flurkarte
Scan
Luftbild
Legende Biogas:
8 Gärrestspeicher
9 gasdichter Gärrestspeicher
10 Fermenter
11 Technikgebäude
12 Fahrzeugwaage
13 Fahrsiloanlage
14 Notfackel
15 Löschwasserteich
16 BHKW-Gebäude
17 drei Warmwasserspeicher
17b Warmwasserspeicher
18 Einhausung Feststoffdosierer
19 Hochfermenter
20 gasdichter Gärrestspeicher
21 Technik- und Pumpengebäude
22 Notfackel
23 Auffangbunker
23a Aufstellfläche Separator
24 Lagerhalle
25 Technikhalle
26 Aufstellfläche
27 Gasaufbereitungsanlage
28 Rohgasvorbehandlung
29 RTO-Anlage
30 Sauerstoffgenerator
31 befestigte Fläche
32 Erdwall
Legende Tierhaltung:
1 Ferkel- und Sauenstall
2 Ferkel- und Sauenstall
3 Ferkel- und Sauenstall
4 Ferkel- und Sauenstall
6 Güllehochbehälter
7 Ferkelstall
Legende Einspeiseanlage:
1 BioMethanQualitätsVermessungsEinrichtung (BMQVE)
2 BioGasMessKonditionierOrtsnetzAnlage (BGMKOA)
3 Flüssiggaslagertank
4 Befüllstation LPG
5 BioGasFackelAnlage (BGFA)
6 BioGasSchaltWarte (BGSW)
7 Trafo
8 Regenrückhaltebecken
BAB - A 1
An den Teichen
Spundwand
Anbauverbotszone
Anbaubeschränkungszone
a 31.03.2025 S.Winter Bemaßung angepasst, Eintragung Baufestflächen, RTO verschoben
REV. DATUM NAME ART DER ÄNDERUNG
Biogasanlage Timphaus
MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage
DARSTELLUNG:
Lageplan
ZEICHNUNGSNUMMER: GP24-027_2.LP00/0-a
MAßSTAB: 1:500
GEZEICHNET: 21.08.2024 S.Winter
GEPRÜFT: 06.02.2025 S.Geuker
KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!
BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne
BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne
ENTWURFSVERFASSER
von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
von Lehmden PLANUNGSBÜRO
10/63
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

2.5 Auszug aus gültigem Flächennutzungs- oder Bebauungsplan oder Satzungen nach §§ 34, 35 BauGB

Die Biogasanlage der Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG sowie die Flächen für die geplante Erweiterung befinden sich im Außenbereich der Stadt Lohne.

Für die Stadt Lohne liegt ein Flächennutzungsplan vor. Im Flächennutzungsplan ´80 der Stadt Lohne ist der Anlagenstandort derzeit als landwirtschaftliche Fläche ausgewiesen.

Im Juni 2006 wurde mit der 50. Änderung des Flächennutzungsplans ein Einzugsgebiet für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse ausgewiesen. Die übrigen Darstellungen des Flächennutzungsplanes sowie die planungsrechtlichen Genehmigungsanforderungen nach § 35 BauGb Abs. 1 Nr. 6 BauGB blieben in diesem Gebiet unberührt. Der Standort der Biogasanlage Timphaus liegt im nördlichen Teilbereich des Eignungsgebietes.

Da die bestehende Biogasanlage bisher im Sinne des § 35 BauGB zu beurteilen war, wurde die hier geplante Erweiterung zunächst auf Grundlage des § 246d BauGB beantragt.

Um die planungsrechtlichen Voraussetzungen für den Betrieb der Biogasanlage und den baulichen Bestand der Biogasanlage dauerhaft zu sichern, erfolgt derzeit die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII Sondergebiet Biomethan, An den Teichen 27. Parallel zur Aufstellung des Bebauungsplanes soll die 90. Änderung des Flächennutzungsplanes der Stadt Lohne erfolgen.

Der Geltungsbereich des in der Aufstellung befindlichen Bebauungsplans umfasst die Flurstücke 20/24, 20/27, 20/29 und Teilbereiche der Flurstücke 20/17 und 20/14.

Der Entwurf der Flächennutzungsplan-Änderung und der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans sowie die zugehörigen Begründungen wurden vom 24.03.2025 bis einschließlich 27.04.2025 veröffentlicht und im Rathaus der Stadt Lohne öffentlich ausgelegt. Stellungnahmen von privater Seite wurden nicht vorgebracht. Die Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange wurden im gleichen Zeitraum über die Planung informiert und ihnen wurde Gelegenheit zur Stellungnahme gegeben.

In der Sitzung vom 20.05.2025 hat der Ausschuss für Umwelt, Bau- und Stadtentwicklung der Vorlage zum Feststellungsbeschluss der Flächennutzungsplanänderung sowie zum Satzungsbeschluss des Bebauungsplans mehrheitlich zugestimmt. Die Sitzungen des Verwaltungsausschusses und des Rats sind für den 10.06.2025 und den 18.06.2025 terminiert. Es ist zu erwarten, dass der Rat sowohl die Flächennutzungsplanänderung als auch den Bebauungsplan als Satzung beschließen wird.

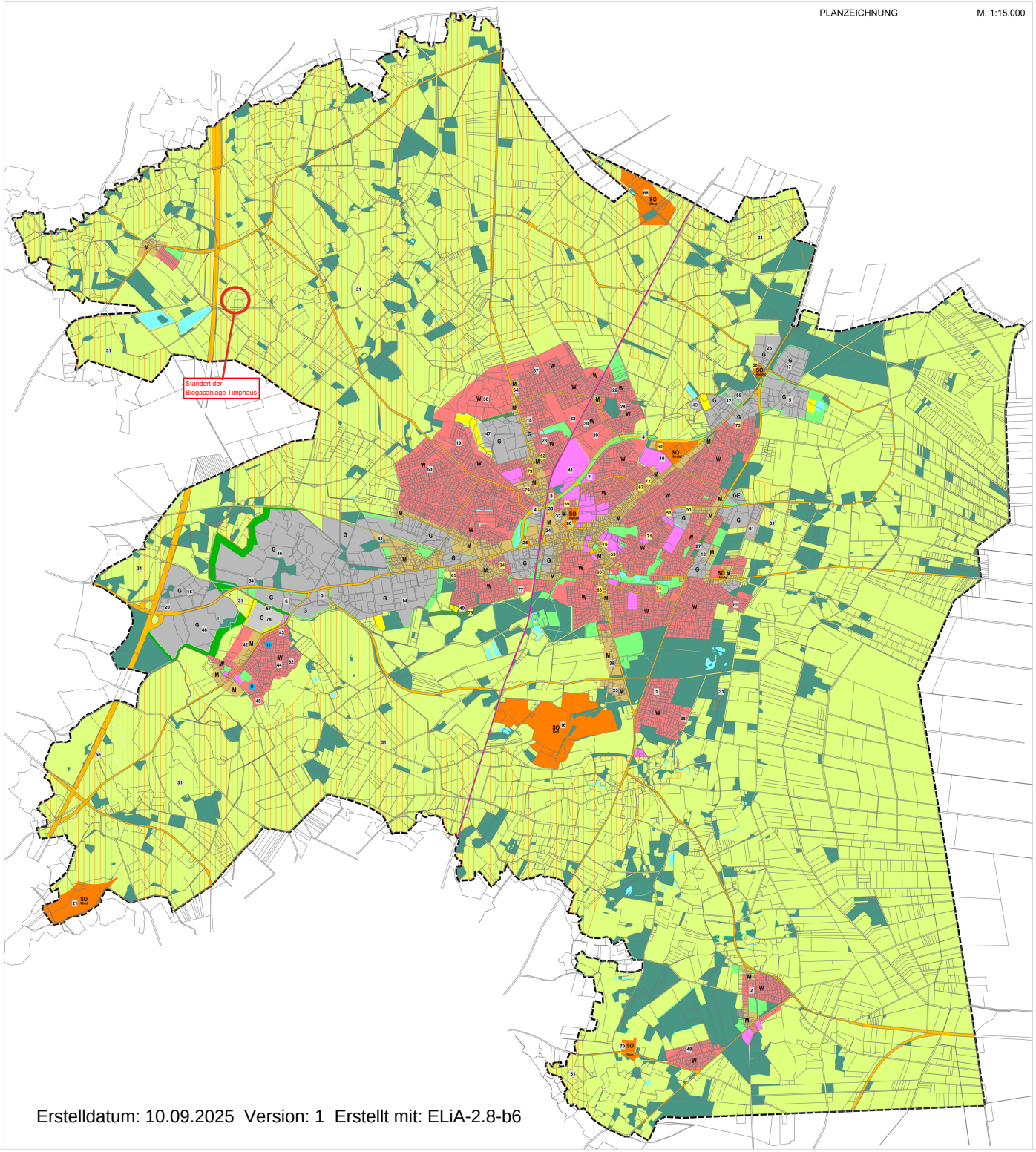
Nachfolgend sind die aktuell geltenden Planzeichnungen des Flächennutzungsplans ´80 (Neubekanntmachung Gesamtübersicht) sowie der 50. Änderung des Flächennutzungsplans beigefügt.

Im Hinblick auf die in Kürze erwarteten Feststellungs- und Satzungsbeschlüsse sind außerdem die Planzeichnungen und Begründungen des Entwurfs der *90. Änderung des Flächennutzungsplans* sowie des Entwurfs des *vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII "Sondergebiet Biomethan, An den Teichen 27"* beigefügt. Der Entwurf des zugehörigen Umweltberichts ist dem Abschnitt 13 dieses Antrags beigefügt.

Anlagen:

- 2.5.1a Flächennutzungsplan '80 (Neubekanntmachung) - Gesamtübersicht.pdf
- 2.5.1b Flächennutzungsplan 50. Änderung.pdf
- 2.5.1c Flächennutzungsplan 90. Änderung - Planzeichnung (Entwurf für Feststellungsbeschluss).pdf
- 2.5.1d Flächennutzungsplan 90. Änderung - Begründung (Entwurf für Feststellungsbeschluss).pdf
- 2.5.2a Bebauungsplan - Planzeichnung (Entwurf für Satzungsbeschluss).pdf
- 2.5.2b Bebauungsplan - Begründung (Entwurf für Satzungsbeschluss).pdf
- 2.5.2c Bebauungsplan - Vorhaben- und Erschließungsplan (Entwurf für Satzungsbeschluss).pdf

PLANZEICHNUNG M. 1:15.000



ÄNDERUNGEN / BERICHTIGUNGEN

Änderungen und Berichtigungen des Flächennutzungsplanes `80 seit 1982

Nr. Änderung
Nr. Berichtigung nach dem Maßnahmengesetz von 1990
Nr. Berichtigung nach §13a

Nr.	Bereich	Art	Feststellung
1	Bergweg / Moorstraße	2. Änderung	07.12.1984
2	Kroge Pickerweg	5. Änderung	30.08.1985
3	Südlich der L 845 und westlich der Industriestraße	4. Änderung	24.10.1986
4	Nordtangente	8. Änderung	31.08.1990
5	Gewerbegebiet Brägel	14. Änderung	11.06.1993
6	Zwischen der Dinklager Straße und dem Hopener Mühlenbach	17. Änderung	11.06.1993
7	Zwischen Adenauerring und Vechtaer Straße	18. Änderung	17.09.1993
8	Zwischen der Nordtangente, der Kreuzstraße und der Bahnlinie	20. Änderung	14.06.1996
9	Brockdorf	Berichtigung	14.06.1996
10	An der Kirchenziegelei, Lindenstraße und Vechtaer Straße	10. Änderung	27.09.1996
11	Brockdorf	Berichtigung	31.01.1997
12	Nordlohne - Gerken Busch, nördlich der Vechtaer Straße	25. Änderung	08.11.1997
13	Östlich des Bergweges	21. Änderung	28.03.1998
14	Raiffeisen – südlich Gewerbering	29. Änderung	30.01.1999
15	Gewerbegebiet Brockdorf	24. Änderung	22.05.1999
16	Golfplatz	28. Änderung	27.05.1999
17	Ecke Vechtaer Straße / Krimpenforter Straße, Teil B/I	26. Änderung	01.04.2000
18	Voßberg	39. Änderung	05.06.2001
19	Algenweg	37. Änderung	04.06.2002
20	Östlich der BAB A1 / nördlich der Dinklager Straße	33. Änderung	08.08.2002
21	Windenergieanlagen	45. Änderung	12.05.2003
22	Gebiet zwischen Dobbenweg, Voßbergstraße und Bahnlinie	41/I. Änderung	24.09.2003
23	Nördlich Vulhopsweg / Bakumer Straße	42/I. Änderung	20.12.2003
24	Östlich vom Bahnhof	38. Änderung	02.10.2004
25	Sport- und Freizeitzentrum Steinfelder Straße	43. Änderung	08.01.2005
26	Ecke Vechtaer Straße / Krimpenforter Straße, Teil B/I	26. Änderung	12.11.2005
27	Zwischen Bergweg und Roggenkamp	49. Änderung	18.02.2006
28	Gebiet zwischen Jägerstraße, Voßbergstraße, Dobbenweg, Möhlendamm und Vechtaer Straße	41/III. Änderung	20.05.2006
29	Zwischen Vechtaer Straße / Vulhopsweg	46. Änderung	10.06.2006
30	Gebiet zwischen Jägerstraße, Vulhopsweg und Bahnlinie	41/II. Änderung	26.05.2006
31	Biogasanlagen im Aussenbereich	50. Änderung	21.06.2006
32	Südlich Pinschweg / Bahnlinie	42/II. Änderung	29.06.2006
33	Zwischen Keetstraße, Klepphakenstraße und Meyerhofstraße	51. Änderung	15.01.2007
34	Neufassung Meyeresch	Berichtigung	30.06.2007
35	Nördlich Dinklager Straße / westlich Bahnlinie	55. Änderung	25.07.2007
36	Lohnerwiesen	40.1. Änderung	15.12.2007
37	Nördlich Voßberg	40.2. Änderung	15.12.2007
38	Westlich der Straße Am Sandberg	40.5. Änderung	15.12.2007
39	Westlich Steinfelder Straße	40.6. Änderung	15.12.2007
40	Südwestlich Hopen – West	40.7. Änderung	15.12.2007
41	Vulhop – zwischen Bahnlinie und Vechtaer Straße	40.8. Änderung	15.12.2007
42	Brockdorf – Nordwestlich Langweger Straße	40.9. Änderung	15.12.2007
43	Brockdorf – Urlagen Hof	40.10. Änderung	15.12.2007
44	Brockdorf – östlich der Straße An der Urlage	40.11. Änderung	15.12.2007
45	Brockdorf – südlich Kreymborgs Kamp	40.12. Änderung	15.12.2007
46	Gewerbliche Bauflächen nord- und südlich der Dinklager Straße	48. Änderung	15.12.2007
47	Ecke Bakumer Straße / Wiesenstraße	47. Änderung	01.03.2008
48	Ehrendorf – nördlich Lindenweg	40.14. Änderung	09.07.2009
49	Schellohne – westlich der Klärstraße	56. Änderung	23.07.2009
50	Lerchentaler Straße / Märschendorfer Straße	35. Änderung	01.12.2009
51	Brägeler Straße / Eschstraße	Berichtigung	13.02.2010
52	Südlich Vulhopsweg	Berichtigung	20.02.2010
53	Nördlich des Heckenweges, Teilbereich B	Berichtigung	13.03.2010
54	Nördlich Dinklager Straße / östlich Bokhorster Damm	64. Änderung	01.10.2011
55	Nordlohne – Gerken Busch	63. Änderung	24.05.2011
56	Brockdorf – Langweger Straße	61. Änderung	26.11.2011
57	Nördlich Langweger Straße K 269 / südlich Hopener Mühlenbach	62. Änderung	02.06.2012
58	Auf dem Berge – Nordlohne	Berichtigung	11.08.2012
59	Wohnpark Klepphakenstraße	Berichtigung	06.04.2013
60	Zwischen der Straße An der Kirchenziegelei, Lindenstraße und Vechtaer Straße	Berichtigung	27.04.2013
61	Östlich der Straße Am Grevingsberg	57. Änderung	19.10.2013
62	Wohngebiet östlich der Straße An der Urlage	69. Änderung	01.02.2014
63	Brinkstraße / Hopener Straße	Berichtigung	28.03.2015
64	Mischgebiet östlich der Bakumer Straße / nördlich der Voßbergstraße	72. Änderung	06.10.2015
65	Bereich Dinklager Straße und Taubenstraße	Berichtigung	18.11.2015
66	Bereich Westlich der Brinkstraße	Berichtigung	14.05.2016
67	Ecke Adenauerring / Lindenstraße	Berichtigung	11.06.2016
68	Windenergieanlagen	65. Änderung	19.11.2016
69	Teilbereich 40.4/I der 40. Änderung des FNP 80	40.4/I. Änderung	14.01.2017
70	Ehrendorf – Landwirtschaftliche Hofstelle – Ehrendorfer Straße 7	73. Änderung	19.06.2017
71	Bereich zwischen Evers Berg und Bittgang	Berichtigung	16.12.2017
72	Nördlich Lindenstraße / südlich Königsberger Straße	Berichtigung	10.02.2018
73	Vechtaer Straße / Wicheler Flur	Berichtigung	22.09.2018
74	Bereich zwischen Josefstraße und Zur Freilichtbühne	Berichtigung	26.10.2019
75	Südlich Nachtgallenweg	Berichtigung	07.03.2020
76	Soziales Zentrum Teilbereich C	Berichtigung	25.07.2020
77	Östlich Falkenweg	77. Änderung	27.02.2021
78	Brockdorf – nördlich Langweger Straße K 269	62. Änderung	06.03.2021
79	Zwischen Bakumer Straße und Bruchweg	Berichtigung	13.10.2021
80	SO Keetstraße / Meyerhofstraße	74. Änderung	30.10.2021
81	Westlich Gingfeld	78. Änderung	13.11.2021

Flächennutzungsplan '80 Neubekanntmachung

Übersichtsplan der Änderungen und Berichtigungen des Flächennutzungsplanes `80 der Stadt Lohne.
Zeitraum von 1982 bis 31.12.2021

Plan 1/3 - Gesamtübersicht

STADT LOHNE
LANDKREIS VECHTA / OLDENBURG

1000/890

Präambel

Auf Grund des § 1 Abs. 3 des Baugesetzbuches (BauGB) i. V. m. § 40/ § 72 Abs. 1 Nr. 1 der Niedersächsischen Gemeindeordnung hat der Rat der Stadt Lohne diese 50. Flächennutzungsplanänderung, bestehend aus der Planzeichnung und den nebenstehenden textlichen Darstellungen, beschlossen.

Lohne, den 13.12.2005 L.S. gez. Niesel
Bürgermeister

Verfahrensvermerke

Planunterlage

Kartengrundlage: DGK 5 als Rasterdaten
Maßstab: 1 : 5.000 (Verkleinerung auf 1:15.000)
Stand:
Herausgebervermerk: Herausgegeben von der Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften Cloppenburg – Katasteramt Vechta

Diese Karten sind gesetzlich geschützt.
Die Verwertung für nichteigene oder für wirtschaftliche Zwecke und die öffentliche Wiedergabe ist nur mit Erlaubnis der zuständigen Vermessungs- und Katasterbehörde zulässig. Keiner Erlaubnis bedarf
1. die Verwertung von Angaben des amtlichen Vermessungswesens und von Standardpräsentationen für Aufgaben des übertragenen Wirkungskreises durch kommunale Körperschaften,
2. die öffentliche Wiedergabe von Angaben des amtlichen Vermessungswesens und von Standardpräsentationen durch kommunale Körperschaften, sowie diese im Rahmen ihrer Aufgabenerfüllung eigene Informationen für Dritte bereitstellen.

(vgl. § 5 Abs. 3 des Niedersächsischen Gesetzes über das amtliche Vermessungswesen (NVermG)).

Planverfasser

Die 50. Flächennutzungsplanänderung wurde ausgearbeitet von der NWP Planungsgesellschaft mbH Escherweg 1, 26121 Oldenburg.

Oldenburg, den 25.01.2006 gez. Meier
(Unterschrift)

Aufstellungsbeschluss

Der VA der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 05.10.2004 die Aufstellung der 50. Flächennutzungsplanänderung beschlossen. Der Aufstellungsbeschluss ist gemäß § 2 Abs. 1 BauGB am 29.10.2004 ortsüblich bekannt gemacht.

Lohne, den 13.12.2005 i. A. gez. Kröger

Öffentliche Auslegung

Der VA der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 19.04.2005 dem Entwurf der 50. Flächennutzungsplanänderung und der Begründung zugestimmt und seine öffentliche Auslegung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB abeschlossen.
Ort und Dauer der öffentlichen Auslegung wurden am 28.07.2005 ortsüblich bekannt gemacht.
Der Entwurf der 50. Flächennutzungsplanänderung und der Begründung haben vom 08.08.2005 bis 16.09.2005 gemäß § 3 Abs. 2 BauGB öffentlich ausgelegen.

Lohne, den 13.12.2005 i. A. gez. Kröger

Feststellungsbeschluss

Der Rat der Stadt Lohne hat nach Prüfung der Stellungnahmen gemäß § 3 Abs. 2 BauGB die 50. Flächennutzungsplanänderung nebst Begründung in seiner Sitzung am 13.12.2005 beschlossen.

Lohne, den 13.12.2005 i. A. gez. Kröger

Genehmigung

Die 50. Flächennutzungsplanänderung ist mit Verfügung (Az.: 63.02664-05-50) vom heutigen Tage gemäß § 6 BauGB genehmigt.

Vechta, den 14.06.2006 L.S. gez. Langfermann
Landkreis Vechta
Der Landrat
Im Auftrag

Bekanntmachung

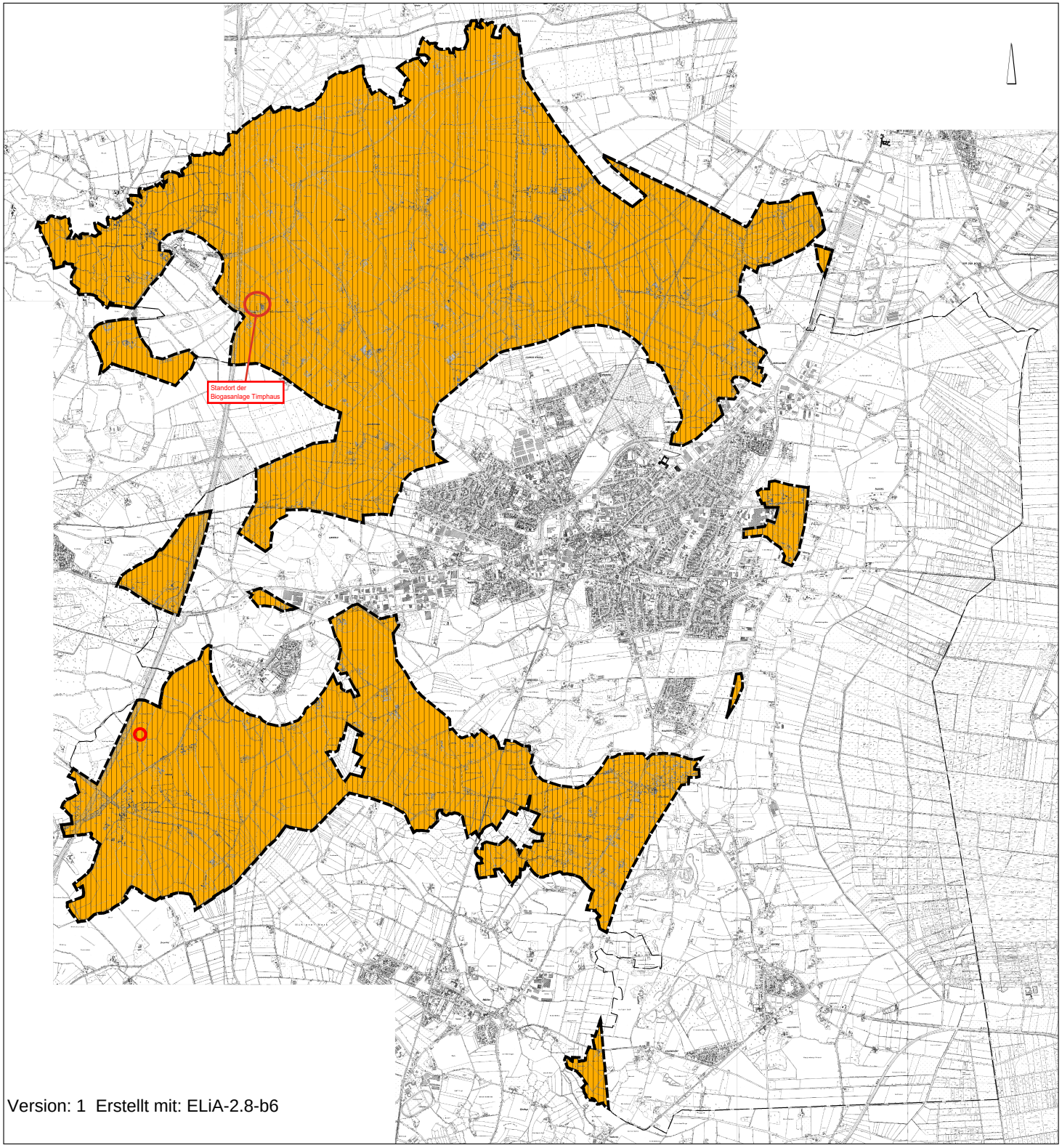
Die Erteilung der Genehmigung der 50. Flächennutzungsplanänderung ist gemäß § 6 Abs. 5 BauGB am 21.06.2006 in der Oldenburgischen Volkszeitung bekannt gemacht worden.
Die 50. Flächennutzungsplanänderung ist damit am 21.06.2006 wirksam geworden.

Lohne, den 21.06.2006 i. A. gez. Kröger

Verletzung von Vorschriften

Innerhalb von zwei Jahren nach Wirksamwerden der 50. Flächennutzungsplanänderung ist die Verletzung von Vorschriften beim Zustandekommen der 50. Flächennutzungsplanänderung und der Begründung nicht geltend gemacht worden.

Lohne, den ..... i. A. .....



PLANZEICHENERKLÄRUNG

Eignungsgebiet für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse i. S. d. § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB (als übertragende Darstellung der im wirksamen Flächennutzungsplan dargestellten Grundnutzungen)

Grenzen des Änderungsbereiches

Grenze des Stadtgebietes

Textliche Darstellungen

Gemäß § 5 BauGB werden in der Planzeichnung dieses sachlichen Teilflächennutzungsplanes Eignungsgebiete für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse i. S. d. § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB dargestellt mit den folgenden Wirkungen:

- Die übrigen Darstellungen des Flächennutzungsplanes in diesen Gebieten sowie die planungsrechtlichen Genehmigungsanforderungen des § 35 BauGB bleiben unberührt.
- Außerhalb der dargestellten Eignungsgebiete sind Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse i. S. d. § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB in der Regel gemäß § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB nicht zulässig, da hier öffentliche Belange entgegenstehen.

Hinweise
Nachrichtliche Übernahmen

(1)
Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten ur- oder frühgeschichtliche Bodenfunde (das können u.a. sein: Tongefäßscherben, Holzkohleansammlungen, Schlacken sowie auffällige Bodenverfärbungen und Steinkonzentrationen, auch geringe Spuren solcher Funde) gemacht werden sind diese gemäß § 14 Abs. 1 des Nds. Denkmalschutzgesetzes meldepflichtig und müssen der Unteren Denkmalschutzbehörde des Landkreises unverzüglich gemeldet werden. Meldepflichtig sind Finder, der Leiter der Arbeiten oder der Unternehmer. Bodenfunde und Fundstellen sind nach § 14 Abs. 2 des NDSchG bis zum Ablauf von 4 Werktagen nach der Anzeige unverändert zu lassen, bzw. für ihren Schutz ist Sorge zu tragen, wenn nicht die Denkmalschutzbehörde vorher die Fortsetzung der Arbeiten gestattet.

(2)
Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten Hinweise auf Altablagerungen bzw. Altstandorte zutage treten, so ist unverzüglich die Untere Abfallbehörde zu benachrichtigen.

(3)
In den Eignungsgebieten liegen die Landschaftsschutzgebiete bzw. Teilflächen der Landschaftsschutzgebiete VEC 31, 32, 111, 112, 123 und 150. Die Schutzgebietsverordnungen sind zu beachten.

gezeichnet:	K. Heise	K. Heise	M. Niemeyer	K. Heise				
geprüft:	M. Meier	M. Meier	M. Meier	M. Meier				
Datum:	19.01.2005	20.07.2005	24.01.2006	19.07.2006				

Stadt Lohne
Landkreis Vechta

50. Änderung des Flächennutzungsplanes
Sachlicher Teilflächennutzungsplan gemäß § 5 Abs. 2b BauGB

Stand: Dezember 2005 Maßstab: 1 : 15.000

NWP Planungsgesellschaft mbH - Gesellschaft für Raum- und Umweltforschung
Escherweg 1 - 26121 Oldenburg
Postfach 3967 - 26028 Oldenburg
Telefon 0441 - 97174-0 - Telefax 0441 - 97174-73
email: info@nwp-ol.de - www.nwp-ol.de

Verfahrensvermerke

90. Änderung des Flächennutzungsplans ´80 der Stadt Lohne

Präambel

Aufgrund des § 1 Abs. 3 und des § 10 des Baugesetzbuches (BauGB) i. V. m. § 58 Abs. 2 Nr. 2 des Niedersächsischen Kommunalverfassungsgesetzes (NKomVG) in den zurzeit geltenden Fassungen hat der Rat der Stadt Lohne die 90. Änderung des Flächennutzungsplans bestehend aus der Planzeichnung, Begründung und Umweltbericht beschlossen.

Lohne, den _____

Bürgermeisterin

SIEGEL

Aufstellungsbeschluss

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 08.11.2022 die Aufstellung der 90. Änderung des Flächennutzungsplans beschlossen. Der Aufstellungsbeschluss ist gemäß § 2 Abs. 1 BauGB am ..... ortsüblich bekannt gemacht worden.

Lohne, den _____

Veröffentlichung

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am ..... im Umlaufverfahren gem. § 78 Abs. 3 NKomVG dem Entwurf der 90. Änderung des Flächennutzungsplans und der Begründung zugestimmt und seine Veröffentlichung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB beschlossen. Ort und Dauer der Veröffentlichung wurden am ..... ortsüblich bekannt gemacht. Der Entwurf der 90. Änderung des Flächennutzungsplans mit der Begründung und den wesentlichen umweltbezogenen Stellungnahmen wurden vom 24.03.2025 bis 27.04.2025 gemäß § 3 Abs. 2 BauGB auf der Internetseite der Stadt Lohne veröffentlicht und wurde im gleichen Zeitraum im Rathaus der Stadt Lohne ausgelegt.

Lohne, den _____

Feststellungsbeschluss

Der Rat der Stadt Lohne hat die 90. Änderung des Flächennutzungsplans nach Prüfung der Stellungnahmen gemäß § 3 Abs. 2 BauGB und die Begründung sowie den Umweltbericht in seiner Sitzung am ..... als Satzung (§ 10 BauGB) beschlossen.

Lohne, den _____

Verfahrensvermerke

Genehmigung

Die 90. Änderung des Flächennutzungsplans ist mit Verfügung (AZ .....) vom heutigen Tage unter Auflagen/mit Maßgaben/mit Ausnahme der kenntlich gemachten Teile gemäß § 6 BauGB genehmigt.

Vechta, den _____

Rechtswirksamkeit

Die Genehmigung der 90. Änderung des Flächennutzungsplans ist gemäß § 6 (5) BauGB am ..... im Amtsblatt Nr. ..... des Landkreises Vechta bekannt gemacht worden.
Die 90. Änderung des Flächennutzungsplans ist damit am ..... rechtswirksam geworden.

Vechta, den _____

Verletzung von Vorschriften

Innerhalb von einem Jahr nach Inkrafttreten der 90. Änderung des Flächennutzungsplans ist die Verletzung von Vorschriften gemäß § 215 Abs. 1 BauGB i.V.m. § 214 BauGB beim Zustandekommen des Flächennutzungsplans und der Begründung nicht geltend gemacht worden.

Lohne, den _____

Plangrundlage

Karte: Liegenschaftskarte, Maßstab 1:5000
Stadt Lohne, Gemarkung Lohne, Flur 2
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung
Herausgebervermerk:

© 2024, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen
Regionaldirektion Oldenburg-Cloppenburg

Planverfasser

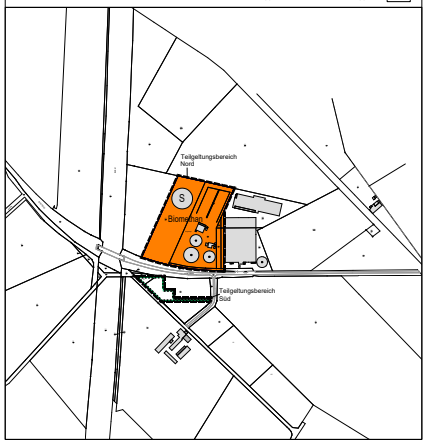
Der Entwurf der 90. Änderung des Flächennutzungsplanes wurde ausgearbeitet von:

P3 Planungsteam GbR mbH, Ofener Str. 33a, 26 121 Oldenburg, 0441-74210

Lohne, den _____

Planzeichnung

Maßstab 15000
50 m 250 m
nord



Nachrichtliche Übernahmen

Bergbau – Das Planvorhaben befindet sich im Bergwerksfeld Münsterland der OEG. Angegebene Bodenschätze sind Kohlenwasserstoffe.

Planzeichenerklärung gemäß PlanZV '90

Art der baulichen Nutzung

S Sonderbauflächen

Biomethan Zweckbestimmung Biomethan

Planungen, Nutzungsregelungen, Maßnahmen und Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft

Umgrenzung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft

Sonstige Planzeichen

Grenze des räumlichen Geltungsbereiches

Hinweise

Es gelten das **Baugesetzbuch (BauGB)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.11.2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20.12.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist und die **Baunutzungsverordnung (BauNVO)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 21.11.2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 03.07.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.

Übersichtsplan

Kartengrundlage: LGLN 2023

90. Änderung des Flächennutzungsplans

Unterlage für den Feststellungsbeschluss

STADT LOHNE
LANDKREIS VECHTA

§ 3 (1) BauGB Öffentlichkeitsbet.		§ 4 (1) BauGB Behördenbet.		§ 3 (2) BauGB Öffentl. Auf.		§ 4a (3) BauGB Behörden Öffentl. Auf.		§ 13a BauGB Kleine Flächennutzungsplanänderung	§ 4 BauGB Genehmigung
x	x	x	x	x	x				

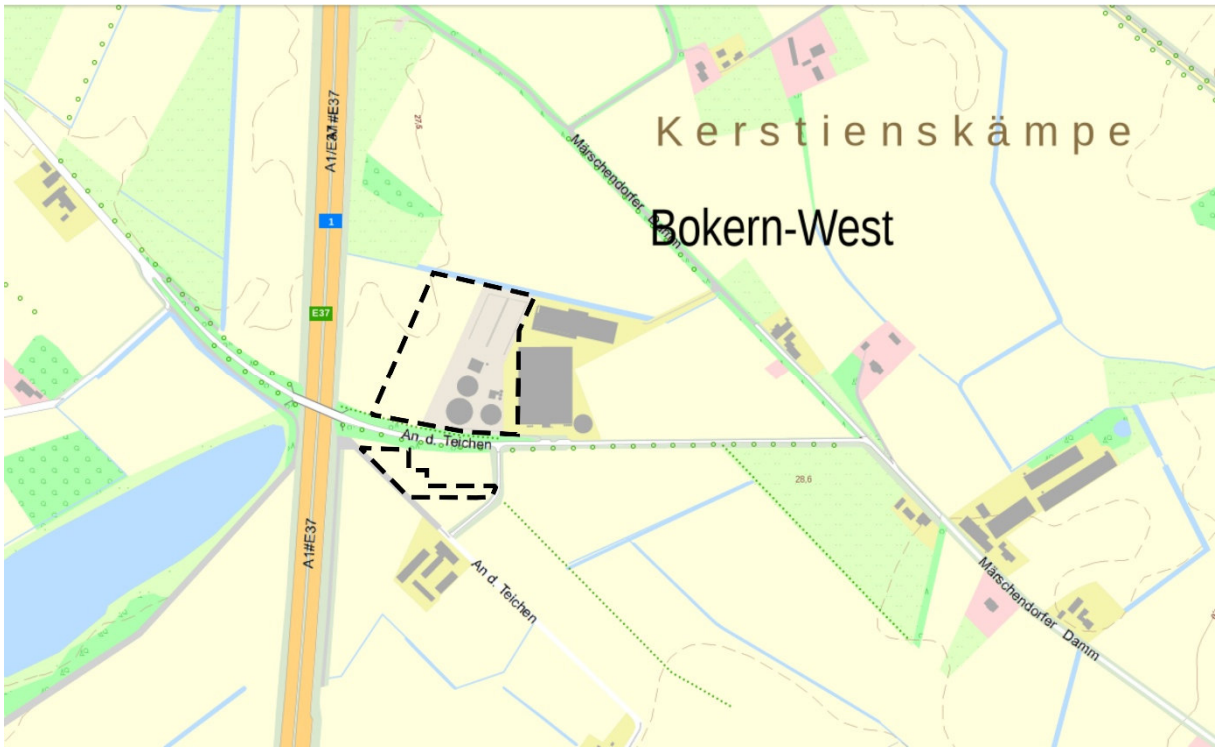
Stadt Lohne

Landkreis Vechta

90. Änderung des Flächennutzungsplans ‘80 der Stadt Lohne

„Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“

Begründung



Quelle: LGLN 2024

Entwurf (Vorabzug)

§ 3 Abs.1 BauGB Öffentlichkeitsbet.		§ 4 Abs. 1 BauGB Behördenbeteiligung		§ 3 Abs. 2 BauGB Öffentl. Auslegung		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Behördenbet.		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Öffentl. Auslegung		§ 10 BauGB Satzung
x	x	x	x							

Begründung 1
1 Anlass und Ziel der Planung 1
2 Planungsgrundlagen 2
3 Inhalte der Planänderung 7
4 Abwägung der Belange 8
4.1 Belange der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB) 8
4.2 Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen (§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB) 9
4.3 Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung (§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB) 9
4.4 Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile (§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB) 9
4.5 Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes (§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB) 9
4.6 Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften (§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB) 10
4.7 Belange des Umweltschutzes (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB) 11
4.8 Belange des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel (§ 1a Abs. 5 BauGB) 13
4.9 Belange der Wirtschaft, der Infrastruktur, der technischen Versorgung (§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB) 13
4.10 Belange des Verkehrs (§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB) 14
4.11 Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes (§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB) 14
4.12 Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte (§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB) 15
4.13 Belange des Hochwasserschutzes und der Wasserwirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB) 15
4.14 Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden (§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB) 15
5 Städtebauliche Übersichtsdaten und Verfahren 16

BEGRÜNDUNG

1 Anlass und Ziel der Planung

Anlass

Im Ortsteil Märschendorf plant ein Landwirt die Erweiterung und Änderung seiner derzeit privilegierten Biogasanlage im Außenbereich. Durch eine Kapazitätserweiterung der bestehenden Anlage von 2,3 Mio. Normkubikmeter (Nm³) auf 6,31 Mio. Nm³ im Jahr wird die maximale Grenze von 2,3 Mio. (Nm³) für privilegierte Vorhaben im Außenbereich deutlich überschritten, sodass das Aufstellen eines Bebauungsplans sowie eine Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich wird. Derzeit wird die Anlage als sogenannte „NaWaRo-Anlage“ betrieben, das heißt es werden ausschließlich nachwachsende Rohstoffe und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zulässige organische Rohstoffe wie Wirtschaftsdünger vergoren. Der genehmigte Input von 18.000 t/a (5.000 t/a Maissilage; 13.000 t/a Wirtschaftsdünger) soll auf insgesamt 46.000 t/a angehoben werden, sodass zukünftig 2,75 -mal so viel Biogas wie bisher erzeugt werden kann. Zusätzlich soll eine Umwandlung in Biomethan erfolgen, damit dieses in das öffentliche Gasnetz eingespeist und indirekt zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf genutzt werden kann. Insgesamt kann so eine Nutzung der thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht werden. Es bietet sich an, bereits bestehende Standorte im Bereich der erneuerbaren Energiegewinnung auszubauen und effektiver zu gestalten, um eine nachhaltige Entwicklung zu verstetigen. Es muss kein neuer Standort erschlossen werden und bereits bestehende Infrastruktur kann sinnvoll genutzt und erweitert werden. Die Biomethanproduktion kann als gasförmiger, speicherbarer und flexibel generierbarer Energieträger eine wichtige Säule der

Energieversorgung, insbesondere zur Stabilisierung der heimischen bzw. regionalen Stromversorgung aus regenerativen Energien übernehmen.

Der Inhaber der Biogasanlage (TEE GmbH & CoKg) ist Vorhabenträger.

Ziel

Ziel der Planung ist es, durch die Darstellung einer Sonderbaufläche die Änderung und Erweiterung der bestehenden Biogasanlage planungsrechtlich zu ermöglichen. Die regenerative, umweltfreundliche Erzeugung von Strom und Wärme soll somit planungsrechtlich an einem sehr gut geeigneten Standort ermöglicht und gesichert werden.

Planerfordernis

Bislang sind für das Plangebiet planungsrechtlich keine Bauflächen dargestellt bzw. festgesetzt. Es ist dem planungsrechtlichen Außenbereich zuzuordnen. Im Flächennutzungsplan (FNP) der Stadt Lohne ist es derzeit als landwirtschaftliche Fläche dargestellt.

Das Plangebiet liegt innerhalb des im Rahmen der 50. Änderung des FNP ausgewiesenen Eignungsgebiets für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse. Die übrigen Darstellungen des FNP sowie die planungsrechtlichen Genehmigungsanforderungen nach § 35 BauGB bleiben in diesen Gebieten unberührt. Zur Realisierung des Vorhabens ist somit die Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich. Im Parallelverfahren (§ 8 Abs. 3 BauGB) wird der vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII aufgestellt.

2 Planungsgrundlagen

Aufstellungs-beschluss

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 08.11.2022 die Aufstellung der 90. Änderung des Flächennutzungsplans ’80 der Stadt Lohne beschlossen.

Lage / Größe

Der Änderungsbereich befindet sich im Nordwesten des Stadtgebiets Lohne. Unmittelbar im Westen des Änderungsbereichs verläuft die Bundesautobahn A1. An das Plangebiet grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Der Änderungsbereich umfasst eine Fläche von rd. 30.040 m². Dies entspricht der Flächengröße des Geltungsbereichs des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII.

Geltungsbereich

Der Änderungsbereich liegt in der Flur. 3 der Gemarkung Lohne und gliedert sich in zwei Teilbereiche, die durch die Straße *An den Teichen* voneinander getrennt sind. Grundsätzlich ist die verbindliche Abgrenzung kartografisch bestimmt. Die Teilbereiche begrenzen sich im Übrigen wie folgt:

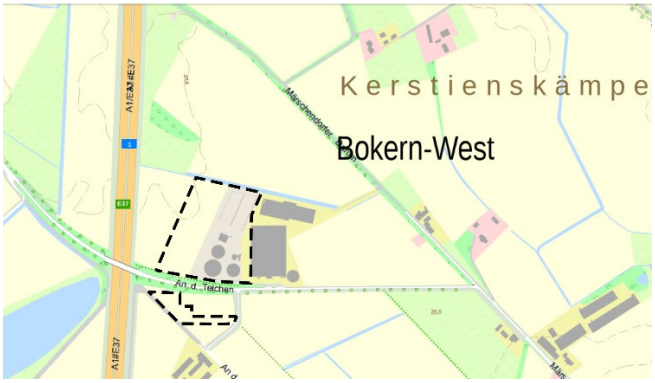
Nördlicher Teilbereich:

- im Norden durch die nördliche Grenze des Flurstücks 20/24 sowie der nördlichen Grenze des Flurstücks 20/17 auf einer Länge von rd. 60 m;
- im Osten durch die östliche Grenze des Flurstücks 20/24 auf einer Länge von rd. 56 m von Norden aus sowie der um rd. 15,5 m nach Osten versetzten östlichen Grenze des Flurstücks 20/24, der Grenzverlauf orientiert sich hier an den Bestandsgebäuden;
- im Süden entlang der südlichen Grenze des Flurstücks 20/24 sowie der südlichen Grenze des Flurstücks 20/17 auf einer Länge von rd. 60 m;
- im Westen parallel zur westlichen Grenze des Flurstücks 20/14 in einem Abstand von rd. 60 m.

Südlicher Teilbereich:

- der südliche Teilgeltungsbereich umfasst das Flurstück 79 sowie Teile des Flurstücks 80/5

Abb. 1 Abgrenzung des Änderungsbereichs



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage LGLN 2023

Im Einzelnen sind folgende Flurstücke der Flur 3 Gemarkung Lohne umfasst:
20/24, 20/17 (tlw.) 20/14, 20/27, 20/29, 20/28 (tlw.) 20/30 (tlw.), 79 und 80/5 (tlw.).
Die räumliche Abgrenzung wird kartographisch durch die Planzeichnung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes im Maßstab 1:1000 bestimmt.

Energierecht

Die energierechtlichen Rahmenbedingungen werden durch das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023) gegeben.

- „Ziel dieses Gesetzes ist insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht.“ (§ 1 Abs. 1 EEG)
- „Zur Erreichung des Ziels nach Absatz 1 soll der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch im Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (Bundesgebiet) auf mindestens 80 Prozent im Jahr 2030 gesteigert werden.“ (§ 1 Abs. 2 EEG)
- „Der für die Erreichung des Ziels nach Absatz 2 erforderliche Ausbau der erneuerbaren Energien soll stetig, kosteneffizient, umweltverträglich und netzverträglich erfolgen.“ (§ 1 Abs. 3 EEG)

Land (LROP)

Die Planungen der Gemeinde sind an die übergeordneten Planungsvorgaben anzupassen bzw. müssen mit Ihnen in Einklang stehen. Die übergeordneten Ziele der Landesraumordnung werden berücksichtigt. Das Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP)[1] bestimmt folgendes:

- „Die nachhaltige Erzeugung erneuerbarer Energien soll vorrangig unterstützt werden. Bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sollen die Möglichkeiten der Nutzung der erneuerbaren Energien, der Sektorkopplung sowie der Energieeinsparung berücksichtigt werden.“ (Kapitel 4.2.1)
- „Die Träger der Regionalplanung sollen im Sinne des Niedersächsischen Klimagesetzes darauf hinwirken, dass unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten der Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere der Windenergie, der Solarenergie, der Wasserkraft, der Geothermie sowie von Bioenergie und Energie aus Wasserstoff, raumverträglich ausgebaut wird.“ (Kapitel 4.2.1)

Die genannten Voraussetzungen sind im ausgewählten Plangebiet beispielhaft gegeben.

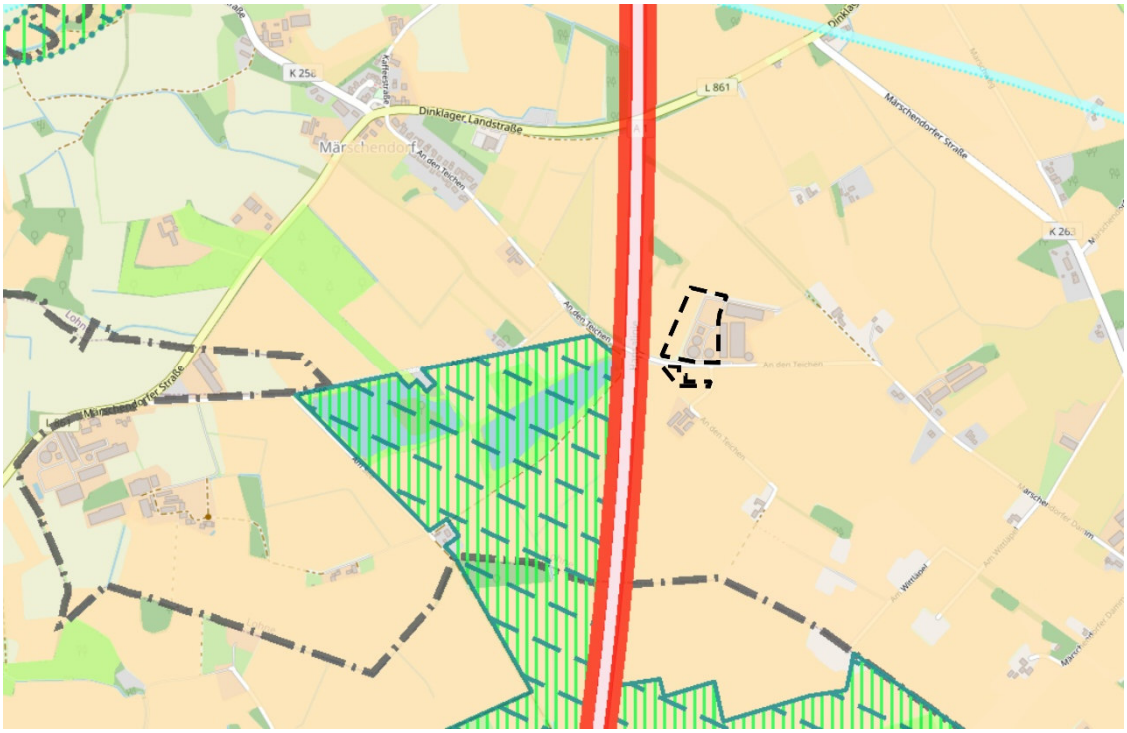
Mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biogasanlage soll eine bestehende Biogasanlage ausgebaut und erweitert werden. Mit der 90. Änderung des Flächennutzungsplans wird die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien unterstützt. Der Anteil der Bioenergie wird raumverträglich ausgebaut, wobei die regionalen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Um die Planungen zu realisieren, werden zum Großteil eine bereits als Biogasanlage genutzte Fläche sowie bisherige landwirtschaftliche Flächen in Anspruch genommen. Die Flächen sind zum Großteil bereits bebaut und versiegelt. Die Grundsätze der Raumordnung werden berücksichtigt.

1 Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP) in der Änderungsverordnung vom 17.09.2023

Kreis (RROP)

Im Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP)[2] des Landkreises Vechta liegt der Änderungsbereich in einem Vorbehaltsgebiet für die Landwirtschaft. Im Westen liegt die Bundesautobahn A1, die als Vorranggebiet Autobahn ausgewiesen ist. Südwestlich der BAB 1 grenzt ein Vorranggebiet Biotopverbund sowie ein Vorranggebiet für Natur und Landschaft an.

Abb. 2 Darstellung des Änderungsbereichs im RROP des Landkreises Vechta



Die Flächen des nördlichen Teilbereichs des Plangebiets werden zum Großteil bereits durch eine Biogasanlage genutzt und weisen einen hohen Bebauungs- und Versiegelungsgrad auf. Im Westen des nördlichen Teilbereichs sowie im südlichen Teilbereich werden Ackerflächen im Umfang von insgesamt 13.340 m² in Anspruch genommen. Im Vergleich zu den angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen handelt es sich um einen verhältnismäßig kleinen Eingriff, der hinsichtlich des Planziels vertretbar ist.

Die zeichnerischen Darstellungen des RROP stehen einer planerischen Inanspruchnahme der Flächen nicht entgegen. Die genannten Ziele und Grundsätze der regionalen Raumordnung werden berücksichtigt.

Prüfung alternativer Standorte

Der vorliegende Standort eignet sich in besonderem Maße zur Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biogasanlage. Die Planung dient der Erweiterung und planungsrechtlichen Sicherung einer bereits bestehenden Biogasanlage, sodass lediglich die direkt angrenzenden Flächen geeignet sind.

Die Flächen liegen innerhalb des Eignungsgebiets für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse, das im Rahmen der 50. Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Lohne ausgewiesen wurde. Infolge der Lage an der Bundesautobahn A1, die intensive landwirtschaftliche Nutzung sowie die bestehende Biogasanlage mit angrenzenden Tierhaltungsanlagen bestehen Vorbelastungen.

Durch die Erweiterung der bestehenden Anlage im Vergleich zum Neubau einer Anlage an anderer Stelle im Stadtgebiet werden kurze Transportwege und eine regionale Wertschöpfung gefördert. Da der Standort schon jetzt regelmäßig durch Lieferverkehr aus der Region angefahren wird, entstehen grundsätzlich keine neuen Verkehrsbelastungen und Wege durch

2 Regionales Raumordnungsprogramm (RROP), Landkreis Vechta, 2021

das Stadtgebiet. Erhebliche Änderungen bezüglich der Verkehrssituation sind infolge der Anlagenerweiterung nicht zu erwarten, sodass die vorhandenen Verkehrssysteme weiterhin ausreichend leistungsfähig sind. Die Anlagenerweiterung bringt ein erhöhtes Verkehrsaufkommen insbesondere während der Ernte- und Düngezeit mit sich, da hier der erhöhte Anteil an Maissilage geliefert wird und verstärkt Gärreste abgeholt und als Düngemittel ausgebracht werden. Der Erntezeitraum beschränkt sich auf 3-10 Tage im Jahr, sodass grundsätzlich keine erheblichen zusätzlichen Belastungen für die Verkehrsinfrastruktur zu erwarten sind.

Außerhalb des Erntezeitraums wird weiterhin regelmäßig Wirtschaftsdünger von umliegenden Betrieben angeliefert. Die Transportwege bleiben dementsprechend kurz. Zudem erfolgt ein maßgeblicher Teil der Erhöhung der Inputstoffe durch Schweinegülle und Sauenmist aus der eigenen Tierhaltung, die unmittelbar an die Biogasanlage angrenzt, sodass keine zusätzlichen Transportwege entstehen. Die nachfolgende Tabelle zeigt im Rahmen einer Maximalbetrachtung die zu erwartenden Verkehrsbewegungen. Da es sich um die Anlagenerweiterung an einem bestehenden Standort handelt, ist in der gegenwärtigen Situation bereits mit einer Vielzahl von Verkehrsbewegungen zu rechnen. Im Zuge der Erweiterung ist mit einer Erhöhung der Fahrten zu rechnen, jedoch wird kein neuer Lieferverkehr auf bisher ungenutzten Routen generiert. Die Anlieferung erfolgt weiterhin über den Märschendorfer Damm.

Art des Verkehrs	**Anzahl Fahrten**
Gärrestausbringung	An- und Abfahrt von rd. 20 LKW
Anlieferung Wirtschaftsdünger	An- und Abfahrt von rd. 7 LKW
Anlieferung nachwachsende Rohstoffe	An- und Abfahrt von rd. 2 LKW
Abholung von Flüssig-CO_2	An- und Abfahrt von rd. 1 LKW

Mit der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage am gewählten Standort wird die Inanspruchnahme weniger belasteter Flächen durch Anlagen zur Erzeugung von Energie durch Biomasse mit erheblichen Auswirkungen auf Natur und Landschaft vermieden.

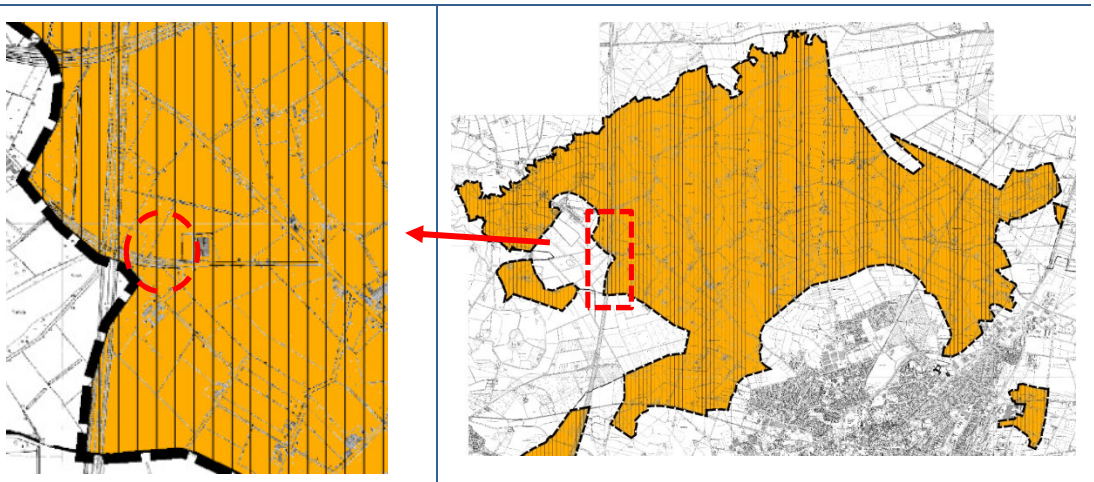
Die Initiative des örtlichen Vorhabenträgers lässt eine zeitnahen Umsetzung des Vorhabens erwarten.

Stadt (FNP)

Im Flächennutzungsplan (FNP) der Stadt Lohne ist das Plangebiet derzeit als landwirtschaftliche Fläche dargestellt.

Mit der 50. Änderung des Flächennutzungsplans vom 21.06.2021 wurde ein Eignungsgebiet für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse ausgewiesen. Die übrigen Darstellungen des FNP sowie die planungsrechtlichen Genehmigungsanforderungen nach § 35 BauGB bleiben in diesen Gebieten unberührt. Das Plangebiet liegt im nördlichen Teilbereich des Eignungsgebiets.

Abb. 3 Darstellung des Plangebiets im Bereich der 50. Änderung des FNP der Stadt Lohne



Im Parallelverfahren zur 90. Änderung des Flächennutzungsplans `80 wird der vorhabenbezogene Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“ aufgestellt.

■ Bestand und Planziel

Bestand

Nutzungen im Änderungsbereich – Der Änderungsbereich wird größtenteils bereits als Biogasanlage genutzt. Derzeit befinden sich im nördlichen Teilbereich ein Güllehochbehälter, ein gasdichter Gärrestspeicher, ein Fermenter, eine Technikhalle, eine Fahrzeugwaage, eine Fahrsiloanlage, zwei Blockheizkraftwerke sowie drei Warmwasserspeicher. Außerhalb des Geltungsbereichs im Bereich der angrenzenden Tierhaltungsanlagen befindet sich zudem ein Güllehochbehälter.

Der südliche Teilbereich sowie der westliche Bereich des nördlichen Teilbereichs umfassen Ackerflächen.

Abb. 4 Änderungsbereich und Umgebungsnutzungen

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage Luftbild LGLN 2023

Umgebende Nutzungen – Die Umgebung ist vorwiegend durch die Landwirtschaft geprägt. Direkt an das Plangebiet grenzen Tierhaltungsanlagen des Vorhabenträgers an. Im Westen des Plangebiets verläuft in unmittelbarer Nähe die Bundesautobahn 1. Westlich der Autobahn befinden sich zwei ruhende Gewässer. In der Umgebung finden sich vereinzelt Einzelhäuser und Hofstellen.

Planung

Der Änderungsbereich wird als Sonderbaufläche (SO) mit der Zweckbestimmung Biogasanalage dargestellt.

3 Inhalte der Planänderung

Mit den Änderungen des Flächennutzungsplanes werden entsprechend den städtebaulichen Zielen und den getroffenen Abwägungen der Stadt Lohne nachfolgende Darstellungen vorgenommen:

- Im nördlichen Teilgeltungsbereich wird eine **Sonderbaufläche (S) mit der Zweckbestimmung Biomethan** dargestellt
- Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine **Fläche zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft** dargestellt

Nachrichtliche Übernahmen

Bergbau – Das Plangebiet liegt im Bergwerksfeld Münsterland für den Abbau von Kohlenwasserstoffen. Die Bergbauberechtigungen liegen aktuell bei der OEG.

Hinweise

Es gelten das **Baugesetzbuch (BauGB)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.11.2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20.12.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist und die **Baunutzungsverordnung (BauNVO)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 21.11.2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 03.07.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist.

4 Abwägung der Belange

Berührte Belange

Bei der Aufstellung bzw. der Änderung von Bauleitplänen sind öffentliche und private Belange gegeneinander und auch untereinander gerecht abzuwägen (§ 1 Abs. 7 BauGB). Nachfolgende Belange werden von der Planung nach jetzigem Kenntnisstand im Wesentlichen berührt.

Abb. 5 Tabellarische Übersicht über die von der Planung voraussichtlich berührten Belange

Rechtsgrundlage	Belange	Abwägungsrelevanz
§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB	Belange der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB	Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB	Belange der sozialen, kulturellen Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB	Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB	Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB	Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB	Belange des Umweltschutzes (Schutzgüter Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima)	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB	Belange der Wirtschaft, der Versorgung	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB	Belange des Verkehrs	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB	Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB	Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB	Belange der Wasserwirtschaft, des Hochwasserschutzes	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB	Belange von Flüchtlingen, Asylbegehrenden	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 14 BauGB	Belang der ausreichenden Versorgung mit Grün- und Freiflächen	X

4.1 Belange der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB)

Emissionen – Lärm

Im Zuge des Betriebs einer Biogasanlage (Betrieb BHKW Betrieb Feststoffannahme, Betrieb Gasaufbereitungstechnik sowie einem erhöhten Verkehrsaufkommen, insbesondere durch Anlieferungsverehr, entstehen Lärmemissionen. Besonders während der Erntezeit ist mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen durch Lieferverkehr zu rechnen.

Zur Überprüfung, ob durch die geplante Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhebliche Lärmimmissionen für schutzwürdige Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets zu erwarten sind wurde eine schalltechnische Untersuchung durchgeführt.[3] Betroffene schutzwürdige Nutzungen befinden sich südlich und östlich des Plangebiets. Im Ergebnis zeigt sich, dass keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zur Tages- und Nachtzeit durch Gewerbe- und Verkehrslärm zu erwarten sind.

Emissionen - Geruch

Durch die Lagerung und Verwertung von Biomasse gehen von Biogasanlagen betriebsbedingt Geruchsemissionen aus.

Zur Überprüfung, ob durch die geplante Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhebliche Geruchsimmissionen für umliegenden schutzwürdige Nutzungen zu erwarten sind wurde ein Geruchsgutachten erstellt.[4] In dem Betrachtungsradius von 600 m um die bestehende Anlage

3 Schallimmissionsgutachten gem. TA Lärm, Normec uppenkamp GmbH (2024)
4 Geruchsimmissionsprognose Normec uppenkamp GmbH (2024)

befinden sich Wohnnutzungen nordöstlich, östlich, südlich und westlich des Plangebiets in einem Abstand von min. rd. 200 m.

Das Gutachten zeigt auf, dass keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Geruchemissionen im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage zu erwarten sind.

Störfälle

Bei Erweiterung der bereits bestehenden Biogasanlage ist damit zu rechnen, dass eine maximale Biogasmenge von 10 t bis 50 t erreicht wird. In diesem Fall sind Anlagen als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung einzustufen und unterliegen somit den Pflichten der §§ 3-8 der Störfallverordnung. Im Zuge dessen wurde eine Auswirkungsanalyse zur Ermittlung von angemessenen Abständen mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen erstellt.[5] Diese hat ergeben, dass schutzbedürftige Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets bei Störfällen nicht betroffen sind.

4.2 Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen
(§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB)

Die Belange der Wohnbedürfnisse und Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen werden mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan nicht berührt.

4.3 Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung
(§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB)

Die Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung werden mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan nicht berührt.

4.4 Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile
(§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB)

Die Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile werden mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan nicht berührt.

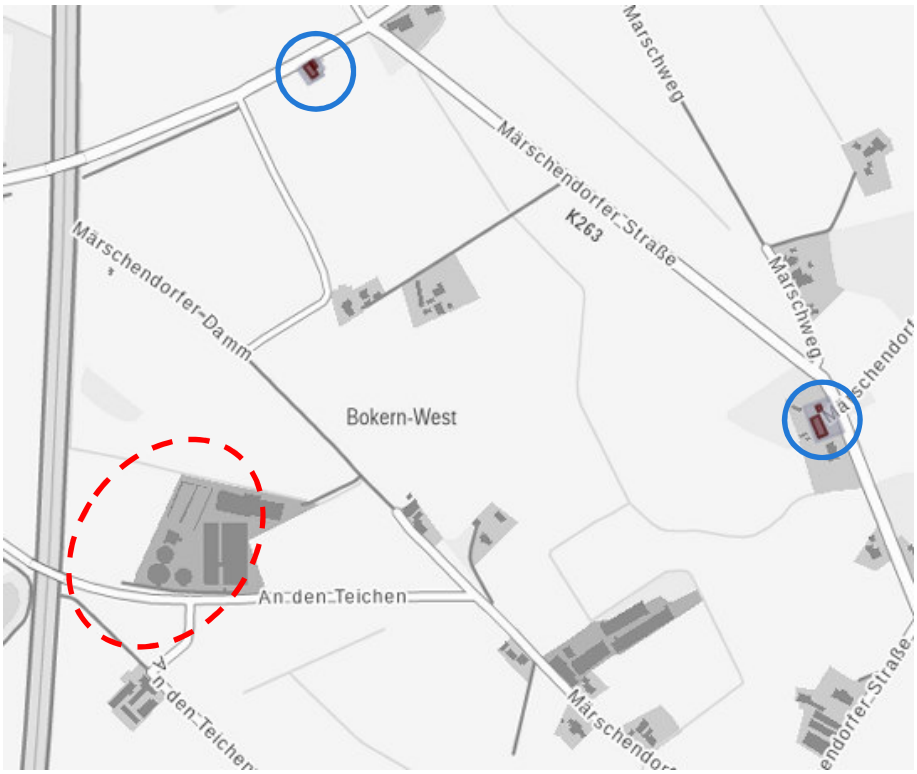
4.5 Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes
(§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB)

Denkmalschutz

Innerhalb des Änderungsbereichs liegen keine Baudenkmale. Der Denkmalatlas Niedersachsen stellt in der Umgebung des Änderungsbereichs zwei Baudenkmale dar. Westlich des Änderungsbereichs an der Märschendorfer Straße liegt der Hof Kersting und nördlich der Hof Aumann. Es handelt sich dabei um Gesamtanlagen (Ensembles), die dem Denkmalschutz unterliegen. Im Wesentlichen sind es alte Hofstellen mit denkmalgeschützten Haupt- und zum Teil Nebengebäuden.

5 Anhang A zum Störfallkonzept (§8 der 12. BImSchV) – Auswirkungsanalyse, TÜV Nord (2024)

Abb. 6 Darstellung von Baudenkmalen in der Umgebung



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage des Denkmaltatlas Niedersachsen (2023)

Gemäß § 8 DSchG ND dürfen in der Umgebung eines Baudenkmals keine Anlagen errichtet, geändert oder beseitigt werden, wenn dadurch das Erscheinungsbild des Baudenkmals beeinträchtigt wird. Bauliche Anlagen in der Umgebung eines Baudenkmals sind auch so zu gestalten und instand zu halten, dass eine solche Beeinträchtigung nicht eintritt.

Aufgrund der Entfernung zwischen der Biogasanlage und den Baudenkmälern ist kein unmittelbarer räumlicher Zusammenhang festzustellen. Hinzu kommen Gehölzstrukturen die die Hofstellen zusätzlich visuell und räumlich abschirmen. Es ergeben sich demnach keine Auswirkungen auf die Baudenkmale ausgehend der vorliegenden Planung.

Archäologische Denkmalpflege

Für den Änderungsbereich bzw. die nähere Umgebung liegen keine Hinweise auf archäologische Funde vor. Bodenfunde können jedoch nicht sicher ausgeschlossen werden. Ein Hinweis auf die Meldepflicht bei ur- oder frühgeschichtlichen Bodenfunden sowie die Ausführungen bezüglich des denkmalschutzrechtlichen Genehmigungsvorbehalts wird regelmäßig im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung gegeben.

Ortsbild

Der Änderungsbereich befindet sich außerhalb des Stadtgebiets der Stadt Lohne. Die Belange des Ortsbildes werden für den vorliegenden Planfall durch die Belange des Landschaftsbildes überlagert (siehe Umweltbericht bzw. Kapitel 3.7).

Die Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes und des Ortsbilds werden berücksichtigt.

4.6 Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften

(§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB)

Die Belange von Kirchen und Religionsgemeinschaften werden mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan nicht berührt.

4.7 Belange des Umweltschutzes
(§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB)

Grundlage der nachfolgenden Abwägung sind die Ergebnisse des Umweltberichts zur Planung.

- Auswirkungen auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Boden, Fläche Wasser, Luft, Klima sowie Landschaft und Artenschutz (§1 Abs. 6 Nr. 7a BauGB)

Schutzgüter Tiere/Pflanzen

Mit der vorliegenden Planung werden Ackerflächen und anthropogen stark überformte Flächen einer bestehenden landwirtschaftlichen Produktionsanlage überplant. Diese haben aufgrund der hohen Vorbelastungen sowie dem hohen Versiegelungsgrad im Bereich der landwirtschaftlichen Produktionsanlage geringe Bedeutung für das Schutzgut Pflanzen.

Mit der vorliegenden Planung werden keine Eingriffe in geschützte oder wertvolle Strukturen vorbereitet. Eingriffe in die vorhandene Biotopstruktur sind auf Ebene des parallel aufgestellten Bebauungsplans auszugleichen. Auf Ebene des Flächennutzungsplans besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Aufgrund der geringen Strukturvielfalt im Plangebiet sowie der bestehenden Vorbelastungen durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, die bestehende Biogasanlage sowie die angrenzende Autobahn sind vornehmlich ubiquitäre und störungstolerante Arten der Avifauna im Änderungsbereich zu erwarten.

Mit der Planung werden vornehmlich Ackerflächen und bereits bebaute und versiegelte Flächen überplant, die lediglich eine geringe Bedeutung für Fledermäuse aufweisen.

Durch die Ausweisung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft auf Ebene der Flächennutzungsplanung kann in diesem Bereich eine ökologische Aufwertung inkl. der Schaffung von ökologisch wertvollen Habitaten vorbereitet werden.

Artenschutzrechtliche Verbotstatbestände werden nicht berührt bzw. können mittels geeigneter Maßnahmen gesichert ausgeschlossen werden. Die vorbereitende Flächennutzungsplanung bereitet keine Eingriffe vor, die mit naturschutzfachlichen Zielen grundsätzlich unvereinbar wären.

Schutzgüter Boden / Wasser

In Folge der zu erwartenden Bebauung sowie eines hohen Versieglungsgrad im Bereich der Ackerflächen kommt es zu erheblichen Eingriffen in den natürlichen Wasserhaushalt. Das anfallende Oberflächenwasser kann nicht länger flächenhaft versickern. Die potenziell erhöhten Schadstoffeintragungen im Störfall, durch Input- und Outputstoffe in Form von Gülle, Substraten und Gärresten, können sich negativ auf den Wasserhaushalt, insbesondere das Grundwasser, sowie den Bodenhaushalt auswirken.

Auf Ebene der parallel erstellten verbindlichen Bauleitplanungen ist zu prüfen, ob Minderungsmaßnahmen (z. B. Festsetzung einer GRZ) festgesetzt werden sollen und mit welchen Maßnahmen ein sicherer Umgang mit dem anfallenden Oberflächenwasser sichergestellt werden kann. Die Darstellungen des Flächennutzungsplans stehen entsprechenden Festsetzungen nicht entgegen.

Schutzgüter Luft / Klima

Es sind keine erheblichen oder nachteiligen Beeinträchtigungen der Schutzgüter Klima und Luft zu erwarten. Die Flächen sind durch die bestehende Biogasanlage, angrenzende Tierhaltungsanlagen sowie die westlich verlaufende Bundesautobahn A1 bereits vorbelastet. Mit der Darstellung einer Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan wird die Inanspruchnahme von Flächen in weniger vorbelasteten Bereichen mit klimatischen Ausgleichsfunktionen entgegengewirkt. Zudem werden die angrenzenden, großen offenen landwirtschaftlichen Nutzflächen im gesamten Umgebungsbereich weiterhin das Freilandklima prägen.

Mit der Erweiterung der Biogasanlage sind zudem positive Klimaaspekte verbunden. Durch die Energieerzeugung durch Biomasse wird dem Ausstoß von Kohlenmonoxid- und Treibhausgasemissionen durch die konventionelle Energieerzeugung entgegengesteuert.

Schutzgut Landschaftsbild

Die Ausweisung der Sonderbaufläche mit der Zweckbestimmung Biomethan erfolgt auf Flächen, die bereits durch eine bestehende Biogasanlage genutzt werden und die durch die Lage zwischen Bundesautobahn im Westen und Tierhaltungsanlagen im Osten isoliert von der freien Landschaft liegen und dementsprechend vorbelastet sind.

Sollten trotz dessen nachteilige Auswirkungen auf das Landschaftsbild auftreten, können diese durch zusätzliche Maßnahmen auf Ebene des parallel aufgestellten Bebauungsplans vermieden werden.

Vermeidung, Minimierung, Ausgleich/Ersatz

Entsprechend der Gesetzeslage werden bei der Überplanung landwirtschaftlicher Flächen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen notwendig, sofern auf den nachfolgenden verbindlichen Planungsstufen keine wirksamen Minimierungsmaßnahmen ergriffen werden. Im Vergleich der Bestände vor und nach dem Eingriff ergibt sich – entsprechend der Ergebnisse des Umweltberichts - auf Flächennutzungsplanebene ein Wertdefizit von **7.370 Wertpunkten**. Es handelt sich hierbei jedoch um eine Maximalbetrachtung.

Mit der Darstellung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur Landschaft werden bereits auf Ebene des Flächennutzungsplans Flächen zur Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen planungsrechtlich gesichert und zum Ausgleich der Eingriffe auf Ebene des Bebauungsplans zur Verfügung gestellt. Es ist davon auszugehen, dass auf Ebene des parallel aufgestellten Bebauungsplans Maßnahmen zur Eingriffsminimierung in solchem Umfang umgesetzt werden können, sodass weiterer externe Kompensationsflächen nicht notwendig sind.

- Erhaltungsziele von Gebieten gemeinschaftlicher Bedeutung (§1 Abs. 6 Nr. 7b BauGB)

Die Erhaltungsziele und der Schutzzweck der Natura 2000-Gebiete im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes bleiben gewahrt. Gebiete dieser Art sind nicht im Plangebiet oder in dessen näherer Umgebung ausgewiesen.

- Umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7c BauGB)

Bei den vom Planvorhaben ausgelösten umweltbezogenen Auswirkungen auf den Menschen handelt es sich im Wesentlichen um Belange des Immissionsschutzes. Die hierzu vorgenommenen Abschätzungen werden im Kapitel 4.1 dargestellt. Erhebliche Beeinträchtigungen werden in Folge der Planung nicht ausgelöst.

- Umweltbezogene Auswirkungen auf Sach- und Kulturgüter (§ 1 Abs. 6 Nr. 7d BauGB)

Es ergeben sich keine negativen Auswirkungen auf Sach- und Kulturgüter.

- Vermeidung von Emissionen, sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern (§ 1 Abs. 6 Nr. 7e BauGB)

Durch die Erweiterung der Biogasanlage entstehen Emissionen. Es ist jedoch nicht mit einer Zunahme von Emissionen zu rechnen, die erhebliche Auswirkungen auf umliegende Nutzungen haben. (siehe auch Kapitel 4.1)

- Nutzung erneuerbarer Energie sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie (§ 1 Abs. 6 Nr. 7f BauGB)

Die Planung ermöglicht die Erweiterung einer Biogasanlage. Mit der Entwicklung des Plangebietes werden demnach besondere energiepolitische Ziele verknüpft.

- Darstellung von Landschaftsplänen sowie von sonstigen Plänen, insbesondere des Wasser-, Abfall- und Immissionsschutzrechts (§ 1 Abs. 6 Nr. 7g BauGB)

Der Landschaftsrahmenplan des Landkreises wurde überprüft und steht der Planung in seinen Wertungen und Zielaussagen nicht entgegen. Für die Stadt Lohne liegt kein Landschaftsplan vor. Weitere Pläne, insbesondere des Abfall- und Immissionsschutzrechts, die der Planung entgegenstehen bzw. in dieser zu berücksichtigen sind, bestehen nicht.

- Einhaltung der bestmöglichen Luftqualität in festgelegten Gebieten der Europäischen Union (§ 1 Abs. 6 Nr. 7h BauGB)

Das Plangebiet befindet sich nicht innerhalb eines Gebiets zur Einhaltung der bestmöglichen Luftqualität der Europäischen Union.

- Wechselwirkungen zwischen den Belangen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7i BauGB)

Die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern untereinander und die Auswirkungen von Änderungen dieser Wechselwirkungen durch die Planung sind vielfältig. Zwischen den einzelnen Schutzgütern bestehen viele Wechselwirkungen. Eine Verstärkung von Umweltauswirkungen durch sich negativ verstärkende Wechselwirkungen ist im Plangebiet nicht erkennbar oder zu erwarten.

- Auswirkungen, die für schwere Unfälle oder Katastrophen zu erwarten sind (§ 1 Abs. 6 Nr. 7j BauGB)

Störfallbetriebe

Mit der 90. Änderung des Flächennutzungsplans und der Darstellung von Sonderbauflächen mit der Zweckbestimmung Biomethan wird die Erweiterung einer Biogasanlage vorbereitet. Die Anlage unterliegt der 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung). Es wurde ein Störfallkonzept gem. § 8 der 12. BImSchV erstellt. Es sind keine schutzwürdigen Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets bei Störfällen betroffen. (siehe auch Kapitel 4.1)

4.8 Belange des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel
(§ 1a Abs. 5 BauGB)

Besondere bauliche, energetische oder grünordnerische Regelungen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel können auf Ebene der verbindlichen Bauleitplanung, d.h. dem parallel aufgestellten Bebauungsplan getroffen werden.

Mit der Ausweisung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft werden die Belange des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel auf Ebene des Flächennutzungsplans hinreichend berücksichtigt.

4.9 Belange der Wirtschaft, der Infrastruktur, der technischen Versorgung
(§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB)

- Wirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 8a BauGB)

Energie-wirtschaft

Mit der Realisierung der geplanten Anlage sind positive Aspekte der Energiewirtschaft zu erwarten.

- Land- und Forstwirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 8b BauGB)

Landwirtschaft

Im rechtskräftigen RROP von 2021 liegt das Plangebiet in einem sehr großflächigen Vorbehaltsgebiet für die Landwirtschaft aufgrund besonderer Funktionen. Aufgrund der im Verhältnis geringen Größe des Plangebiets ist der Verlust an Flächen für die Landwirtschaft infolge der Planung gering, sodass negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft in der Stadt Lohne oder für einzelne Landwirte nicht zu erwarten sind.

Forstwirtschaft

Die Belange der Forstwirtschaft werden mit der Planung nicht berührt.

- Versorgung / Infrastruktur (§ 1 Abs. 6 Nr. 8e BauGB)

Technische Ver- und Entsorgung

Die technische Ver- und Entsorgung kann über die bestehende Biogasanlage, die angrenzenden Tierhaltungsanlagen sowie die Lage an der Straße *An den Teichen* sichergestellt werden. Auf Ebene des Flächennutzungsplans ergibt sich kein weiteres Regelungserfordernis. Detailfragen sind ggf. im Rahmen der parallel ausgeführten Bebauungsplanung oder den nachgelagerten Ausbauplanungen zu klären.

Soziale Infrastruktur

Die Belange sind nicht berührt.

Altlasten

Ein Vorkommen von Altlasten (Altablagerungen, Altstandorte oder Verdachtsflächen) im Änderungsbereich ist nicht bekannt. Altlastenfunde oder Hinweise auf solche sind dem Landkreis unverzüglich anzuzeigen. Ein entsprechender Hinweis ist in die Planzeichnung aufgenommen.

Leitungsträger

Im Änderungsbereich ist kein Verlauf unterirdischer Leitungstrassen bekannt. Das Plangebiet wird nicht von Freileitungen gequert.

- Sicherung von Rohstoffvorkommen (§ 1 Abs. 6 Nr. 8 f BauGB)

Bergbau

Der Änderungsbereich liegt innerhalb des Bergwerkfeldes Münsterland. Aktueller Rechtsinhaber ist die OEG, Bodenschätze sind Kohlenwasserstoffe.[6] Beeinträchtigungen der bzw. durch die Planung sind nicht zu erwarten. Ein nachrichtlicher Hinweis wird in die Planzeichnung aufgenommen.

Rohstoff-vorkommen

Rohstoffvorkommen sind innerhalb des Änderungsbereichs nicht bekannt.

4.10 Belange des Verkehrs
(§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB)

Externe Erschließung

Der Änderungsbereich wird über die Straße *An den Teichen* im Süden und *Märschendorfer Damm* im Osten erschlossen.

Interne Erschließung

Die interne Erschließung wird im Rahmen des parallel aufgestellten Bebauungsplans geregelt. Regelungserfordernisse auf Ebene des Flächennutzugsplans ergeben sich nicht.

Erreichbarkeit sonstiger Flächen

Die Erreichbarkeit der umliegenden Flächen kann mit Umsetzung der Planung weiterhin gewährleistet werden und wird im Rahmen des parallel aufgestellten Bebauungsplans geregelt.

4.11 Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes
(§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB)

Militär

Die Belange werden nicht berührt.

Kampfmittel

Es liegen keine Hinweise auf eine Bombardierung innerhalb des Plangebiets vor. Kampfmittelfunde sind nicht bekannt. Es wurde eine Auswertung alliierter Luftbilder für die Ermittlung von Kriegseinwirkungen (Abwurfmunition) durch das Landesamt für Geoinformation und Landvermessung durchgeführt. Mit Schreiben vom 22.01.2024 teilt das LGLN mit, dass keine Kampfmittelbelastung vermutet wird.

Es kann nie vollständig ausgeschlossen werden, dass bei Bauarbeiten Kriegsblindgänger aufzufinden sind. Bei Baumaßnahmen ist deshalb jederzeit auf mögliche Kampfmittel zu achten, bei Funden sind jegliche Arbeiten unmittelbar einzustellen und die zuständigen Dienststellen zu

6 NIBIS Kartenserver, Bergwerkseigentum, 2007, Revision 2020

benachrichtigen. Ein entsprechender Hinweis ist wird regelmäßig im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung gegeben.

4.12 Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte
(§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB)

Die Stadt Lohne verfügt über ein städtebauliches Entwicklungskonzept[7]. Dieses enthält keine Ansätze zum Ausbau von Biogasanlagen oder zur Fläche selbst. Die Belange werden nicht berührt.

4.13 Belange des Hochwasserschutzes und der Wasserwirtschaft
(§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB)

Gewässer

Im Änderungsbereich befinden sich keine offenen Gewässer. Nördlich an das Plangebiet angrenzend verläuft ein Graben. Südwestlich des Plangebiets, westlich der BAB 1, befinden sich zwei Stillgewässer.

Erforderliche Schutzabstände sind auf Ebene des parallel aufgestellten Bebauungsplans zu berücksichtigen. Auf Ebene der Flächennutzungsplanung ergibt sich kein weiterer Regelungsbedarf.

Hochwasser-schutz

Der Änderungsbereich liegt nicht innerhalb eines festgesetzten oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiets oder einem Risikogebiet außerhalb von Überschwemmungs-gebieten.

Oberflächen-entwässerung

Die Oberflächenentwässerung der zukünftig versiegelten Flächen wird im Rahmen des parallel aufgestellten Bebauungsplanes geregelt. Die Belange werden berücksichtigt.

Trinkwasser-schutz

Der Änderungsbereich befindet sich nicht innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes.

4.14 Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden
(§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB)

Die Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

7 Stadt Lohne – Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept Grontmij GmbH, Bremen, April 2013

5 Städtebauliche Übersichtsdaten und Verfahren

Städtebauliche Übersichtsdaten

90.Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Lohne	rd. 30.040 m²
Sonderbaufläche (SO)	27.170 m²
Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	2.870 m²

Zeitlicher Überblick

Datum	Verfahrensschritt	Grundlage
08.11.2022	Aufstellungsbeschluss (VA)	§ 2 Abs. 1 BauGB
16.07.2024 – 18.08.2024	Frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit	§ 3 Abs. 1 BauGB
16.07.2024 – 18.08.2024	Frühzeitige Behördenbeteiligung	§ 4 Abs. 1 BauGB
	Öffentliche Auslegung des Planes	§ 3 Abs. 2 BauGB
	Behördenbeteiligung	§ 4 Abs. 2 BauGB
	Satzungsbeschluss	§ 10 Abs. 1 BauGB

Die vorstehende textliche Begründung gehört zum Inhalt der Flächennutzungsplanänderung, sie hat aber keinen rechtsverbindlichen Charakter. Darstellungen und Festsetzungen enthält nur der Plan.

Im Auftrag ausgearbeitet von:	
P3 Planungsteam GbR mbH, Oldenburg Oldenburg, den	gez. Planverfasser
Stadt Lohne, den	gez. Bürgermeisterin

Verfahren

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VIII

„Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27"

Präambel

Aufgrund des § 1 Abs. 3 und des § 10 des Baugesetzbuches (BauGB) i. V. m. § 58 Abs. 2 Nr. 2 des Niedersächsischen Kommunalverfassungsgesetzes (NKomVG) in den zurzeit geltenden Fassungen hat der Rat der Stadt Lohne den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" bestehend aus der Planzeichnung, den nebenstehenden textlichen Festsetzungen und der Begründung als Satzung beschlossen.

Lohne, den

Dr. Voet
Bürgermeisterin

SIEGEL

Aufstellungsbeschluss

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 08.11.2022 die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" beschlossen. Der Aufstellungsbeschluss ist gemäß § 2 Abs. 1 BauGB am ..... ortsüblich bekannt gemacht worden.

Lohne, den

Veröffentlichung

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am ..... dem Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" und der Begründung zugestimmt und seine Veröffentlichung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB beschlossen. Ort und Dauer der Veröffentlichung wurden am ..... ortsüblich bekannt gemacht. Der Entwurf des vorhabenbezogenen Bebauungsplans mit der Begründung und die wesentlichen umweltbezogenen Stellungnahmen wurden vom 24.03.2025 bis 27.04.2025 gemäß § 3 Abs. 2 BauGB auf der Internetseite der Stadt veröffentlicht und im gleichen Zeitraum im Rathaus der Stadt öffentlich ausgelegt.

Lohne, den

Satzungsbeschluss

Der Rat der Stadt Lohne hat den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" nach Prüfung der Stellungnahmen gemäß § 3 Abs. 2 BauGB in seiner Sitzung am ..... als Satzung (§ 10 BauGB) sowie die Begründung beschlossen.

Lohne, den

Inkrafttreten

Der Beschluss des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" ist gemäß § 10 Abs. 3 BauGB am ..... ortsüblich bekannt gemacht worden. Der Bebauungsplan ist damit am ..... in Kraft getreten.

Lohne, den

Verletzung von Vorschriften

Innerhalb von einem Jahr nach Inkrafttreten des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27" ist die Verletzung von Vorschriften gemäß § 215 Abs. 1 BauGB i.V.m. § 214 BauGB beim Zustandekommen des Bebauungsplans und der Begründung nicht geltend gemacht worden.

Lohne, den

Plangrundlage

Karte: Liegenschaftskarte, Maßstab 1:1000
Stadt Lohne, Gemarkung Lohne, Flur 3
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung
Herausgebervermerk:

© 2024 , Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
Regionaldirektion Oldenburg-Cloppenburg

Die Planunterlage entspricht dem Inhalt des Liegenschaftskatasters und weist die städtebaulich bedeutsamen baulichen Anlagen sowie Straßen, Wege und Plätze vollständig nach (Stand von 21.02.2024). Sie ist hinsichtlich der Darstellung der Grenzen und der baulichen Anlagen geometrisch einwandfrei. Die Übertragbarkeit der neu zu bildenden Grenzen in die Örtlichkeit ist einwandfrei möglich.

Lohne, den

M.Sc. Axel Timmen
(Öffentl. Best. Verm.-Ing)

Planverfasser

Der Entwurf des Bebauungsplanes wurde ausgearbeitet von:

P3 Planungsteam GbR mbH, Ofener Str. 33a, 26 121 Oldenburg, 0441-74210

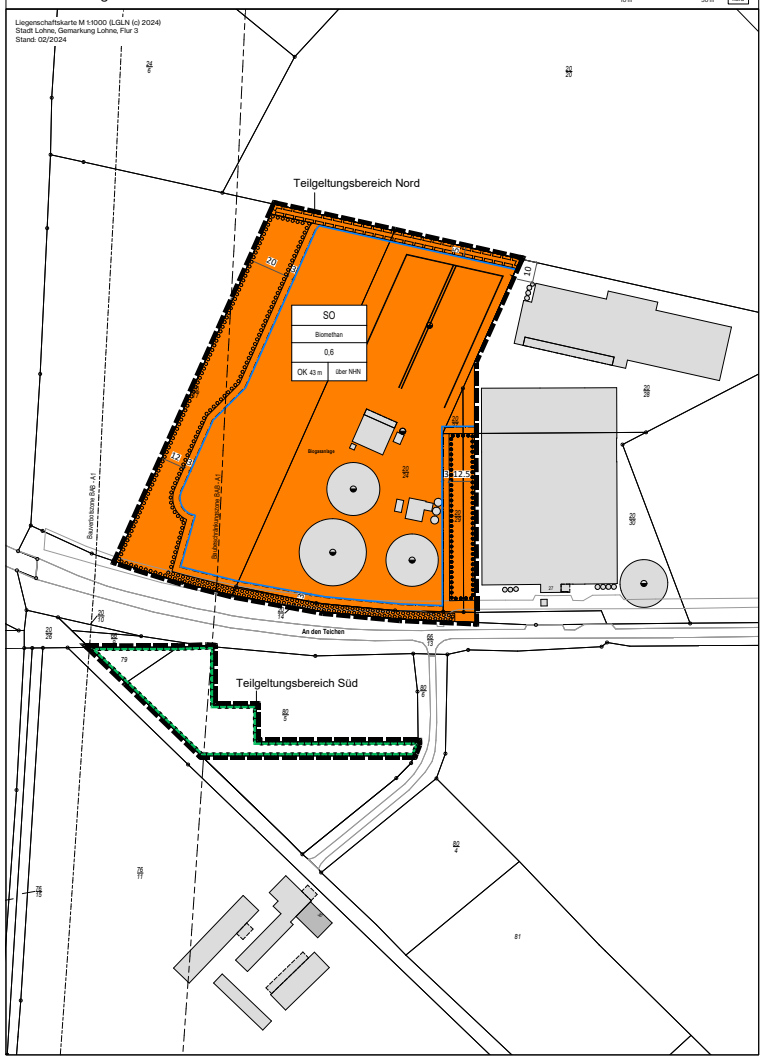
Lohne, den

Planverfasser

Planzeichnung

Maßstab 1:1000
10 m 50 m
nord

Liegenschaftskarte M 1:1000 (LGLN (c) 2024)
Stadt Lohne, Gemarkung Lohne, Flur 3
Stand: 02/2024



Planzeichenerklärung

gemäß PlanzV '90

Art der baulichen Nutzung

SO Biomethan — Sonstige Sondergebiete Zweckbestimmung: Biomethan

Maß der baulichen Nutzung

0,6 — Grundflächenzahl

OK 43 m über NHN — Oberkante, als Höchstmaß

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen

Baugrenze

Verkehrsflächen

Ein- und Ausfahrtbereich

Planungen, Nutzungsregelungen, Maßnahmen und Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft

Umgrenzung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft

Umgrenzung von Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen

Umgrenzung von Flächen mit Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen, sowie von Gewässern

Sonstige Planzeichen

Mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten zu belastende Flächen

Grenze des räumlichen Geltungsbereiches

Rechtliche Grundlagen

Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.11.2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20.12.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist

Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 03.07.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist

Planzeichenverordnung 1990 (PlanzV) vom 18.12.1990 (BGBl. 1991 I S. 58), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist;

Nds. Bauordnung (NBauO) vom 03.04.2012 (Nds. GVBl. S. 46), die zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18.06.2024 (Nds. GVBl. 2024 Nr. 51) geändert worden ist

Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG) vom 10.12.2020 (Nds. GVBl. 2020, S. 464), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12.12.2023 (Nds. GVBl. S. 289) geändert worden ist

Nds. Kommunalverfassungsgesetz (NKomVG) vom 17.12.2010 (Nds. GVBl. S. 576), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 06.11.2024 (Nds. GVBl. 2024 Nr. 91) geändert worden ist

Nachrichtliche Übernahme

Bergbau – Das Plangebiet liegt im Bergwerksfeld Münsterland für den Abbau von Kohlenwasserstoffen. Die Bergbauberechtigungen liegen aktuell bei der DEG.

Autobahn – Die Anbauverbotszone von 40 m gemessen ab der Fahrbahnkante (§ 9 Abs. 1 FStrG) sowie die 100 m Anbaubeschränkungszone von 100 m gemessen ab Fahrbahnkante (§ 9 Abs. 2 FStrG) wurden nachrichtlich übernommen.

Textliche Festsetzungen

§ 1 Art der baulichen Nutzungen

(1) Das sonstige Sondergebiet (SO) mit der Zweckbestimmung Biomethan dient gemäß § 11 Absatz 2 BauNVO der Errichtung und dem Betrieb von Biogaserzeugungs-, -verarbeitungs-, -aufbereitungs- und -einspeisungsanlagen einschließlich der Nebenanlagen wie Fahrsilos und Lagerbehälter sowie deren technische Einschließung und Einfriedungen. Außerdem zulässig sind Anlagen zur Wärmeerzeugung, die ausschließlich mit Brennstoffen betrieben werden, die im Rahmen der Biogasproduktion entstehen oder anfallende Abwärme nutzbar machen.

(2) Ausnahmen von Satz (1) sind für Anlagen zur Wärmeversorgung zulässig, die mit fester Biomasse (z.B. Holzhackschnitzel, Holzpellets) betrieben werden können.

(3) Innerhalb des Geltungsbereichs des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes sind im Rahmen der festgesetzten Nutzungen nur solche Vorhaben zulässig, zu deren Durchführung sich der Vorhabenträger im Durchführungsvertrag verpflichtet. Änderung des Durchführungsvertrages oder der Abschluss eines neuen Durchführungsvertrages sind zulässig. (§ 12 Abs. 3 a BauGB i.V.m. § 9 Abs. 2 BauGB)

§ 2 Obergrenze Biogasproduktion

Das produzierte Biogas darf bei einem Methangehalt des Biogases von 60% die Menge von 6,31 Mio. N/m³ pro Jahr nicht überschreiten. Beide Parameter sind im Verhältnis zu setzen.

§ 3 Überschreitung der Grundflächenzahl

Eine Überschreitung der festgesetzten Grundflächenzahl nach § 19 Abs. 4 BauNVO ist unzulässig.

§ 4 Höhe baulicher Anlagen

(1) Im Baugebiet wird eine maximale Höhe der Gebäudeoberkante (OK) von 43 m über NHN festgesetzt. (§ 16(2) Nr. 4 BauNVO)

(2) Ausnahmen von Satz (1) sind für technisch notwendige Bestandteile (z.B. Hochfermenter, gasdichter Gärrestspeicher oder Warmwasserspeicher) zulässig. Diese dürfen bei einer maximalen Grundfläche von 42 m x 42 m eine Höhe von OK 58 m über NHN nicht überschreiten.

§ 5 Überbaubare Grundstücksflächen

(1) Die überbaubaren Grundstücksflächen sind in der Planzeichnung durch Baugrenzen ausgewiesen. In den nicht überbaubaren Grundstücksflächen ist die Errichtung von Nebenanlagen nicht zulässig (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB i. V. m. § 23 BauNVO).

(2) Auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind Anlagen und Einrichtungen zur Bewirtschaftung des auf den Baußlächen anfallenden Oberflächenwassers und Maßnahmen für die Regenrückhaltung und Versickerung sowie die Führung des Oberflächenwassers zulässig.

(3) Auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind Reliefmodellierungen (Aufschüttungen/Abgrabungen) im Zuge der Stöfallvorkehrungen zulässig.

§ 6 Geh-, Fahr- und Leitungsrechte

Das festgesetzte Geh- Fahr- und Leitungsrecht wird zugunsten der Eigentümer und Nutzungsberechtigten der westlich an den Geltungsbereich angrenzenden Ackerflächen ausgesprochen. (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB)

§ 7 Pflanzerhalt und Pflanzgebot

(1) Innerhalb der in der Planzeichnung abgegrenzten Fläche mit Bindung für Bepflanzung und für die Erhaltung von Bäumen und Sträuchern sind die vorhandenen Gehölze soweit zur Erhaltung erforderlich zu pflegen und bei Abgang durch heimische Laubbäume in Form von Hochstämmen (St.U.f. 14 – 16 cm) zu ersetzen.

(2) Die Fläche zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen ist als Sukzessionsflächen durch Ansaat mit einer regionalen Gras- und Kräutermischung zu entwickeln.

(3) Innerhalb der [illegible] sind [illegible] naturnahen Gehölzen [illegible]

(4) Die Festsetzungen gelten vorbehaltlich der Festsetzung § 9.

Textliche Festsetzungen

§ 8 Natur und Landschaft

(1) Auf den festgesetzten Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft ist ein artenreicher, gestufter Gehölzbestand in Form eines naturnahen Feldgehölzes anzulegen, zu entwickeln bzw. zu erhalten. Dazu sind Bäume mit einem Stammumfang von 10 bis 12 cm, Heister und Sträucher anzupflanzen. Es sind standortgerechte einheimische Arten gemäß Pflanzliste 1 zu verwenden.

Die Anpflanzung ist stufig aufzubauen. An den Rändern sind 2 m breite gras- und kräuterreiche Saumstreifen durch Selbstbegrünung zu entwickeln. An die Saumzonen schließt sich allseitig ein 1 bis 4 m breiter Strauchgürtel mit standortheimischen Straucharten gemäß Pflanzliste 1 an. Die übrige Fläche ist mit Bäumen gemäß Pflanzliste 1 zu bepflanzen. Die Bäume sind im Verbund von 2 m x 2 m zu setzen. Die Sträucher sind in Gruppen von mindestens 3 bis 5 Stück je Art zu pflanzen. Pro Strauchgehölz ist eine Pflanzfläche von 1,5 m² vorzusehen.

(2) Soweit eine Breite von 7 m unterschritten wird, sind ausschließlich Bäume und Sträucher (Pflanzliste 1) zu pflanzen. Der Baumanteil hat min. 40 % zu betragen.

(3) Bei Abgang von Gehölzen sind diese durch gleichartige Gehölze gemäß Pflanzenliste 1 zu ersetzen.

(4) In den ersten 3 Jahren nach Gründung des Bestandes ist nach Bedarf eine Mahd des Gras- und Krautaufwuchses innerhalb der Pflanzfläche vorzunehmen. Die Säume können zwischen Oktober und Februar gemäht werden, maximal alle zwei Jahre.

(5) Zum Schutz der Jungpflanzen vor Wildverbiss und unbefugtem Betreten ist die Fläche einzuzäunen.

§ 9 Störfallvorkehrungen

Die technischen und baulichen Anlagen der Biogasanlage sind gem. § 37 AwSV zu umwallen. Innerhalb der Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen ist entlang der Plangebietsgrenzen ein min. 3 m breiter Erdwall herzustellen und mit Arten gemäß Pflanzliste 2 zu bepflanzen. Die Bepflanzung ist zu ihrer Erhaltung zu pflegen.

Pflanzlisten:

Pflanzliste 1:

Bäume		
Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Stieleiche	Quercus robur	bis 30 m
Hainbuche	Carpinus betulus	bis 20 m
Spitzahorn	Acer platanoides	bis 30 m
Bergahorn	Acer pseudoplatanus	bis 40 m
Rotbuche	Fagus sylvatica	bis 40 m
Sträucher		
Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Pfaffenhütchen	Euonymus europaeus	bis 4 m
Hartriegel	Cornus sanguinea	bis 4 m
Haselnuss	Corylus avellana	bis 5 m
Weißdorn	Crataegus	bis 5 m
Faulbaum	Rhamnus frangula	bis 6 m
Schlehe	Prunus spinosa	bis 6 m
Holunder	Sambucus	bis 7 m

Pflanzliste 2:

Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Hasel	Corylus avellana	bis 5 m
Faulbaum	Rhamnus frangula	bis 6 m
Holunder	Sambucus	bis 7 m
Hartriegel	Cornus sanguinea	bis 4 m
Hundsrosen	Rosa canina	bis 3 m
Weißdorn	Crataegus	bis 5 m
Schlehe	Prunus spinosa	bis 6 m

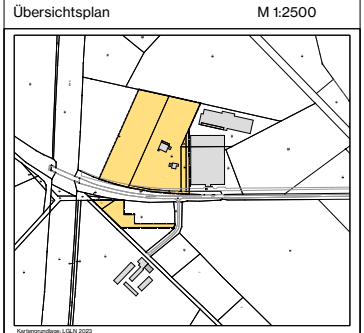
Hinweise

1. **Archäologische Bodenfunde** – Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten ur- und frühgeschichtliche sowie mittelalterliche oder frühneuzeitliche Bodenfunde (das können u. a. sein: Tongefäßscherben, Holzkohleansammlungen, Schlacken sowie auffällige Bodenverfärbungen u. Steinkonzentrationen, auch geringe Spuren solcher Funde) gemacht werden, sind diese gemäß § 14 Abs. 1 des Nieders. Denkmalschutzgesetzes meldepflichtig und müssen der zuständigen unteren Denkmalschutzbehörde oder dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege – Abteilung Archäologie – Stützpunkt Oldenburg, Ofener Straße 15, Tel. 0441 / 205766-15 unverzüglich gemeldet werden. Meldepflichtig sind die Finder, die Leiter der Arbeiten oder die Unternehmer. Bodenfunde und Fundstellen sind nach § 14 Abs. 2 des Nieders. Denkmalschutzgesetzes bis zum Ablauf von 4 Werktagen nach der Anzeige unverändert zu lassen, bzw. für ihren Schutz ist Sorge zu tragen, wenn nicht die Denkmalschutzbehörden vorher die Fortsetzung der Arbeiten gestattet.
2. **Altlasten** – Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten Hinweise auf Altablagerungen oder Altstandorte zu Tage treten, so ist unverzüglich die untere Abfallbehörde des Landkreises Vechta zu benachrichtigen.
3. **Kampfmittel** – Im südlichen Teilgeltungsbereich wurden im Rahmen einer geophysikalischen Untersuchung Anomalien festgestellt. Diese sind im Vorfeld von baulichen Maßnahmen durch einen Befähigungsscheininhaber nach §20 SprengG zu überprüfen.

   Sollten sich während der Bauarbeiten Hinweise auf Bombenblindgänger oder andere Kampfmittel im Boden ergeben, so ist unverzüglich die zuständige Polizeidienststelle, das Ordnungsamt oder den Kampfmittelbeseitigungsdienst des LGLN – Regionaldirektion Hameln-Hannover zu verständigen.
4. **Verletzung und Tötung von Individuen** – Im Geltungsbereich ist mit Vorkommen von Niststätten europäischer Vogelarten zu rechnen. Für die genannte Artengruppe gelten die Bestimmungen des besonderen Artenschutzes gemäß § 44 BNatSchG. Um die Verletzung oder Tötung von Individuen sicher auszuschließen, sollten Baumfäll- und Rodungsarbeiten grundsätzlich außerhalb der Reproduktionszeiten von Fledermäusen und Brutvögeln durchgeführt werden, also nur während der Herbst-/Winternonate im Zeitraum von Oktober bis Februar. Sind Maßnahmen, wie die oben genannten während der Brutperiode von Vögeln beabsichtigt, kann eine Ausnahme von den artenschutzrechtlichen Bestimmungen bei der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Vechta beantragt werden. Dazu ist in der Regel eine einzelfallbezogene vorherige gutachterliche Untersuchung des von der Maßnahme betroffenen Bereiches erforderlich. Die Baufeldfreimachung ist ebenfalls in der o.a. Jahreszeit vorzunehmen. Auf eine starke nächtliche Beleuchtung der Baustellen ist ebenso zu verzichten wie auf Lichteinträge, die über das normale Maß der Beleuchtung der Verkehrswege und der Wohngrundstücke hinausgehen Die Beleuchtung sollte nur indirekt und mit fledermausfreundlichen Lampen erfolgen. Eine Beleuchtung der Gehölzreihen entlang der Straße An den Teichen sowie punktuelle Beleuchtungskonzentrationen sind zu vermeiden. Gebäude sollten nicht direkt angestrahlt werden.
5. **Schutz von Gehölzbeständen** - Während der Baumaßnahme sind die ZTV-Baumpflege, die RSBB 2022 - Richtlinien zum Schutz von Bäumen und Vegetationsbeständen bei Baumaßnahmen, die H Art8 2017 und die DIN 18920 (Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Bau-maßnahmen) anzuwenden, um Beeinträchtigungen der Gehölzstrukturen zu vermeiden.
6. **Löschwasser** - Für das Plangebiet ist eine Löschwassermenge von 96 m³/h (1600 L/Min) über einen Zeitraum von 2 Stunden erforderlich (§ 42 NBauO).
7. **Informationsgrundlagen** – Die der Planung zugrundeliegenden Vorschriften (Gesetze, Verordnungen, Erlasse und DIN-Vorschriften) können bei der Stadt Lohne im Rathaus, Bauamt, eingesehen werden.

Übersichtsplan

M 1:2500



Kartengrundlage: LGLN 2023

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VIII

"Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27"

Blatt 1

Unterlage für den Satzungsbeschluss

STADT LOHNE
LANDKREIS VECHTA

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELIA 2.8 b6

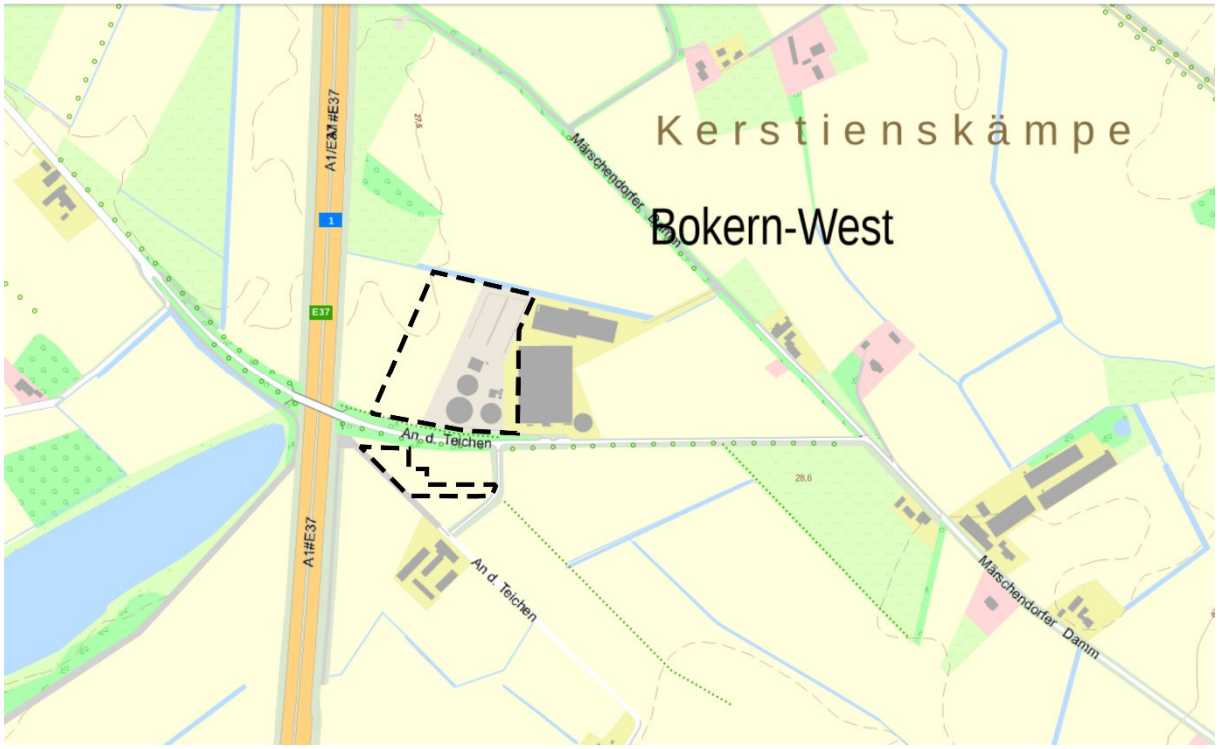
Stadt Lohne

Landkreis Vechta

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VIII

„Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“

Begründung



Quelle: LGLN 2024

Entwurf (Vorabzug)

§ 3 Abs.1 BauGB Öffentlichkeitsbet.		§ 4 Abs. 1 BauGB Behördenbeteiligung		§ 3 Abs. 2 BauGB Öffentl. Auslegung		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Behördenbet.		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Öffentl. Auslegung		§ 10 BauGB Satzung
x	x	x	x							

Begründung 1
1 Anlass und Ziel der Planung 1
2 Planungsgrundlagen 2
3 Inhalte des Bebauungsplanes 8
3.1 Art und Maß der baulichen Nutzung / baurechtliche Regelungen 8
3.2 Nachrichtliche Übernahmen, Hinweise, Rechtsgrundlagen 12
4 Abwägung der Belange 14
4.1 Belange des Immissionsschutzes, der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB) 14
4.2 Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen (§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB) 16
4.3 Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung (§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB) 16
4.4 Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile (§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB) 17
4.5 Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes (§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB) 17
4.6 Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften (§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB) 18
4.7 Belange des Umweltschutzes (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB) 18
4.8 Belange des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel (§ 1a Abs. 5 BauGB) 22
4.9 Belange der Wirtschaft, der Infrastruktur, der technischen Versorgung (§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB) 22
4.10 Belange des Verkehrs (§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB) 24
4.11 Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes (§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB) 25
4.12 Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte (§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB) 26
4.13 Belange des Hochwasserschutzes und der Wasserwirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB) 26
4.14 Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden (§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB) 27
4.15 Belang der ausreichenden Versorgung mit Grün- und Freiflächen (§ 1 Abs. 6 Nr. 14 BauGB) 27
5 Städtebauliche Übersichtsdaten und Verfahren 28

BEGRÜNDUNG

1 Anlass und Ziel der Planung

Anlass

Im Ortsteil Märschendorf plant ein Landwirt die Erweiterung und Änderung seiner derzeit privilegierten Biogasanlage im Außenbereich. Durch eine Kapazitätserweiterung der bestehenden Anlage von 2,3 Mio. Normkubikmeter (Nm³) auf 6,31 Mio. Nm³ im Jahr wird die maximale Grenze von 2,3 Mio. (Nm³) für privilegierte Vorhaben im Außenbereich deutlich überschritten, sodass das Aufstellen eines Bebauungsplans sowie eine Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich werden. Derzeit wird die Anlage als sogenannte „NaWaRo-Anlage“ betrieben, das heißt, es werden ausschließlich nachwachsende Rohstoffe und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zulässige organische Rohstoffe wie Wirtschaftsdünger vergoren. Der genehmigte Input von 18.OOO t/a (5.000 t/a Maissilage; 13.000 t/a Wirtschaftsdünger) soll auf insgesamt 46.000 t/a angehoben werden, sodass zukünftig 2,75 - mal so viel Biogas wie bisher erzeugt werden kann. Zusätzlich soll eine Umwandlung in Biomethan erfolgen, damit dieses in das öffentliche Gasnetz eingespeist und indirekt zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf genutzt werden kann. Insgesamt kann so eine Nutzung der thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht werden. Es bietet sich an bereits bestehende Standorte im Bereich der erneuerbaren Energiegewinnung auszubauen und effektiver zu gestalten, um eine nachhaltige Entwicklung zu verstetigen. Es muss kein neuer Standort erschlossen werden

und bereits bestehende Infrastruktur kann sinnvoll genutzt und erweitert werden. Die Biomethanproduktion kann als gasförmiger, speicherbarer und flexibel generierbarer Energieträger eine wichtige Säule der Energieversorgung, insbesondere zur Stabilisierung der heimischen bzw. regionalen Stromversorgung aus regenerativen Energien übernehmen.

Der Inhaber der Biogasanlage (TEE GmbH & CoKg) ist Vorhabenträger.

Ziel

Ziel der Planung ist es, durch die Festsetzung eines sonstigen Sondergebiets die bestehende Biogasanlage planungsrechtlich zu sichern und deren Erweiterung zu ermöglichen. Die regenerative, umweltfreundliche Erzeugung von Strom und Wärme soll somit planungsrechtlich an einem sehr gut geeigneten Standort ermöglicht und gesichert werden.

Planerfordernis

Derzeit besteht für das Gebiet kein Bebauungsplan. Es ist dem planungsrechtlichen Außenbereich zuzuordnen. Aktuell sind somit nur privilegierte Vorhaben nach § 35 BauGB zulässig. Die bestehende Biogasanlage ist als solche genehmigt, überschreitet jedoch mit der geplanten Erweiterung von 2,3 Mio. auf 6,31 Mio. Nm³ Biogas im Jahr die zulässigen Grenzen für ein privilegiertes Vorhaben im Außenbereich gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 6d BauGB, sodass zur Realisierung des Vorhabens die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans sowie die Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich ist. Die beiden Verfahren werden im Parallelverfahren (§ 8 Abs. 3 BauGB) durchgeführt.

2 Planungsgrundlagen

Aufstellungsbeschluss

Der Verwaltungsausschuss der Stadt Lohne hat in seiner Sitzung am 08.11.2022 die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“ beschlossen.

Lage / Größe

Das Plangebiet befindet sich im Nordwesten des Stadtgebiets Lohne. Das Plangebiet wird durch die Straße *An den Teichen* in einen nördlichen und einen südlichen Teilgeltungsbereich getrennt. Unmittelbar im Westen des Plangebiets verläuft die Bundesautobahn A1. An das Plangebiet grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Der nördliche Teilgeltungsbereich umfasst eine Fläche von rd. 27.170 m² und der südliche Teilgeltungsbereich umfasst eine Fläche von rd. 2.870 m². Zusammen ergibt dies eine Fläche von rd. 30.040 m². Dies entspricht der Flächengröße des Änderungsbereichs des Flächennutzungsplanes.

Bei dem südlichen Teilgeltungsbereich handelt es sich um eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft, die der Kompensation von Eingriffen durch die geplante Anlagenerweiterung dient.

Geltungsbereich

Das Plangebiet des Bebauungsplanes liegt in der Flur 3 der Gemarkung Lohne und gliedert sich in zwei Teilgeltungsbereiche, die durch die Straße *An den Teichen* voneinander getrennt sind. Grundsätzlich ist die verbindliche Abgrenzung kartografisch bestimmt. Die Teilgeltungsbereiche begrenzen sich wie folgt:

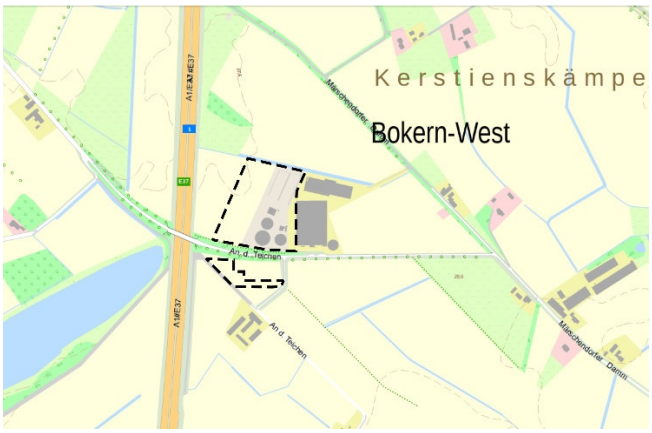
Nördlicher Teilgeltungsbereich:

- im Norden durch die nördliche Grenze des Flurstücks 20/24 sowie der nördlichen Grenze des Flurstücks 20/17 auf einer Länge von rd. 60 m;
- im Osten durch die östliche Grenze des Flurstücks 20/24 auf einer Länge von rd. 56 m von Norden aus sowie der um rd. 15,5 m nach Osten versetzten östlichen Grenze des Flurstücks 20/24, der Grenzverlauf orientiert sich hier an den Bestandsgebäuden;
- im Süden entlang der südlichen Grenze des Flurstücks 20/14 sowie der südlichen Grenze des Flurstücks 20/17 auf einer Länge von rd. 60 m;
- im Westen parallel zur westlichen Grenze des Flurstücks 20/24 in einem Abstand von rd. 60 m.

Südlicher Teilgeltungsbereich:

- der südliche Teilgeltungsbereich umfasst das Flurstück 79 sowie Teile des Flurstücks 80/5

Abb. 1 Abgrenzung des Geltungsbereichs des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage LGLN 2024

Im Einzelnen sind folgende Flurstücke der Flur 3 Gemarkung Lohne umfasst: 20/24, 20/17 (tlw.) 20/14, 20/27, 20/29, 20/28 (tlw.) 20/30 (tlw.), 79 und 80/5 (tlw.).
Die räumliche Abgrenzung wird kartographisch durch die Planzeichnung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes im Maßstab 1:1000 bestimmt.

Überörtliche und örtliche zu beachtende Planziele

Energierecht

Die energierechtlichen Rahmenbedingungen werden durch das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023) gegeben.

- „Ziel dieses Gesetzes ist insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht.“ (§ 1 Abs. 1 EEG)
- „Zur Erreichung des Ziels nach Absatz 1 soll der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch im Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (Bundesgebiet) auf mindestens 80 Prozent im Jahr 2030 gesteigert werden.“ (§ 1 Abs. 2 EEG)
- „Der für die Erreichung des Ziels nach Absatz 2 erforderliche Ausbau der erneuerbaren Energien soll stetig, kosteneffizient, umweltverträglich und netzverträglich erfolgen.“ (§ 1 Abs. 3 EEG)

Land (LROP)

Die Planungen der Gemeinde sind an die übergeordneten Planungsvorgaben anzupassen bzw. müssen mit Ihnen in Einklang stehen. Die übergeordneten Ziele der Landesraumordnung werden berücksichtigt. Das Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP)[1] bestimmt folgendes:

- „Die nachhaltige Erzeugung erneuerbarer Energien soll vorrangig unterstützt werden. Bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sollen die Möglichkeiten der Nutzung der erneuerbaren Energien, der Sektorkopplung sowie der Energieeinsparung berücksichtigt werden.“ (Kapitel 4.2.1)
- „Die Träger der Regionalplanung sollen im Sinne des Niedersächsischen Klimagesetzes darauf hinwirken, dass unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten der Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere der Windenergie, der Solarenergie, der Wasserkraft, der Geothermie sowie von Bioenergie und Energie aus Wasserstoff, raumverträglich ausgebaut wird.“ (Kapitel 4.2.1)

Die genannten Voraussetzungen sind im ausgewählten Plangebiet beispielhaft gegeben.

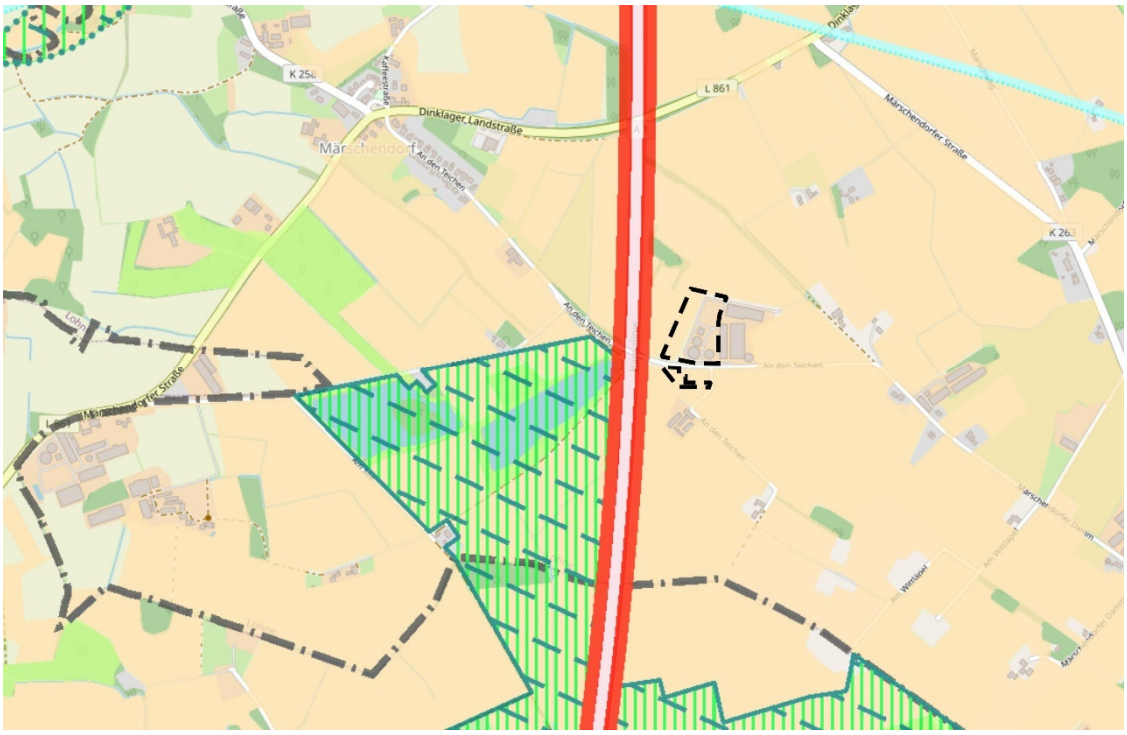
1 Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP) in der Änderungsverordnung vom 17.09.2023

Mit der Festsetzung eines sonstigen Sondergebietes mit der Zweckbestimmung Biomethan soll eine bestehende Biogasanlage ausgebaut und erweitert werden. Mit den Festsetzungen des vorhabenbezogenen Bebauungsplans wird die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien unterstützt. Der Anteil der Bioenergie wird raumverträglich ausgebaut, wobei die regionalen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Um die Planungen zu realisieren, werden eine bereits als Biogasanlage genutzte Fläche sowie Ackerflächen in Anspruch genommen. Die Flächen sind zum Großteil bereits bebaut und versiegelt. Die Grundsätze der Raumordnung werden berücksichtigt.

Kreis (RROP)

Im Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP)[2] des Landkreises Vechta liegt das Plangebiet in einem Vorbehaltsgebiet für die Landwirtschaft. Im Westen liegt die Bundesautobahn A1, die als Vorranggebiet Autobahn ausgewiesen ist. Südwestlich der BAB 1 grenzt ein Vorranggebiet Biotopverbund sowie ein Vorranggebiet für Natur und Landschaft an.

Abb. 2 Darstellung des Plangebiets im RROP des Landkreises Vechta



Die Flächen des nördlichen Teilgeltungsbereichs des Plangebiets werden zum Großteil bereits durch eine Biogasanlage genutzt und weisen einen hohen Bebauungs- und Versiegelungsgrad auf. Im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs sowie im südlichen Teilgeltungsbereich werden Ackerflächen im Umfang von insgesamt 13.340 m² in Anspruch genommen. Im Vergleich zu den angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen handelt es sich um einen verhältnismäßig kleinen Eingriff, der hinsichtlich des Planziels vertretbar ist.

Die zeichnerischen Darstellungen des RROP stehen einer planerischen Inanspruchnahme der Flächen nicht entgegen. Die genannten Ziele und Grundsätze der regionalen Raumordnung werden berücksichtigt.

Stadt (FNP)

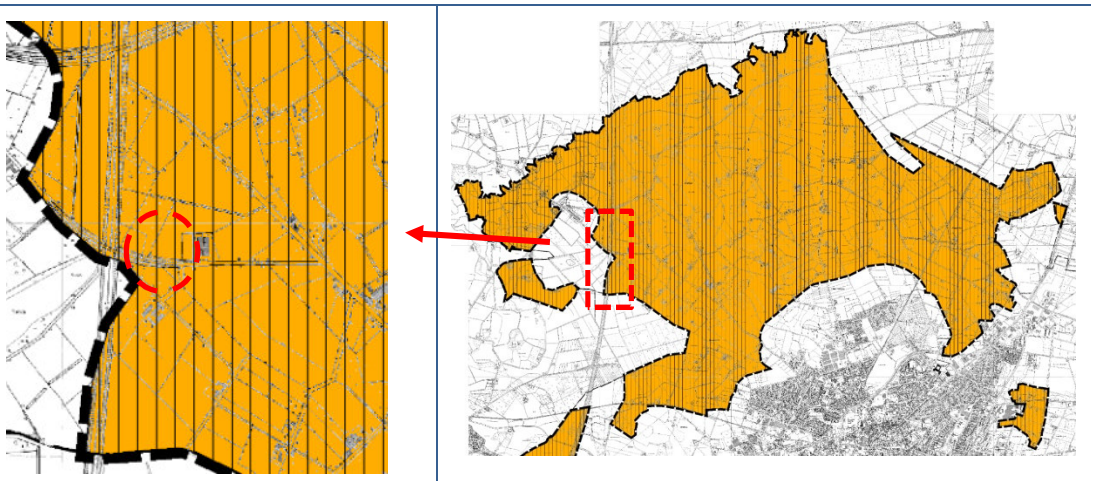
Bebauungspläne sind aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln. Im Flächennutzungsplan (FNP) der Stadt Lohne ist das Plangebiet derzeit als landwirtschaftliche Fläche dargestellt.

Mit der 50. Änderung des Flächennutzungsplans vom 21.06.2021 wurde ein Eignungsgebiet für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse ausgewiesen. Die übrigen Darstellungen des FNP sowie die planungsrechtlichen Genehmigungsanforderungen nach § 35 BauGB bleiben in

2 Regionales Raumordnungsprogramm (RROP), Landkreis Vechta, 2021

diesen Gebieten unberührt. Das Plangebiet liegt am westlichen Rand innerhalb des Eignungsgebiets.

Abb. 3 Darstellung des Plangebiets im Bereich der 50. Änderung des FNP der Stadt Lohne



Im Parallelverfahren zum Bebauungsplan wird eine Änderung des FNP durchgeführt. Mit dieser wird der bislang als landwirtschaftliche Fläche ausgewiesene Bereich als Sonderbaufläche dargestellt.

Angrenzende Bebauungspläne

Angrenzend an das Plangebiet bestehen keine weiteren Bebauungspläne der Stadt Lohne.

■ Bestand und Planziel

Bestand

Nutzungen im Geltungsbereich – Der Geltungsbereich wird größtenteils bereits als Biogasanlage genutzt. Derzeit befinden sich im nördlichen Teilgeltungsbereich ein Gärrestspeicher, ein gasdichter Gärrestspeicher, ein Fermenter, eine Technikhalle, eine Fahrzeugwaage, eine Fahrsiloanlage, ein BHKW-Gebäude, eine Notfackel, sowie insgesamt drei Warmwasserspeicher. Außerhalb des Geltungsbereichs im Bereich der angrenzenden Tierhaltungsanlagen befindet sich zudem ein Güllehochbehälter.

Der südliche Teilgeltungsbereich sowie der westliche Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs umfassen Ackerflächen.

Umgebende Nutzungen – Die Umgebung ist vorwiegend durch die Landwirtschaft geprägt. Direkt an den nördlichen Teilgeltungsbereich grenzen Tierhaltungsanlagen des Vorhabenträgers an. Im Westen des Plangebiets verläuft in unmittelbarer Nähe die Bundesautobahn A1. Westlich der Autobahn befinden sich zwei Stillgewässer. In der Umgebung finden sich vereinzelt Einzelhäuser und Hofstellen.

Abb. 4 Plangebiet und Umgebungsnutzungen

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage Luftbild LGLN 2023

Planung

Im nördlichen Teilgeltungsbereich wird ein Sonstiges Sondergebiet (SO) mit der Zweckbestimmung Biomethan festgesetzt. Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zu Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft festgesetzt, die der Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft durch die Anlagenerweiterung dient.

Vorhaben-beschreibung

Das Vorhaben der Erweiterung und Änderung der Biogasanlage stellt sich wie folgt dar:

Die bestehende Biogasanlage, bestehend aus einem Gärrestspeicher, einem gasdichten Gärrestspeicher, einem Fermenter, einer Technikhalle, einer Fahrzeugwaage, einer Fahrsiloanlage, einem BHKW-Gebäude, einer Notfackel, insgesamt drei Warmwasserspeichern sowie einem Güllehochbehälter im Bereich der angrenzenden Tierhaltungsanlagen soll erweitert werden. Im Zuge der Erweiterung werden im Wesentlichen ein Hochfermenter, ein Gärrestspeicher sowie eine Lager- und ein Technikhalle neu errichtet. Hinzu kommen notwendigen Nebenanlagen, wie z.B. ein Auffangbunker oder ein Technik- und Pumpengebäude sowie weitere technische Bauwerke, wie Schaltraum und Anlagen zur Gasaufbereitung. (siehe Vorhaben- und Erschließungsplan)

Durch die zuvor erläuterten baulichen Änderungen und Erweiterung der Biogasanlage kann die Produktion von 2,3 Mio. Normkubikmeter (Nm^3) im Jahr auf 6,31 Mio. (Nm^3) gesteigert werden. Gegenwärtig erzeugt die Anlage Strom entsprechend des Bedarfs im öffentlichen Netz und gleicht damit Schwankungen in der Stromproduktion aus. Die anfallende Abwärme wird zur Beheizung der Biogasanlage selbst, von vorhandenen Stallgebäuden sowie von Wohngebäuden in der Umgebung genutzt. Mit der nun angedachten Änderung und Erweiterung der vorhandenen Biogasanlage soll zukünftig 2,75 mal so viel Biogas erzeugt werden wie bisher. Zudem ist eine Umwandlung in Biomethan geplant, um dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen. Ein Teil des Biomethans könnte zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf genutzt werden. Hierdurch würde eine Nutzung der verfügbaren thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht werden. Der Ausbau des Fernwärmenetzes ist abhängig von den rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen, die sich jederzeit ändern können. Eine Umsetzung

erfolgt, wenn die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen und effizienten Ausbau gegeben sind.

Derzeit wird die Anlage als sogenannte „NaWaRo-Anlage“ betrieben, das heißt es werden ausschließlich nachwachsende Rohstoffe und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zulässige organische Rohstoffe wie Wirtschaftsdünger vergoren.

Der genehmigte Input teilt sich wie folgt auf:

- Nachwachsende Rohstoffe 5470 t/a (Maissilage: 4550 t/a; CCM 920 t/a) 5.000 t/a,
- Wirtschaftsdünger (Hähnchenmist, Hühnertrockenkot, Schweinegülle) 13.000 t/a.

Der geplante Input in die erweiterte Biogasanlage wird sich von 18.000 t/a auf 46.000 t/a erhöhen. Der benötigte Maisanateil steigt von 5.000 t/a auf 8.000 t/a an. Die angestrebte Biogas- bzw. Biomethanproduktion soll vorwiegend aus Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung erfolgen. Die zum Einsatz kommende Menge an Schweinegülle u. Sauenmist (zusammen 17.500 t) stammen aus der eigenen Tierhaltung, die unmittelbar an das Plangebiet bzw. die bestehende Biogasanlage angrenzt sowie der eigenen Tierhaltung westlich der Autobahn A1 an der *Dinklager Landstraße 4a*. Die übrigen zusätzlichen Wirtschaftsdünger stammen von Tierhaltungsbetrieben aus der näheren Umgebung bzw. der Region. Nicht aus der Landwirtschaft stammende Biomasse, z.B. Klärschlamm oder Abfälle aus der Tierkörperbeseitigung, werden nicht eingesetzt. Zum Erreichen der angedachten Biogas- bzw. Biomethanproduktion sollen die nachstehenden Einsatz- bzw. Inputstoffe zum Einsatz kommen:

Inputbezeichnung	Inputmenge t/a	Biogasertrag Nm³/a	Outputmenge 1) m³/a
Nachwachsende Rohstoffe			
Maissilage	8.000	2.000.000	6.080
Wirtschaftdünger			
Hähnchenmist (NP-red.)	3.000	660.000	2.790
Legehennen – HTK (NP-red.)	10.000	2.200.000	7.600
Mastschweinegülle (NP-red.)	17.000	425.000	16.830
Mastbullenmist	3.500	420.000	3.255
Pferdemist	4.000	540.000	3.720
Sauenmist	500	62.500	465
Summe:	**46.000**	**6.307.500**	**40.740**

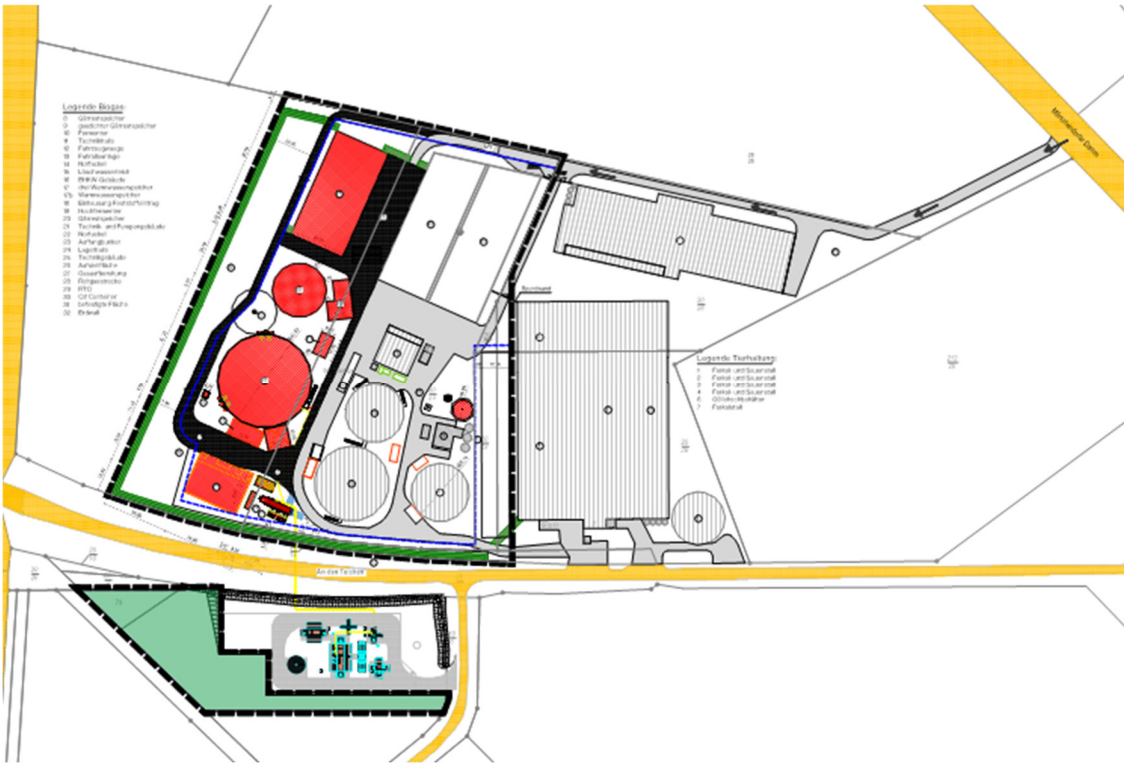
Südlich der Straße *An den Teichen*, auf dem Flurstück 80/5 wird eine Biogaseinspeiseanlage errichtet, die durch die EWE Netz GmbH als Netzbetreiber gebaut und betrieben wird. Die Anlage dient der Einspeisung von aufbereitetem Biogas (Biomethan, Qualität gemäß DVGW G 260) in das Gasnetz, einschließlich erforderlicher Druckanpassung, Druckabsicherung, Sicherung der Gasbeschaffenheit, Gasmessung und ggf. Odorierung.

Für die Einspeiseanlage liegt eine Genehmigung nach § 246d Abs. 4 BauGB i.V.m § 35 BauGB vor.

Für den Bau der Anlage ist somit kein Bauleitplanverfahren notwendig und die Anlage ist nicht Teil des vorhabenbezogenen Bebauungsplans.

Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zu Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft festgesetzt, die der Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft durch die Anlagenerweiterung dient.

Abb. 5 Auszug aus dem Vorhaben- und Erschließungsplan



3 Inhalte des Bebauungsplanes

3.1 Art und Maß der baulichen Nutzung / baurechtliche Regelungen

Art der baulichen Nutzung

Es wird ein **Sondergebiet (SO) mit der Zweckbestimmung Biomethan** festgesetzt. Geplant ist die Erweiterung einer bestehenden Biogasanlage. In den textlichen Festsetzungen werden die zulässigen Anlagen beschrieben. Im Wesentlichen sind dies bauliche Anlagen, die der Erzeugung, Verarbeitung und Aufbereitung von Biogas dienen einschließlich Nebenanlagen. Außerdem sind Anlagen zur Wärmeerzeugung zulässig, die ausschließlich mit Brennstoffen betrieben werden, die im Rahmen der Biogasproduktion entstehen oder anfallende Abwärme nutzbar machen.

Um in Zukunft auf sich verändernde rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen reagieren zu können sind Anlagen zur Wärmeerzeugung, die mit fester Biomasse (z.B. Holzhackschnitzel oder Holzpellets) betrieben werden ausnahmsweise zulässig.

Das produzierte Biogas darf bei einem Methangehalt des Biogases von 60 % die Menge von 6,31 Mio. Nm^3 pro Jahr nicht überschreiten. (Siehe textliche Festsetzung § 1)

Maß der baulichen Nutzung

Für das Sondergebiet mit der Zweckbestimmung Biomethan wird die **zulässige Grundflächenzahl (GRZ)** mit 0,6 festgesetzt. Um die Versiegelung auf das notwendige Maß zu beschränken und einen hohen Anteil unversiegelter Freiflächen im Plangebiet vorzuhalten, ist eine Überschreitung nach § 19 Abs. 4 BauNVO unzulässig. (siehe Textliche Festsetzung §3) Die festgesetzte GRZ orientiert sich hierbei am Versiegelungsgrad der bestehenden Biogasanlage sowie am Vorhaben und ermöglicht eine maximale Versiegelung der Flächen von 60 %.

Zum Schutz des Landschaftsbildes werden die **Bauhöhen** begrenzt. Baulichen Anlagen sollen generell eine maximale Höhe von 15 m über der gewachsenen Geländeoberfläche nicht überschreiten. Auf einer eng begrenzten Grundfläche von maximal 42 m x 42 m dürfen technisch

notwendige höhere Bauteile (Hochfermenter) ausnahmsweise eine maximale Höhe von 30 m über der gewachsenen Geländeoberfläche erreichen.

Die Höhen werden bezogen auf Normalhöhennull (NHN), das aktuelle Höhenbezugssystem in Deutschland, festgesetzt. Die gewachsene Geländeoberkante liegt im Plangebiet bei rd. 28 m über NHN. Festgesetzt wird eine maximale Bauhöhe generell von 43 m über NHN für die baulichen Anlagen. Eine maximale Höhe von 58 m über NHN wird für eine maximale Grundfläche von 42 m x 42 m für technische notwendige Bestandteile als Ausnahme zugelassen. (Siehe textliche Festsetzung § 4).

Überbaubare Fläche

Die überbaubaren Grundstücksflächen werden im Baugebiet über **Baugrenzen** definiert.

Zur nördlichen Grenze des Geltungsbereichs wird ein Abstand von 5 m eingehalten. Es werden ausreichend Flächen für zur Festsetzung eines Geh- Fahr- und Leitungsrechts, zur Sicherung der Erschließung westlich angrenzender Flächen freigehalten. Zudem wird so der erforderliche Abstand von 3 m gem. § 38 WHG i.V.m § 58 NWG zu dem angrenzenden Graben III. Ordnung eingehalten. Im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs sind Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen festgesetzt. Um einen verträglichen Übergang zwischen den technischen Anlagen und den zu bepflanzenden Flächen zu gewährleisten wird ein Abstand von 3 m vorgesehen. Im Nordosten wurde auf die Festsetzung einer Baugrenze verzichtet, da hier unmittelbar Tierhaltungsanlagen angrenzen, die in direktem räumlichem Bezug zur Biogasanlage stehen. Zum Schutz bestehender Gehölzstrukturen wird im Südosten eine Baugrenze im Abstand von 3 m zu den zum Erhalt festgesetzten Gehölzen vorgehalten.

In den nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind Nebenanalgen unzulässig. Zulässig sind Anlagen und Einrichtungen zur Bewirtschaftung, Rückhaltung und Versickerung des auf den Bauflächen anfallenden Oberflächenwassers sowie Reliefmodellierungen (Aufschüttungen / Abgrabungen) im Zuge der Störfallvorkehrungen. (Siehe textliche Festsetzung § 5).

Erschließung

Zur Sicherung der Erschließung wird in der nordöstlichen Ecke des Plangebiets ein **Bereich für Ein- und Ausfahrten** festgesetzt. Die Erschließung erfolgt über die Straße *Märschendorfer Damm* sowie das Betriebsgelände der angrenzende Tierhaltungsanlagen und der bestehenden Biogasanlage.

Zur Sicherung der Erschließung von westlich angrenzenden Ackerflächen werden entlang der nördlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs Flächen mit einer Breite von 5 m festgesetzt, die mit **Geh- Fahr- und Leitungsrechten** zu Gunsten der Eigentümer und Nutzungsberechtigten der angrenzenden Ackerflächen belastet sind. (Siehe textliche Festsetzung § 6)

Pflanzerhalt und Pflanzgebot

Im Südosten des nördlichen Teilgeltungsbereichs wird eine **Fläche zum Erhalt von Bäumen und Sträuchern** festgesetzt. Die bestehenden Gehölze sind zur Erhaltung zu pflegen und bei Abgang durch heimische Laubbäume in Form von Hochstämmen (St.Uf. 14 – 16 cm) zu ersetzen. Die Gehölzstrukturen tragen zur Eingrünung der Biogasanlage bei und potenzielle Habitatstrukturen sowohl für die Avifauna als auch für Fledermäuse werden langfristig erhalten und geschützt. (Siehe textliche Festsetzung § 7 (1))

Entlang der westlichen und südlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs sind **Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen** festgesetzt. Diese sind durch Ansaat mit einer regionalen Gras- und Kräutermischung zu einer Sukzessionsfläche zu entwickeln. Die Extensivierung der Ackerflächen trägt zur Kompensation der Eingriffe durch die Erweiterung der Biogasanlage bei. Die Fläche dient zudem der Substratrückhaltung im Störfall. Außerdem ist innerhalb der Fläche eine naturnahe Versickerungsmulde zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Oberflächenentwässerung herzustellen. (Siehe textliche Festsetzung § 7 (2) u. (3))

Natur und Landschaft

Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine **Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft** festgesetzt.

Die bestehenden Ackerflächen werden durch die gezielte Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern sowie der damit verbundenen langfristigen Entwicklung eines naturnahen Feldgehölzes erheblich aufgewertet. In Kombination mit dem Erhalt bestehender Grünstrukturen sowie neuer Eingrünungsmaßnahmen können die Eingriffe durch die geplante Anlagenerweiterung, insbesondere der Verlust einer Strauch- und Baumhecke sowie die Versiegelung bisher unversiegelter Ackerflächen, vollständig ausgeglichen werden.

Um die Entwicklung des Feldgehölzes sicherzustellen ist die Flächen einzuzäunen, um Jungpflanzen vor Verbiss zu schützen. (siehe auch Textliche Festsetzung § 8)

Störfallvorkehrungen

Gemäß § 37 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) sind Biogasanlagen mit einer **Umwallung** zu versehen, damit im Schadensfall alle flüssigen wassergefährdenden Stoffe zurückgehalten werden können. Der Erdwall ist entsprechend Arbeitsblatt DWA-A 793-1 (TRwS 793-1) auszuführen. Gemäß TRwS 793-1 ist die Ausführung der Wallbreite abhängig von der erforderlichen Wallhöhe.

Entsprechend ist innerhalb der Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen entlang der Plangebietsgrenzen ein min. 3 m breiter Erdwall herzustellen. Dieser ist gemäß Pflanzliste 2 mit flachwurzelnden Arten zu bepflanzen. Mit der Bepflanzung des Walles kann der Verlust einer Strauch-Baumhecke zentral im Plangebiet ausgeglichen werden. (Siehe auch Textliche Festsetzung § 9).

■ Textliche Festsetzungen im Überblick

§ 1 Art der baulichen Nutzung

(1) Das sonstige Sondergebiet (SO) mit der Zweckbestimmung Biomethan dient gemäß § 11 Absatz 2 BauNVO der Errichtung und dem Betrieb von Biogaserzeugungs-, -verarbeitungs-, -aufbereitungs- und -einspeisungsanlagen einschließlich der Nebenanlagen wie Fahrsilos und Lagerbehälter sowie deren technische Erschließung und Einfriedungen. Außerdem zulässig sind Anlagen zur Wärmeerzeugung, die ausschließlich mit Brennstoffen betrieben werden, die im Rahmen der Biogasproduktion entstehen oder anfallende Abwärme nutzbar machen.

(2) Ausnahmen von Satz (1) sind für Anlagen zur Wärmeversorgung zulässig, die mit fester Biomasse (z.B. Holzhackschnitzel, Holzpellets) betrieben werden können.

§ 2 Obergrenze Biogasproduktion

Das produzierte Biogas darf bei einem Methangehalt des Biogases von 60 % die Menge von 6,31 Mio. Nm^3 pro Jahr nicht überschreiten. Beide Parameter sind im Verhältnis zu setzen.

§ 3 Überschreitung der Grundflächenzahl

Eine Überschreitung der festgesetzten Grundflächenzahl nach § 19 Abs. 4 BauNVO ist unzulässig.

§ 4 Höhe baulicher Anlagen

(1) Im Baugebiet wird eine maximale Höhe der Gebäudeoberkante (OK) von 43 m über NHN festgesetzt. (§ 16(2) Nr. 4 BauNVO i.V.m. § 18 Abs. 1 BauNVO)

(2) Ausnahmen von Satz (1) sind für technisch notwendige Bestandteile (z.B. Hochfermenter, gasdichter Gärrestspeicher oder Warmwasserspeicher) zulässig. Diese dürfen bei einer maximalen Grundfläche von 42 m x 42 m eine Höhe von OK 58 m über NHN nicht überschreiten. (§ 16(2) Nr. 4 BauNVO i.V.m. § 18 Abs. 1 BauNVO)

§ 5 Überbaubare Grundstücksfläche

(1) Die überbaubaren Grundstücksflächen sind in der Planzeichnung durch Baugrenzen ausgewiesen. In den nicht überbaubaren Grundstücksflächen ist die Errichtung von Nebenanlagen nicht zulässig (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB i. V. m. § 23 BauNVO).

(2) Auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind Anlagen und Einrichtungen zur Bewirtschaftung des auf den Bauflächen anfallenden Oberflächenwassers und Maßnahmen für die Regenrückhaltung und Versickerung sowie der Führung des Oberflächenwassers zulässig.

(3) Auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind Reliefmodellierungen (Aufschüttungen/Abgrabungen) im Zuge der Störfallvorkehrungen zulässig.

§ 6 Geh, Fahr- und Leitungsrechte

Das festgesetzte Geh- Fahr- und Leitungsrecht wird zugunsten der Eigentümer und Nutzungsberechtigten der westlich an den Geltungsbereich angrenzenden Ackerflächen ausgesprochen. (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB)

§ 7 Pflanzerhalt und Pflanzgebot

(1) Innerhalb der in der Planzeichnung abgegrenzten Fläche mit Bindung für Bepflanzung und für die Erhaltung von Bäumen und Sträuchern sind die vorhandenen Gehölze soweit zur Erhaltung erforderlich zu pflegen und bei Abgang durch heimische Laubbäume in Form von Hochstämmen (St.Uf. 14 – 16 cm) zu ersetzen.

(2) Die Fläche zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen ist als Sukzessionsflächen durch Ansaat mit einer regionalen Gras- und Kräutermischung zu entwickeln.

(3) Innerhalb der Fläche zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen ist eine naturnahe Versickerungsmulde anzulegen.

(4) Die Festsetzungen gelten vorbehaltlich der Festsetzung § 9.

§ 8 Natur und Landschaft

(1) Auf den festgesetzten Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft ist ein artenreicher, gestufter Gehölzbestand in Form eines naturnahen Feldgehölzes anzulegen, zu entwickeln bzw. zu erhalten. Dazu sind Bäume mit einem Stammumfang von 10 bis 12 cm, Heister und Sträucher anzupflanzen. Es sind standortgerechte einheimische Arten gemäß Pflanzliste 1 zu verwenden.

Die Anpflanzung ist stufig aufzubauen. An den Rändern sind 2 m breite gras- und kräuterreiche Saumstreifen durch Selbstbegrünung zu entwickeln. An die Saumzonen schließt sich allseitig ein 1 bis 4 m breiter Strauchgürtel mit standortheimischen Straucharten gemäß Pflanzliste 1 an. Die übrige Fläche ist mit Bäumen gemäß Pflanzliste 1 zu bepflanzen. Die Bäume sind im Verbund von 2 m x 2 m zu setzen. Die Sträucher sind in Gruppen von mindestens 3 bis 5 Stück je Art zu pflanzen. Pro Strauchgehölz ist eine Pflanzfläche von 1,5 m² vorzusehen.

(2) Soweit eine Breite von 7 m unterschritten wird, sind ausschließlich Bäume und Sträucher (Pflanzliste 1) zu pflanzen. Der Baumanteil hat min. 40 % zu betragen.

(3) Bei Abgang von Gehölzen sind diese durch gleichartige Gehölze gemäß Pflanzenliste 1 zu ersetzen.

(4) In den ersten 3 Jahren nach Gründung des Bestandes ist nach Bedarf eine Mahd des Gras- und Krautaufwuchses innerhalb der Pflanzfläche vorzunehmen. Die Säume können zwischen Oktober und Februar gemäht werden, maximal alle zwei Jahre.

(5) Zum Schutz der Jungpflanzen vor Wildverbiss und unbefugtem Betreten ist die Fläche einzuzäunen.

§ 9 Störfallvorkehrungen

Die technischen und baulichen Anlagen der Biogasanlage sind gem. § 37 AwSV zu umwallen. Innerhalb der Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen ist entlang der Plangebietsgrenzen ein min. 3 m breiter Erdwall herzustellen und mit Arten gemäß Pflanzliste 2 zu bepflanzen. Die Bepflanzung ist zu ihrer Erhaltung zu pflegen.

Pflanzlisten:

Pflanzliste 1:

Bäume		
Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Eberesche	Sorbus aucuparia	bis 15 m
Hainbuche	Carpinus betulus	bis 20 m
Stieleiche	Quercus robur	bis 30 m
Bergahorn	Acer pseudoplatanus	bis 40 m
Rotbuche	Fagus sylvatica	bis 40 m
Sträucher		
Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Pfaffenhütchen	Euonymus europaeus	bis 4 m
Hartriegel	Cornus sanguinea	bis 4 m
Hasel	Corylus avellana	bis 5 m
Weißdorn	Crataegus	bis 5 m
Faulbaum	Rhamnus frangula	bis 6 m
Schlehe	Prunus spinosa	bis 6 m
Holunder	Sambucus	bis 7 m

Pflanzliste 2:

Deutscher Name	**Botanischer Name**	**Wuchshöhe**
Hasel	Corylus avellana	bis 5 m
Faulbaum	Rhamnus frangula	bis 6 m
Holunder	Sambucus	bis 7 m
Hartriegel	Cornus sanguinea	bis 4 m
Hundsrosen	Rosa canina	bis 3 m
Weißdorn	Crataegus	bis 5 m
Pfaffenhütchen	Euonymus europaeus	bis 4 m
Schlehe	Prunus spinosa	bis 6 m

3.2 Nachrichtliche Übernahmen, Hinweise, Rechtsgrundlagen

Nachrichtliche Übernahmen

Bergbau – Das Plangebiet liegt im Bergwerksfeld Münsterland für den Abbau von Kohlenwasserstoffen. Die Bergbauberechtigungen liegen aktuell bei der OEG.

Autobahn – Die Anbauverbotszone von 40 m gemessen ab der Fahrbahnkante (§ 9 Abs. 1 FStrG) sowie die 100 m Anbaubeschränkungszone von 100 m gemessen ab Fahrbahnkante (§ 9 Abs. 2 (FStrG) wurden nachrichtlich übernommen.

Hinweise

Archäologische Bodenfunde – Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten ur- und frühgeschichtliche sowie mittelalterliche oder frühneuzeitliche Bodenfunde (das können u. a. sein: Tongefäßscherben, Holzkohleansammlungen, Schlacken sowie auffällige Bodenverfärbungen u. Steinkonzentrationen, auch geringe Spuren solcher Funde) gemacht werden, sind diese gemäß § 14 Abs. 1 des Nieders. Denkmalschutzgesetzes meldepflichtig und müssen der zuständigen unteren Denkmalschutzbehörde oder dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege – Abteilung Archäologie – Stützpunkt Oldenburg, Ofener Straße 15, Tel. 0441 / 205766-15 unverzüglich gemeldet werden. Meldepflichtig sind die Finder, die Leiter der Arbeiten oder die Unternehmer. Bodenfunde und Fundstellen sind nach § 14 Abs. 2 des Nieders. Denkmalschutzgesetzes bis zum Ablauf von 4 Werktagen nach der Anzeige unverändert zu lassen, bzw. für ihren Schutz ist Sorge zu tragen, wenn nicht die Denkmalschutzbehörden vorher die Fortsetzung der Arbeiten gestattet.

Altlasten – Sollten bei den geplanten Bau- und Erdarbeiten Hinweise auf Altablagerungen oder Altstandorte zu Tage treten, so ist unverzüglich die untere Abfallbehörde des Landkreises Vechta zu benachrichtigen.

Kampfmittel – Im südlichen Teilgeltungsbereich wurden im Rahmen einer geophysikalischen Untersuchung Anomalien festgestellt. Diese sind im Vorfeld von baulichen Maßnahmen durch einen Befähigungsscheininhaber nach §20 SprengG zu überprüfen.

Sollten sich während der Bauarbeiten Hinweise auf Bombenblindgänger oder andere Kampfmittel im Boden ergeben, so ist unverzüglich die zuständige Polizeidienststelle, das Ordnungsamt oder den Kampfmittelbeseitigungsdienst des LGLN – Regionaldirektion Hameln-Hannover zu verständigen.

Verletzung und Tötung von Individuen – Im Geltungsbereich ist mit Vorkommen von Niststätten europäischer Vogelarten zu rechnen. Für die genannte Artengruppe gelten die Bestimmungen des besonderen Artenschutzes gemäß § 44 BNatSchG. Um die Verletzung oder Tötung von Individuen sicher auszuschließen, sollten Baumfäll- und Rodungsarbeiten grundsätzlich außerhalb der Reproduktionszeiten von Fledermäusen und Brutvögeln durchgeführt werden, also nur während der Herbst-/Wintermonate im Zeitraum von Oktober bis Februar. Sind Maßnahmen, wie die oben genannten während der Brutperiode von Vögeln beabsichtigt, kann eine Ausnahme von den artenschutzrechtlichen Bestimmungen bei der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Vechta beantragt werden. Dazu ist in der Regel eine einzelfallbezogene vorherige gutachterliche Untersuchung des von der Maßnahme betroffenen Bereiches erforderlich. Die Baufeldfreimachung ist ebenfalls in der o.a. Jahreszeit vorzunehmen. Auf eine starke nächtliche Beleuchtung der Baustellen ist ebenso zu verzichten wie auf Lichteinträge, die über das normale Maß der Beleuchtung der Verkehrswege und der Wohngrundstücke hinausgehen Die Beleuchtung sollte nur indirekt und mit fledermausfreundlichen Lampen erfolgen. Eine Beleuchtung der Gehölzreihen entlang der Straße An den Teichen sowie punktuelle Beleuchtungskonzentrationen sind zu vermeiden. Gebäude sollten nicht direkt angestrahlt werden.

Löschwasser - Für das Plangebiet ist eine Löschwassermenge von 96 m³/h (1600 L/Min) über einen Zeitraum von 2 Stunden erforderlich (§ 42 NBauO).

Informationsgrundlagen – Die der Planung zugrundeliegenden Vorschriften (Gesetze, Verordnungen, Erlasse und DIN-Vorschriften) können bei der Stadt Lohne im Rathaus, Bauamt, eingesehen werden.

Rechtsgrundlagen

Es gelten folgende Rechtsgrundlagen:

Abb. 6 Rechtsgrundlagen (Bundes- und Länderrecht)

Bundesrecht	
BauGB	Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.11.2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20.12.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394) geändert worden ist
BauNVO	in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 03.07.2023 (BGBl. 2023 I Nr. 176) geändert worden ist
PlanzV	Planzeichenverordnung 1990 (PlanzV) vom 18.12.1990 (BGBl. 1991 I S. 58), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist
Länderrecht Niedersachsen	
NBauO	Nds. Bauordnung (NBauO) vom 03.04.2012 (Nds. GVBl. S. 46), die zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18.06.2024 (Nds. GVBl. 2024 Nr. 51) geändert worden ist
NKomVG	Nds. Kommunalverfassungsgesetz (NKomVG) vom 17.12.2010 (Nds. GVBl. S. 576), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 06.11.2024 (Nds. GVBl. 2024 Nr. 91) geändert worden ist

4 Abwägung der Belange

Berührte Belange

Bei der Aufstellung bzw. der Änderung von Bauleitplänen sind öffentliche und private Belange gegeneinander und auch untereinander gerecht abzuwägen (§ 1 Abs. 7 BauGB). Nachfolgende Belange werden von der Planung nach jetzigem Kenntnisstand im Wesentlichen berührt.

Abb. 7 Tabellarische Übersicht über die von der Planung voraussichtlich berührten Belange

Rechtsgrundlage	Belange	Abwägungsrelevanz
§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB	Belange der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB	Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB	Belange der sozialen, kulturellen Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB	Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB	Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB	Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB	Belange des Umweltschutzes (Schutzgüter Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima)	X
§ 1a Abs. 6 Nr. 5 BauGB	Belange des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel	
§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB	Belange der Wirtschaft, der Versorgung	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB	Belange des Verkehrs	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB	Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes	x
§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB	Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB	Belange der Wasserwirtschaft, des Hochwasserschutzes	X
§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB	Belange von Flüchtlingen, Asylbegehrenden	Belange nicht berührt
§ 1 Abs. 6 Nr. 14 BauGB	Belang der ausreichenden Versorgung mit Grün- und Freiflächen	X

4.1 Belange des Immissionsschutzes, der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse
(§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB)

Emissionen – Lärm

Im Zuge des Betriebs einer Biogasanlage (Betrieb BHKW, Betrieb Feststoffannahme, Betrieb Gasaufbereitungstechnik) sowie einem erhöhten Verkehrsaufkommen, insbesondere durch Anlieferungsverkehr, entstehen Lärmemissionen. Besonders während der Erntezeit ist mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen durch Lieferverkehr zu rechnen.

Zur Überprüfung, ob durch die geplante Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhebliche Lärmimmissionen für schutzwürdige Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets zu erwarten sind, wurde eine schalltechnische Untersuchung durchgeführt.[3] Betroffene schutzwürdige Nutzungen befinden sich südlich und östlich des Plangebiets. Im Ergebnis zeigt sich, dass keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zur Tages- und Nachtzeit durch Gewerbe- und Verkehrslärm zu erwarten sind. Die erhöhten Immissionen durch erhöhtes Verkehrsaufkommen während der Erntezeit (weniger als 10 Tage im Jahr) können als seltenes Ereignis gemäß TA-Lärm eingestuft werden. Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse werden ebenfalls nicht überschritten.

Durch die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage sind keine erheblichen Beeinträchtigungen auf die umliegenden schutzwürdigen Nutzungen zu erwarten.

3 Schallimmissionsgutachten gem. TA Lärm, Normec uppenkamp GmbH (2024)

Emissionen - Geruch

Durch die Lagerung und Verwertung von Biomasse gehen von Biogasanlagen betriebsbedingt Geruchsemissionen aus. Zur Überprüfung, ob durch die geplante Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhebliche Geruchsimmissionen für umliegenden schutzwürdige Nutzungen zu erwarten sind, wurde ein Geruchsgutachten erstellt.[4] In dem Betrachtungsradius von 600 m um die bestehende Anlage befinden sich Wohnnutzungen nordöstlich, östlich, südlich und westlich des Plangebiets in einem Abstand von min. rd. 200 m.

Das Gutachten zeigt auf, dass Geruchsstundenhäufigkeit für Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes (Radius 600 m) zwischen 1 % und 2 % Gesamtzusatzbelastung liegen und somit keine Überschreitung des Irrelevanzkriteriums nach Nr. 3.3 Anhang 7 (TA Luft 2021) vorliegt. Die entstehenden Geruchsimmissionen sind dementsprechend zu vernachlässigen. Es sind keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Geruchemissionen im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage zu erwarten.

Störfälle

Die Biogasanlage unterliegt der 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung). Die Biogasanlage ist als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung anzusehen, da die maximal mögliche Biogasmenge nach der Erweiterung der Anlage zwischen den Mengeschwellen von 10 t und 50 t liegt. Die Anlage unterliegt damit den Pflichten der §§ 3-8 der Störfallverordnung. Gemäß § 8 der 12. der BImSchV wurde für die Anlage ein Störfallkonzept erstellt.

Im Rahmen der Bauleitplanung ist insbesondere die Frage danach relevant, ob schutzbedürftige Objekte aufgrund der Auswirkungen von Störungsfällen und Dennoch-Störfällen in der Biogasanlage negativ beeinflusst werden. Zur Klärung wurde im Rahmen des Störfallkonzeptes eine Auswirkungsanalyse zur Ermittlung von angemessenen Abständen mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen erstellt.[5] Als Grundlage für die Betrachtung dienen die Leitfäden KAS 18 /7/ und KAS 32 /8/ der Kommission für Anlagensicherheit. Diese geben Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung (§50 BImSchG).

Schutzbedürftige Wohnnutzungen im Sinne des §50 BImSchG befinden sich in Form einer Hofstelle mit integrierten Wohneinheiten rd. 140 m südlich sowie in Form von alleinstehenden Wohnhäusern rd. 240 m nord-östlich, 380 m südlich und 570 m südöstlich des Plangebiets. Die Abstandsangaben beziehen sich hierbei auf den äußeren Radius des nächstgelegenen Gasbehälters/Fermenters zum jeweiligen Objekt/Gebäude. Auch die rd. 90 m westlich verlaufende Bundesautobahn A1 ist als schutzbedürftig einzustufen. Besonders empfindliche Gebiete unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes sind im mittleren Umfeld < 500 m nicht anzufinden.

Störfälle können bei einer Biogasanlage insbesondere durch die hohe Entzündlichkeit sowie die Fähigkeit zur Bildung von explosionsfähigen Gemischen durch das Biogas auftreten und so negativ auf die Umgebung sowie die schutzwürdigen Nutzungen wirken. Im Rahmen der Berechnung von angemessen Abständen zu schutzwürdigen Nutzungen wurden zwei Szenarien betrachtet, wobei immer von den größtmöglichen Störfallauswirkungen im Rahmen einer Maximalbetrachtung ausgegangen wird. Maßgeblich für die einzuhaltenden Sicherheitsabstände ist die Zusammensetzung des Biogases und hierbei insbesondere der Anteil an Schwefelwasserstoff. Liegen keine Kenntnisse über die reale Zusammensetzung des Biogases vor, so wird ein Orientierungswert von 5.000 ppm angenommen. Mit einer Messreihe im Zeitraum vom 18.08.2024 – 20.09.2024 wurde die reale Zusammensetzung in der bestehenden Biogasanlage überprüft und gemessen. Die Messung hat Werte von 3 – 72 ppm ergeben. Diese deutlich unter dem Orientierungswert liegenden Ergebnisse ergeben sich dadurch, dass im Regelbetrieb der Anlage die Schwefelwasserstoffbildung durch die biologische Entschwefelung innerhalb der Gärbehälter während des Fermentationsprozesses reduziert wird. Um Messfehler, schwankende

4 Geruchsimmissionsprognose, Normec uppenkamp GmbH (2024)
5 Anhang A zum Störfallkonzept (§8 der 12. BImSchV) – Auswirkungsanalyse, TÜV Nord (2024)

Zusammensetzung des Biogases sowie Störungen bzw. Fehler bei der Entschwefelung zu berücksichtigen wird zur Berechnung der konservative Wert von 1.000 ppm Schwefelwasserstoff angenommen, der weiterhin deutlich über den Messwerten liegt.

Im Ergebnis zeigen sich folgende Abstände, die ausgehend des Gärrestspeichers mit dem größten Störfallpotential berechnet wurden, da hier folglich die gebotenen Abstände am größten sind:

Szenario 1: Dachhautleckage (Riss 3 m x 0,2 m)	
Zündwillige Atmosphäre - Überschreiten der UEG in Austrittshöhe	ca. 20 m
Toxische Atmosphäre - AEGL-2-Wert für 10 Minuten	im Bodenbereich nicht erreicht
Toxische Atmosphäre - ERPG-2-Wert für 60 Minuten	im Bodenbereich nicht erreicht
Szenario 2: Zündung im Freiraum bei Freisetzung - Gefährdung durch Explosionsdruck	
Grenzwert nach KAS 18 (Personenschäden)	Nicht erreicht
Untere Grenze Trommelfellriss	Nicht erreicht
Glasbruch bei Zündung im Freiraum (Gefährdung durch Wärmestrahlung)	ca. 44 m
Schmerzen bei 4 Sekunden Branddauer:	ca. 31 m
Schmerzen bei 2 Sekunden Branddauer	ca. 26 m
Verbrennung 2. Grades ca	ca. 23 m
Verbrennung 3. Grades	ca. 18 m

Es zeigt sich, dass im aktuellen Planungsstand unabhängig von der Windrichtung, keine schutzbedürftigen Gebiete im Sinne des § 50 Satz 1 BImSchG sowie Leitfaden KAS 18 /7/ innerhalb einer zündfähigen und toxischen Atmosphäre oberhalb des ERPG-2-Wertes für 60 Minuten angesiedelt sind.

Auf Grundlage der Berechnungsergebnisse wird ein Sicherheitsabstand von 50 m zu schutz-würdigen Nutzungen empfohlen, wobei dieser nur für heranrückende Neuansiedlungen gilt.

Die Belange von potenziellen Störfallen während des Betriebs sind somit berücksichtigt. Es sind im Störfall keine Auswirkungen auf schutzwürdige Nutzungen, insbesondere die Bundesautobahn A 1 westlich des Plangebiets, zu erwarten.

4.2 Belange der Wohnbedürfnisse, Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen
(§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB)

Die Belange der Wohnbedürfnisse und Schaffung sozial stabiler Bewohnerstrukturen werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

4.3 Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung
(§ 1 Abs. 6 Nr. 3 BauGB)

Die Belange sozialer, kultureller Bedürfnisse, Sport, Freizeit, Erholung werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

4.4 Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile

(§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB)

Die Belange der Erhaltung, Erneuerung, Fortentwicklung und Anpassung vorhandener Ortsteile werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

4.5 Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes, des Ortsbildes

(§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB)

Denkmalschutz

Innerhalb des Plangebiets liegen keine Baudenkmale. Der Denkmalatlas Niedersachsen stellt in der Umgebung des Plangebiets zwei Baudenkmale dar. Östlich des Plangebiets an der *Märschendorfer Straße* liegt der Hof Kersting und nördlich der Hof Aumann. Es handelt sich dabei um Gesamtanlagen (Ensembles), die dem Denkmalschutz unterliegen. Im Wesentlichen sind es alte Hofstellen mit denkmalgeschützten Haupt- und zum Teil Nebengebäuden.

Abb. 8 Darstellung von Baudenkmalen in der Umgebung

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage des Denkmaltatlas Niedersachsen (2023)

Gemäß § 8 DSchG ND dürfen in der Umgebung eines Baudenkmals keine Anlagen errichtet, geändert oder beseitigt werden, wenn dadurch das Erscheinungsbild des Baudenkmals beeinträchtigt wird. Bauliche Anlagen in der Umgebung eines Baudenkmals sind auch so zu gestalten und instand zu halten, dass eine solche Beeinträchtigung nicht eintritt.

Aufgrund der Entfernung zwischen der Biogasanlage und den Baudenkmälern ist kein unmittelbarer räumlicher Zusammenhang festzustellen. Das Plangebiet und die Baudenkmale sind durch die Straße *Märschendorfer Damm* sowie bestehende Bebauung und Saumgehölze in der Feldmark räumlich und visuell voneinander getrennt. Hinzu kommen Gehölzstrukturen auf den Grundstücken der Hofstellen, die diese zusätzlich visuell und räumlich abschirmen. Es ergeben sich demnach keine Auswirkungen auf die Baudenkmale ausgehend der vorliegenden Planung.

Archäologische Denkmalpflege

Für den Geltungsbereich bzw. die nähere Umgebung liegen keine Hinweise auf archäologische Funde vor. Bodenfunde können jedoch nicht sicher ausgeschlossen werden. Ein Hinweis auf die Meldepflicht bei ur- oder frühgeschichtlichen Bodenfunden sowie die Ausführungen bezüglich des denkmalschutzrechtlichen Genehmigungsvorbehalts wurde in den Plan aufgenommen.

Ortsbild

Der Geltungsbereich befindet sich außerhalb des Stadtgebiets der Stadt Lohne. Die Belange des Ortsbildes werden für den vorliegenden Planfall durch die Belange des Landschaftsbildes überlagert (siehe Umweltbericht bzw. Kapitel 3.7).

Die Belange der Baukultur, des Denkmalschutzes und des Ortsbilds werden berücksichtigt.

4.6 Belange von Kirchen, Religionsgemeinschaften
(§ 1 Abs. 6 Nr. 6 BauGB)

Die Belange von Kirchen und Religionsgemeinschaften werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

4.7 Belange des Umweltschutzes
(§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB)

Grundlage der nachfolgenden Abwägung sind die Ergebnisse des Umweltberichts zur Planung.

- Auswirkungen auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Boden, Fläche Wasser, Luft, Klima sowie Landschaft und Artenschutz (§1 Abs. 6 Nr. 7a BauGB)

Schutzgut Pflanzen

Im Plangebiet finden sich keine nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope. Ein Vorkommen besonders geschützter Pflanzenarten ist nicht bekannt und aufgrund der vorherrschenden intensiven Landwirtschaft sowie der bestehenden Biogasanlage auch nicht wahrscheinlich.

Mit der vorliegenden Planung werden Ackerflächen und anthropogen stark überformte Flächen einer bestehenden landwirtschaftlichen Produktionsanlage überplant. Diese haben aufgrund der hohen Vorbelastungen sowie dem hohen Versiegelungsgrad im Bereich der landwirtschaftlichen Produktionsanlage geringe Bedeutung für das Schutzgut Pflanzen.

Die Strauch- und Baumhecke an der östlichen Gebietsgrenze des nördlichen Teilgeltungs-bereichs wird vollumfänglich erhalten. Die Strauch- und Baumhecke zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich kann im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage nicht erhalten werden. Der Verlust wird durch geplante Neupflanzungen und Begrünung ausgeglichen. An der südlichen Plangebietsgrenze entlang der Straße *An den Teichen* sowie der westlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs ist eine Gebietseingrünung in Form eines Walles im Umfang von rd. 1.115 m² vorgesehen. Zusätzlich werden im Westen des Plangebiets Grünflächen im Umfang von rd. 2.800 m² als Sukzessions-/ Brachfläche in der Substratrückhaltung entwickelt.

Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft im Umfang von rd. 2.870 m² festgesetzt. Die bestehenden Ackerflächen werden durch die gezielte Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern sowie der damit verbundenen langfristigen Entwicklung eines Feldgehölzes erheblich aufgewertet.

Durch die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhöht sich die produzierte Menge an entzündbaren und potenziell klimaschädlichen Gasen sowie die Menge an Input- und Outputstoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten. Durch eine Umwallung gem. § 37 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) wird sichergestellt, dass wassergefährdenden Stoffe und Schadstoffe im Schadensfall zurückgehalten werden und negative Auswirkungen auf angrenzende Biotopstrukturen vermieden werden können.

Schutzgut Tiere

Avifauna – Entsprechend der durchgeführten Potenzialansprache (siehe Umweltbericht) sind insgesamt 25 Arten der Brutvögel im Plangebiet zu erwarten. Aufgrund der geringen Strukturvielfalt im Plangebiet sowie der bestehenden Vorbelastungen durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, die bestehende Biogasanlage sowie die angrenzende Autobahn handelt es sich vornehmlich um ubiquitäre, störungstolerante Arten. Mit Dorngasmücke und Goldammer sind zwei stenotope Halboffenlandbrüter und mit Haussperling und Hausrotschwanz zwei an Gebäude besonders gut adaptierte Spezies vertreten. Mit dem Star gilt aktuell eine Brutvogelart,

die im Plangebiet nachgewiesen wurde als regional, landes- und bundesweit gefährdet, weitere drei Arten (Feldsperling, Goldammer, Stieglitz) sind auf der landesweiten Vorwarnliste verzeichnet. Alle 25 Brutvogelspezies sind besonders geschützt, streng geschützte Arten treten nicht auf.

Die Ackerflächen im Plangebiet weisen hinsichtlich ihrer Qualität als Brut- und Nahrungshabitate für die Avifauna eine geringe Bedeutung auf. Ein Großteil der Gehölzbestände im Plangebiet wird erhalten, sodass diese weiterhin als Brut- und Nahrungshabitate für die Avifauna zur Verfügung stehen. Die Gehölzstruktur zentral im Plangebiet kann im Zuge der Erweiterung der Biogasanlage nicht erhalten werden. Mit dem Verlust der Gehölze geht ein Verlust von Brut- und Nahrungshabitaten von vorwiegend ubiquitären Brutvögeln einher, für die in der Umgebung eine Vielzahl ähnlicher Strukturen zu finden ist. Grundsätzlich ist ein Vorkommen von Einzelpaaren der beiden Halboffenlandbrüter Dorngrasmücke und Goldammer in den überplanten Gehölzstrukturen möglich. Die Nisthabitate dieser Brutvögel gehen bei Realisierung des Vorhabens verloren. Dorngrasmücke und Goldammer finden zudem geeignete Nisthabitate in den Feldhecken am Rande des südlichen Teilgeltungsbereichs vor. Diese können erhalten werden.

Durch die geplanten Anpflanzungen auf den neu zu errichtenden Erdwällen an den westlichen und südlichen Rändern der erweiterten Biogasanlage, der Anlage einer Sukzessions-/Brachfläche sowie der Gehölzentwicklung im südlichen Teilgeltungsbereich kann der dauerhafte Verlust von Fortpflanzungs- und Nahrungshabitaten innerhalb des Plangebiets ausgeglichen werden.

Da die Bestandsgebäude und -anlagen vollumfänglich erhalten werden entstehen keine Auswirkungen auf die Nisthabitate der im Plangebiet vorkommenden Gebäudebrüter.

Fledermäuse – Im Rahmen der durchgeführten Potenzialansprache (siehe Umweltbericht) wurden neun Spezies benannt, die Teile des Plangebietes und dessen nähere Umgebung als Nahrungshabitat nutzten könnten. Mit der Planung werden vornehmlich Ackerflächen und bereits bebaute und versiegelte Flächen überplant, die lediglich eine geringe Bedeutung für Fledermäuse aufweisen. Hinsichtlich der im Gebiet geringen Strukturvielfalt existieren Jagdgebiete nur im Bereich der vereinzelt vorhandenen Gehölze. Die Mehrzahl an Gehölzen im Plangebiet wird erhalten, sodass diese auch weiterhin als Nahrungshabitate zur Verfügung stehen. Lediglich die Gehölzstruktur zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich, westlich der bestehenden Biogasanlage kann im Zuge der geplanten Erweiterung nicht erhalten werden. Der potenzielle Verlust von Nahrungshabitaten von Fledermäusen kann durch Ersatzpflanzungen ausgeglichen werden. Alle Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens 0,3 m und damit sämtliche Strukturen, die sich als Quartierstätten oder Tagesverstecke für Fledermäuse eignen könnten, bleiben erhalten.

Das im Betrachtungsraum wichtigste Nahrungshabitat für Fledermäuse ist der den Plangeltungsbereich querende jedoch außerhalb dessen liegende Gehölzbestand beidseitig der Straße *An den Teichen*. Die Gehölzreihen dienen zudem mit großer Wahrscheinlichkeit verschiedenen Fledermausarten als Flugroute zur Überquerung der Autobahntrasse. Da die Strukturen außerhalb des Geltungsbereichs liegen werden Eingriffe vermieden und die Strukturen bleiben vollumfänglich erhalten.

Artenschutz – Die Belange des Artenschutzes für Tiere stehen der Bauleitplanung nicht grundsätzlich entgegen. Verbotstatbestände (Tötungsverbot - § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG, Störungsverbot - § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG, Zerstörungsverbot - § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG) werden nach bisherigem Kenntnisstand nicht berührt bzw. vermieden.

Schutzgüter Boden / Fläche

Die Planung bereitet im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs die bauliche Inanspruchnahme zur Erweiterung der bestehenden Biogasanlage bisher unbebauter Ackerflächen vor. Im Bereich der bestehenden Biogasanlage werden bereits bebaute und versiegelte Flächen überplant.

Für das Baugebiet wird eine GRZ von 0,6 ohne Möglichkeiten zur Überschreitung durch Nebenanlagen und Wege festgesetzt. Es kann dementsprechend von einer maximalen Versiegelung von 60 % der Flächen ausgegangen werden. Die Inanspruchnahme unversiegelter Flächen und damit einhergehende Eingriffe in den Bodenhaushalt werden so auf das notwendige Minimum

begrenzt. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass der Boden durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung bereits vorbelastet ist und der natürliche Bodenhaushalt Störungen unterliegt.

Durch die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhöht sich zudem die produzierte Menge an entzündbaren und klimaschädlichen Gasen sowie die Menge an Input- und Outputstoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten. Es kann im Störfall nicht völlig ausgeschlossen werden, dass es zu Eintragungen von Schadstoffen und wassergefährdenden Stoffen kommt, die sich negativ auf den natürlichen Bodenhaushalt auswirken. Durch eine Umwallung gem. § 37 AwSV wird sichergestellt, dass wassergefährdende Stoffe sowie Schadstoffe in flüssiger Form zurückgehalten werden und so negative Auswirkungen auf angrenzende Flächen und den Boden dort vermieden werden können.

Schutzgut Wasser

In Folge der zu erwartenden Bebauung sowie eines hohen Versieglungsgrad im Bereich der Ackerflächen kommt es zu erheblichen Eingriffen in den natürlichen Wasserhaushalt. Das anfallende Oberflächenwasser kann nicht länger flächenhaft versickern. Die Regelung der Oberflächenentwässerung wird in Kapitel 3.13 dargelegt.

Durch die Erweiterung der Biogasanlage erhöht sich auch die Menge an zu verarbeitenden wassergefährdenden Stoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten. Durch eine Umwallung gem. § 37 der AwSV wird gewährleistet, dass im Schadensfall alle flüssigen wassergefährdenden Stoffe zurückgehalten werden, sodass negative Auswirkungen auf umliegende Gewässer vermieden und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt minimiert werden können.

Schutzgüter Luft / Klima

Es sind keine erheblichen oder nachteiligen Beeinträchtigungen der Schutzgüter Klima und Luft zu erwarten. Die Flächen sind durch die bestehende Biogasanlage, angrenzende Tierhaltungsanlagen sowie die westlich verlaufende Bundesautobahn A1 bereits belastet. Mit Erweiterung der bestehenden Biogasanlage auf die westlich im Plangebiet liegenden Ackerflächen, wird die Inanspruchnahme von Flächen in weniger vorbelasteten Bereichen mit klimatischen Ausgleichsfunktionen vermieden. Zudem werden die angrenzenden, großen offenen landwirtschaftlichen Nutzflächen im gesamten Umgebungsbereich weiterhin das Freilandklima prägen.

Mit der Erweiterung der Biogasanlage sind zudem positive Klimaaspekte verbunden. Durch die Energieerzeugung durch Biomasse wird dem Ausstoß von Kohlenmonoxid- und Treibhausgasemissionen durch die konventionelle Energieerzeugung entgegengesteuert. Zudem wird der Ausbau der erneuerbaren Energien regional und nachhaltig gefördert.

Schutzgut Landschaftsbild

Die Planung hat keine erheblichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild oder das Landschaftserleben. Die Erweiterung der Biogasanlage erfolgt auf Flächen, die durch die Lage zwischen Bundesautobahn im Westen und bestehender Biogasanlage mit angrenzenden Tierhaltungsanlagen im Osten isoliert von der freien Landschaft liegen und erheblich vorbelastet sind.

Die bestehende Anlage ist durch Grünstrukturen eingefasst. Auch im Zuge der geplanten Erweiterung sind Eingrünungsmaßnahmen in Form einer Wallbepflanzung vorgesehen, die die Auswirkungen auf das Landschaftsbild weiter minimieren. Es entstehen keine Strukturen, die das Landschaftsbild und das Landschaftserleben wesentlich verändern.

Vermeidung, Minimierung, Ausgleich/Ersatz

Entsprechend der Gesetzeslage werden bei der Überplanung landwirtschaftlicher Flächen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen notwendig. Im Vergleich der Bestände vor und nach dem Eingriff ergibt sich – entsprechend der Ergebnisse des Umweltberichts - auf Ebene des Bebauungsplans ein Überschuss von 1.130 Wertpunkten, der dem qualitativen Ausgleich der zeitlich verzögerten Gehölzentwicklung dienen soll.

Ackerflächen werden durch die gezielte Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern sowie der damit verbundenen langfristigen Entwicklung eines naturnahen Feldgehölzes erheblich aufgewertet. In Kombination mit dem festgesetzten Erhalt bestehender Grünstrukturen sowie neuer Eingrünungsmaßnahmen im Bereich der Biogasanlage (nördlicher Teilgeltungsbereich) können die Eingriffe durch die geplante Anlagenerweiterung, insbesondere der Verlust einer Strauch- und

Baumhecke, die Teil der Kompensationsflächen für die bestehende Anlage ist, sowie die Versiegelung bisher unversiegelter Ackerflächen, vollständig ausgeglichen werden.

- Erhaltungsziele von Gebieten gemeinschaftlicher Bedeutung (§1 Abs. 6 Nr. 7b BauGB)

Die Erhaltungsziele und der Schutzzweck der Natura 2000-Gebiete im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes bleiben gewahrt. Gebiete dieser Art sind nicht im Plangebiet oder in dessen näherer Umgebung ausgewiesen.

- Umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7c BauGB)

Bei den vom Planvorhaben ausgelösten umweltbezogenen Auswirkungen auf den Menschen handelt es sich im Wesentlichen um Belange des Immissionsschutzes. Die hierzu vorgenommenen Abschätzungen werden im Kapitel 4.1 dargestellt. Erhebliche Beeinträchtigungen werden in Folge der Planung nicht ausgelöst.

- Umweltbezogene Auswirkungen auf Sach- und Kulturgüter (§ 1 Abs. 6 Nr. 7d BauGB)

Nördlich und östlich des Plangebiets befinden sich Baudenkmale. Es ergeben sich aufgrund der Abschirmungen durch Gehölze oder aufgrund hoher Entfernungen keine Auswirkungen der Planung auf die Baudenkmale (siehe auch Kapitel 4.5).

- Vermeidung von Emissionen, sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern (§ 1 Abs. 6 Nr. 7e BauGB)

Durch die Erweiterung der Biogasanlage entstehen Emissionen. Es ist jedoch nicht mit einer Zunahme von Emissionen zu rechnen, die erhebliche Auswirkungen auf umliegende Nutzungen haben. (siehe auch Kapitel 4.1) Nebenprodukte, die bei der Biogasproduktion entstehen können als landwirtschaftlicher Dünger genutzt werden, sodass keine Abfälle erstehen, die einer gesonderten Entsorgung bedürfen. Besondere Abwässer entstehen während der Biogasproduktion nicht. Ggf. verunreinigtes Oberflächenwasser wird in eine bestehende Güllegrube eingeleitet.

- Nutzung erneuerbarer Energie sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie (§ 1 Abs. 6 Nr. 7f BauGB)

Die Planung ermöglicht die Erweiterung einer Biogasanlage. Mit der Entwicklung des Plangebietes werden demnach besondere energiepolitische Ziele realisiert.

- Darstellung von Landschaftsplänen sowie von sonstigen Plänen, insbesondere des Wasser-, Abfall- und Immissionsschutzrechts (§ 1 Abs. 6 Nr. 7g BauGB)

Der Landschaftsrahmenplan des Landkreises wurde überprüft und steht der Planung in seinen Wertungen und Zielaussagen nicht entgegen. Für die Stadt Lohne liegt kein Landschaftsplan vor. Weitere Pläne, insbesondere des Abfall- und Immissionsschutzrechts, die der Planung entgegenstehen bzw. in dieser zu berücksichtigen sind, bestehen nicht.

- Einhaltung der bestmöglichen Luftqualität in festgelegten Gebieten der Europäischen Union (§ 1 Abs. 6 Nr. 7h BauGB)

Das Plangebiet befindet sich nicht innerhalb eines Gebiets zur Einhaltung der bestmöglichen Luftqualität der Europäischen Union.

- Wechselwirkungen zwischen den Belangen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7i BauGB)

Die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern untereinander und die Auswirkungen von Änderungen dieser Wechselwirkungen durch die Planung sind vielfältig. Zwischen den einzelnen Schutzgütern bestehen viele Wechselwirkungen. Eine Verstärkung von Umweltauswirkungen durch sich negativ verstärkende Wechselwirkungen ist im Plangebiet nicht erkennbar oder zu erwarten.

- Auswirkungen, die für schwere Unfälle oder Katastrophen zu erwarten sind (§ 1 Abs. 6 Nr. 7j BauGB)

Störfallbetriebe

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans und der Festsetzung von sonstigen Sondergebieten wird die Erweiterung einer Biogasanlage ermöglicht. Die Anlage unterliegt der 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung). Es wurde ein Störfallkonzept gem. § 8 der 12. BImSchV erstellt. Es sind keine schutzwürdigen Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets bei Störfällen in erheblicher Weise potenziell gefährdet. (siehe auch Kapitel 4.1)

4.8 Belange des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel
(§ 1a Abs. 5 BauGB)

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans und der Festsetzung von sonstigen Sondergebieten wird die Erweiterung einer bestehenden Biogasanlage ermöglicht. Es handelt sich um einen vorhabenbezogenen Bebauungsplan, der die Zulässigkeit dieses Vorhabens begründet. Im Zuge der Erweiterung ist die Umwandlung des Biogases in Biomethan geplant, um dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen und ggf. einen Teil indirekt zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf zu nutzen. Hierdurch würde eine Nutzung der verfügbaren thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht. Die Planung trägt zum Ausbau der erneuerbaren Energien bei. Die Belange des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel werden mit der vorliegenden Planung in besonderem Maße berücksichtigt.

4.9 Belange der Wirtschaft, der Infrastruktur, der technischen Versorgung
(§ 1 Abs. 6 Nr. 8 BauGB)

- Wirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 8a BauGB)

Energie-wirtschaft

Mit der Realisierung der geplanten Anlage sind positive Aspekte der Energiewirtschaft zu erwarten. Viele Haushalte können mit dem produzierten Strom versorgt werden. Zudem ist die Umwandlung in Biomethan geplant, um dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen und ggf. einen Teil indirekt zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf zu nutzen.

- Land- und Forstwirtschaft (§ 1 Abs. 6 Nr. 8b BauGB)

Landwirtschaft

Innerhalb des nördlichen Teilgeltungsbereichs befinden sich teilweise Ackerflächen. Der südliche Teilgeltungsbereich umfasst ausschließlich Ackerflächen. Die Ackerflächen im nördlichen Teilgeltungsbereich werden im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage vollständig überplant. Im südlichen Teilbereich werden die Ackerflächen als Kompensationsflächen festgesetzt und genutzt. Durch Gehölzpflanzungen sollen langfristig Strukturen eines Feldgehölzes entwickelt werden. Die Flächen stehen einer landwirtschaftlichen Nutzung nicht länger zur Verfügung.

Hinsichtlich der weiträumigen landwirtschaftlichen Flächen in der Umgebung des Plangebiets gehen nur Ackerflächen in geringfügigem Umfang für die landwirtschaftliche Nutzung verloren. Durch die Erweiterung der Biogasanlage sind durch einen erhöhten Bedarf an Inputstoffen positive Effekte für die regionale Landwirtschaft zu erwarten. Bei der Biogasproduktion entsteht während der Fermentation von Biomasse zudem ein Gärprodukt, welches als hochwertiger Dünger oder als Bodenverbesserungsstoff in der Landwirtschaft eingesetzt wird. Hierdurch kann zum größtenteils auf den Einsatz von energieaufwendig produzierten Handelsdünger verzichtet werden. Insgesamt wird so ein in sich geschlossener, regionaler Nährstoffkreislauf gefördert.

Die umliegenden Flächen können auch weiterhin mit Umsetzung der Planung uneingeschränkt bewirtschaftet werden. Zur Sicherung der Erschließung der westlich angrenzenden Ackerflächen wird ein Geh- und Fahrrecht in die Planzeichnung aufgenommen, sodass die Flächen über den Norden des Plangebiets erschlossen werden können.

Forstwirtschaft

Die Belange der Forstwirtschaft werden mit der Planung nicht berührt.

- Erhaltung, Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen (§ 1 Abs. 6 Nr. 8c BauGB)

Die Planung trägt zur Sicherung von Arbeitsplätzen in der Region bei.

- Post- und Telekommunikationswesens (§ 1 Abs. 6 Nr. 8d BauGB)

Die Belange sind nicht berührt.

- Versorgung / Infrastruktur (§ 1 Abs. 6 Nr. 8e BauGB)

Technische Ver- und Entsorgung

Gas – Das erzeugte Biogas wird durch eine Biogaseinspeiseanlage, die angrenzend an den südlichen Teilgeltungsbereich durch die EWE errichtet und betrieben wird, in Biomethan umgewandelt und in das öffentliche Gasnetz eingespeist. Ein Teil des Biogases wird zum Ausbau des Fernwärmenetzes genutzt.

Trink- und Abwasser, Müllentsorgung – Während des Anlagenbetriebs anfallendes Schmutzwasser kann innerhalb der Anlage verarbeitet werden. Es gibt auch bei Erweiterung der bestehenden Anlage weiterhin keinen Bedarf für einen Anschluss an die zentrale Schmutzwasserentsorgung. Gleiches gilt für einen Anschluss an die Trinkwasserversorgung sowie die Abfallentsorgung über die örtliche Müllabfuhr.

Löschwasserversorgung – Mit Schreiben vom 05.09.2024 weist der Landkreis Vechta, Abteilung Wasserwirtschaft darauf hin, dass für das Planungsgebiet SO1, SO2 eine Löschwassermenge von 96 m³/h (1600 L/Min) über einen Zeitraum von 2 Stunden erforderlich ist. Die Löschwasserversorgung ist gesichert, wenn eine entsprechende Trinkwasserleitung, möglichst als Teil einer Ringleitung, durch das Plangebiet verlegt und mit einem U-Hydranten Ø100mm bestückt wird. Der Abstand zwischen den Hydranten soll 120 m nicht überschreiten. Sollte die benötigte Löschwassermenge nicht über das Trinkwassersystem zur Verfügung gestellt werden können, so ist die fehlende Differenz auf andere Art und Weise, z.B. einen Löschwasserbrunnen zu sichern. Objektbezogen können alle Löschwasserentnahmestellen im Umkreis von 300 m berücksichtigt werden.

Mit Schreiben vom 13.08.2024 weist der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV) daraufhin, dass sich in einem Umkreis von 300 m um das Brandobjekt. keine Hydranten befinden und kein Löschwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung des OOWV für die Löschwasserversorgung des Objektes zur Verfügung gestellt werden kann.

Östlich des Geltungsbereichs im Bereich der Tierhaltungsanlagen befindet sich ein Löschwasserteich, der zur Versorgung der bestehenden Biogasanlage dient. Der Löschwasserteich kann bei Erweiterung der Anlage weiterhin zur Löschwasserversorgung genutzt werden und ggf. an künftige Bedarfe angepasst werden. Detailfragen sind auf Ebene der Ausbauplanungen bzw. im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des Landkreises, dem OOWV dem zuständigen Brandschutzprüfern sowie den Freiwilligen Feuerwehren zu klären. Ein Hinweis auf die erforderliche Löschwassermenge wurde in den Plan aufgenommen.

Soziale Infrastruktur

Die Belange sind nicht berührt.

Altlasten

Ein Vorkommen von Altlasten (Altablagerungen, Altstandorte oder Verdachtsflächen) im Gebiet ist nicht bekannt. Altlastenfunde oder Hinweise auf solche sind dem Landkreis unverzüglich anzuzeigen. Ein entsprechender Hinweis ist in die Planzeichnung aufgenommen.

Leitungsträger

Im Plangebiet ist kein Verlauf unterirdischer Leitungstrassen bekannt. Das Plangebiet wird nicht von Freileitungen gequert.

- Sicherung von Rohstoffvorkommen (§ 1 Abs. 6 Nr. 8 f BauGB)

Bergbau

Das Plangebiet liegt innerhalb des Bergwerkfeldes Münsterland. Aktueller Rechtsinhaber ist die OEG, Bodenschätze sind Kohlenwasserstoffe.[6] Beeinträchtigungen der bzw. durch die Planung sind nicht zu erwarten. Ein nachrichtlicher Hinweis wird in die Planzeichnung aufgenommen.

Rohstoff-vorkommen

Rohstoffvorkommen sind innerhalb des Geltungsbereichs nicht bekannt.

4.10 Belange des Verkehrs

(§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB)

Externe Erschließung

Das Plangebiet wird über die Straße *Märschendorfer Damm* erschlossen. Es wird die bestehende Zufahrt zu den Tierhaltungsanlagen und der bestehenden Biogasanlage genutzt. Der *Märschendorfer Damm* ist im Südosten an die Kreisstraße *Märschendorfer Straße (K263)* und im Norden an die *Dinklager Landstraße (L861*) angebunden. Somit ist das Plangebiet an das überregionale Straßennetz angebunden.

Abb. 9 Darstellung der geplanten Erschließung

Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage LGLN (2023)

Interne Erschließung

Innerhalb des Plangebiets erfolgt die Erschließung über befestige private Wege, die ein vollständiges umfahren der baulichen und technischen Anlagen ermöglicht. Im Vorhaben- und Erschließungsplan ist die geplante interne Erschließung im Detail dargestellt.

Erreichbarkeit sonstiger Flächen

Die Erreichbarkeit der umliegenden Flächen kann mit Umsetzung der Planung weiterhin gewährleistet werden.

Die Erschließung erfolgt von Norden über die Straße *Märschendorfer Damm* und führt über die private Erschließung nördlich der bestehenden Tierhaltungsanlagen sowie der bestehenden Biogasanlage. Zur Sicherung der Erschließung werden entlang der nördlichen Grenze des Geltungsbereichs Flächen mit einer Breite von 5 m festgesetzt, die mit Geh- Fahr- und Leitungsrechten zu Gunsten der Eigentümer und Nutzungsberechtigten der westlich an den Geltungsbereich angrenzenden Ackerflächen belastet sind.

6 NIBIS Kartenserver, Bergwerkseigentum, 2007, Revision 2020

Autobahn A 1

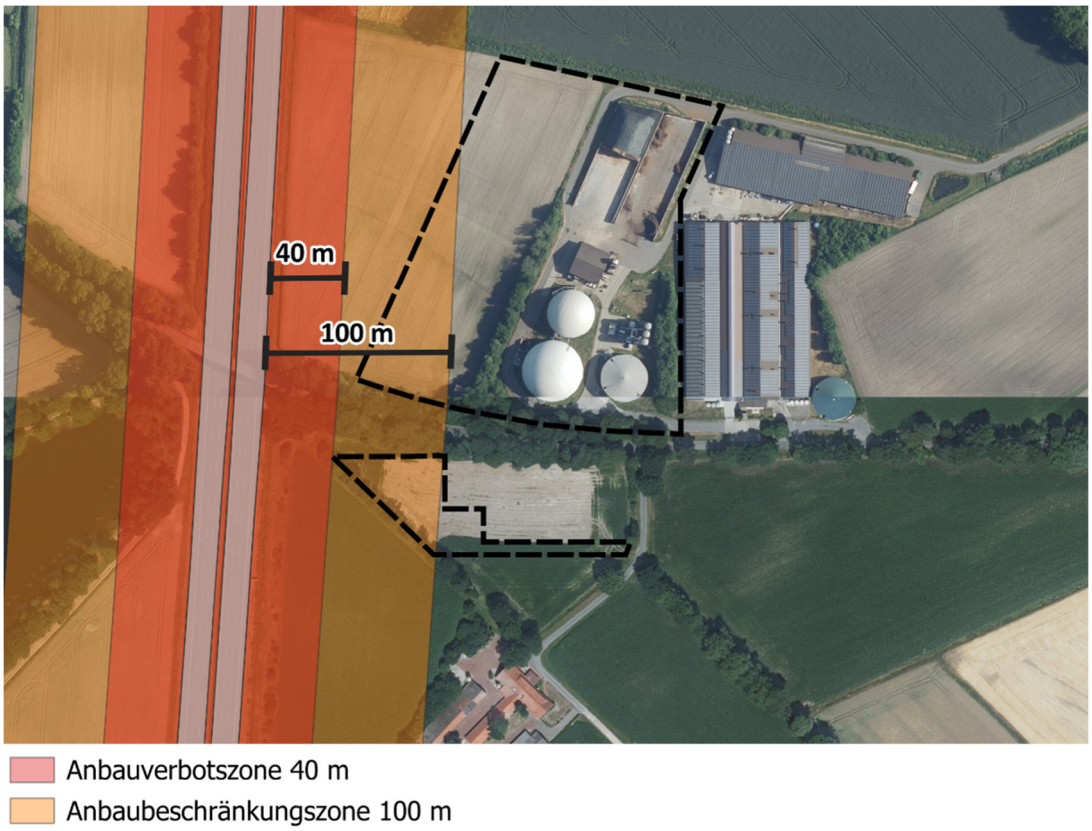
Westlich des Plangebiets verläuft die Bundesautobahn A1. Gem. § 9 Abs. 1 Fernstraßengesetz (FStrG) sind Hochbauten, Aufschüttungen und Abgrabungen sowie Nebenanalgen innerhalb der 40 m Anbauverbotszone gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn unzulässig. In einem Abstand von 100 m (Anbaubeschränkungszone) zur Fahrbahnkante bedürfen konkrete Bauvorhaben gem. § 9 Abs. 2 FStrG der Genehmigung bzw. Zustimmung des Fernstraßen-Bundesamtes.

Die Anbauverbotszone (40 m) liegt vollumfänglich außerhalb des Geltungsbereichs. Dementsprechend wird die Anbauverbotszone von 40 m berücksichtigt.

Die Anbaubeschränkungszone (100 m) wird im Südwesten des Plangebiets tangiert. Entsprechende Anträge und Abstimmungen sind mit dem Fernstraßen- Bundesamt zu treffen.

Sowohl die Anbauverbotszone als auch die Anbaubeschränkungszone sind nachrichtlich in die Planzeichnung aufgenommen.

Abb. 10 Anbauverbotszone und Anbaubeschränkungszone Autobahn A1



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage LGLN (2024)

4.11 Belange der Verteidigung, des Zivilschutzes

(§ 1 Abs. 6 Nr. 10 BauGB)

Militär

Die Belange werden nicht berührt.

Kampfmittel

Es liegen keine Hinweise auf eine Bombardierung innerhalb des Plangebiets vor. Kampfmittelfunde sind nicht bekannt. Es wurde eine Auswertung alliierter Luftbilder für die Ermittlung von Kriegseinwirkungen (Abwurfmunition) durch das Landesamt für Geoinformation und Landvermessung durchgeführt. Mit Schreiben vom 22.01.2024 teilt das LGLN mit, dass keine Kampfmittelbelastung vermutet wird.

Es kann nie vollständig ausgeschlossen werden, dass bei Bauarbeiten Kriegsblindgänger aufzufinden sind. Bei Baumaßnahmen ist deshalb jederzeit auf mögliche Kampfmittel zu achten, bei

Funden sind jegliche Arbeiten unmittelbar einzustellen und die zuständigen Dienststellen zu benachrichtigen. Ein entsprechender Hinweis ist in die Planzeichnung aufgenommen.

4.12 Belange städtebaulicher Entwicklungskonzepte
(§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB)

Die Stadt Lohne verfügt über ein städtebauliches Entwicklungskonzept[7]. Dieses enthält keine Ansätze zum Ausbau von Biogasanlagen oder zur Fläche selbst. Die Belange werden nicht berührt.

4.13 Belange des Hochwasserschutzes und der Wasserwirtschaft
(§ 1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB)

Gewässer

Im Plangebiet befinden sich keine offenen Gewässer. Nördlich an das Plangebiet angrenzend verläuft ein Graben III. Ordnung. Südwestlich des Plangebiets, westlich der BAB 1, befinden sich zwei Stillgewässer.

Durch die Erweiterung der Biogasanlage erhöht sich auch die Menge an zu verarbeitenden wassergefährdenden Stoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten. Mit der vorgesehenen Umwallung gem. § 37 der AwSV wird gewährleistet, dass im Schadensfall alle flüssigen wassergefährdenden Stoffe zurückgehalten werden, sodass negative Auswirkungen auf umliegende Gewässer vermieden und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt minimiert werden können.

Zum nördlich angrenzenden Graben wird der erforderliche Gewässerrandstreifen von 3 m gem. § 58 NWG berücksichtigt. Die festgesetzte Baugrenze verläuft in einem Abstand von 5 m zum Graben, die nicht überbaubaren Grundstücksflächen sind freizuhalten.

Aufgrund der Entfernung von rd. 95 m zum Plangebiet sowie der räumlichen Abgrenzung durch die Bundesautobahn A1 sind die östlich gelegenen Stillgewässer nicht von der Planung betroffen.

Hochwasserschutz

Das Plangebiet liegt nicht innerhalb eines festgesetzten oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiets oder einem Risikogebiet außerhalb von Überschwemmungs-gebieten.

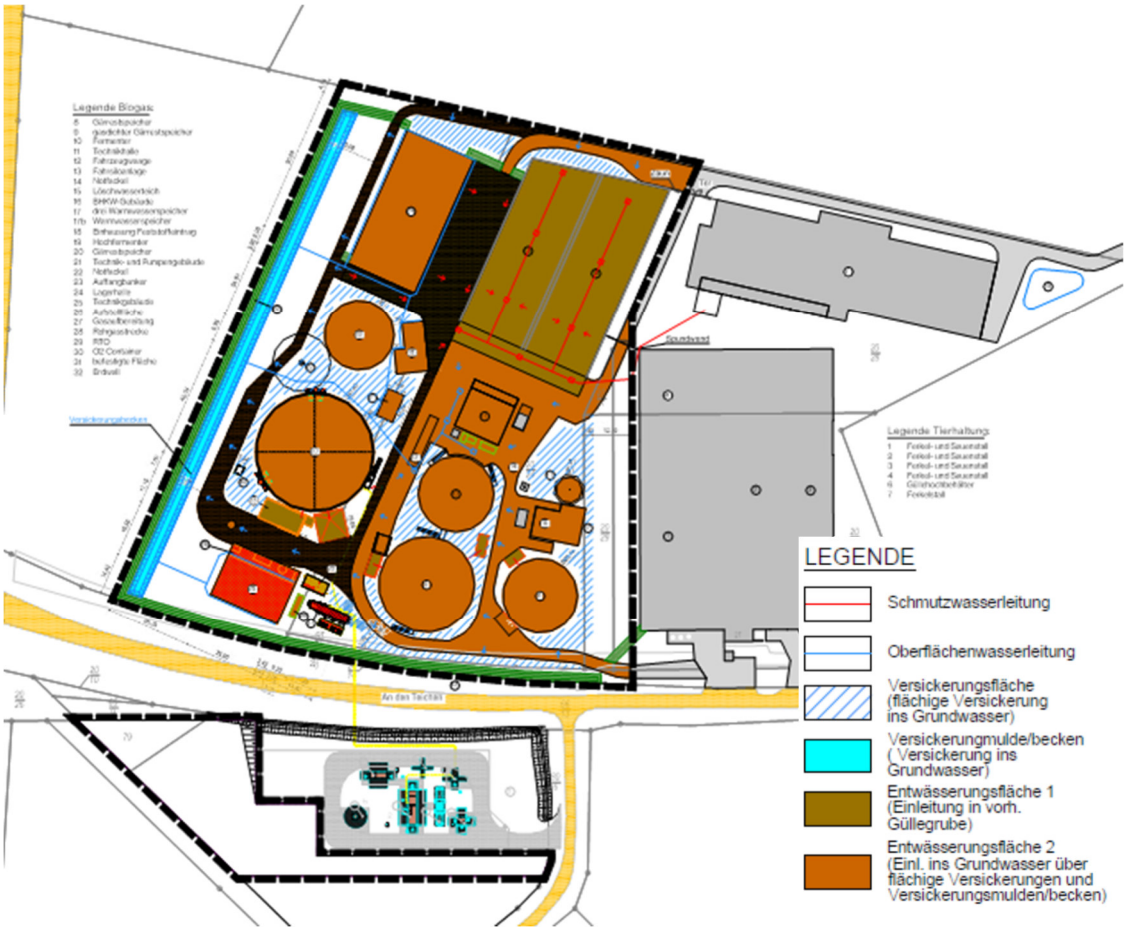
Oberflächenentwässerung

In Folge der zu erwartenden Bebauung sowie eines hohen Versieglungsgrad im Bereich der Ackerflächen im nördlichen als Teilgeltungsbereich, kommt es zu erheblichen Eingriffen in den natürlichen Wasserhaushalt. Das anfallende Oberflächenwasser kann nicht länger flächenhaft versickern. Zur Sicherung der Oberflächenentwässerung wurde ein Entwässerungsplan aufgestellt (siehe Vorhaben- und Erschließungsplan). Das anfallende unbelastete Niederschlagswasser kann in den unversiegelten Freiflächen weiterhin ungehindert im Boden versickern. Ergänzend wird entlang der westlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs eine Versickerungsmulde bzw. ein längliches Versickerungsbecken hergestellt, um anfallendes unbelastetes Niederschlagswasser zurückzuhalten und zu versickern. Anfallendes Niederschlagswasser, das potenziell verunreinigt sein kann, wird über Schmutzwasserleitungen in eine bestehende Güllegrube eingeleitet.

Die ordnungsgemäße Oberflächenentwässerung ist somit gesichert.

7 Stadt Lohne – Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept Grontmij GmbH, Bremen, April 2013

Abb. 11 Auszug aus dem Entwässerungsplan



Trinkwasserschutz

Das Planvorhaben befindet sich nicht innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes.

4.14 Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden

(§ 1 Abs. 6 Nr. 13 BauGB)

Die Belange von Flüchtlingen oder Asylbegehrenden werden mit der Planung einer Biogasanlage nicht berührt.

4.15 Belang der ausreichenden Versorgung mit Grün- und Freiflächen

(§ 1 Abs. 6 Nr. 14 BauGB)

Die Realisierung der geplanten Erweiterung der bestehenden Biogasanlage ermöglicht die ausreichende Versorgung mit Grün- und Freiflächen. Im Bereich der bestehenden Biogasanlage wird an der südöstlichen Gebietsgrenze eine vorhandene Strauch- und Baumhecke erhalten. Im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs ist die Entwicklung einer Brach- bzw. Sukzessionsfläche vorgesehen. An der südlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs entlang der Straße *An den Teichen* sowie der westlichen Grenze ist eine Gebietseingrünung in Form eines Walles vorgesehen.

Im südlichen Teilgeltungsbereich wird auf einer Fläche von rd. 2.870 m² durch Anpflanzungen ein naturnahes Feldgehölz entwickelt.

Die großräumigen Strukturen der freien Landschaft in der Umgebung stehen als Freiflächen weiterhin zu Verfügung.

Dem Belang wird Rechnung getragen.

5 Städtebauliche Übersichtsdaten und Verfahren

Städtebauliche Übersichtsdaten

Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“	**rd. 30.040 m²**
Sonstiges Sondergebiet (SO), Zweckbestimmung Biomethan (Teilgeltungsbereich Nord)	27.170 m²
Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft (Teilgeltungsbereich Süd)	2.870 m²

Zeitlicher Überblick

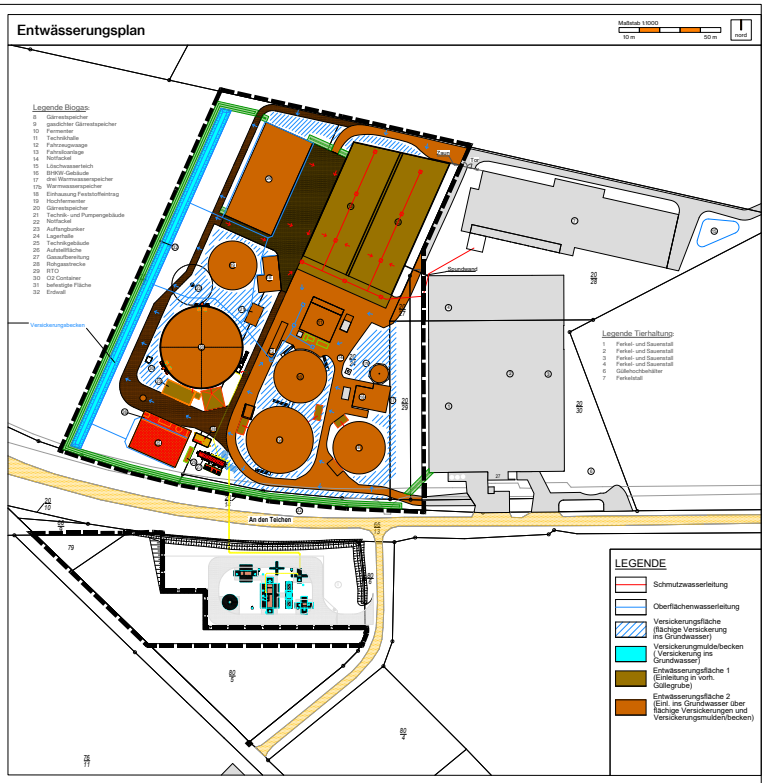
Datum	**Verfahrensschritt**	**Grundlage**
08.11.2022	Aufstellungsbeschluss (VA)	§ 2 Abs. 1 BauGB
16.07.2024 – 18.08.2024	Frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit	§ 3 Abs. 1 BauGB
16.07.2024 – 18.08.2024	Frühzeitige Behördenbeteiligung	§ 4 Abs. 1 BauGB
	Öffentliche Auslegung des Planes	§ 3 Abs. 2 BauGB
	Behördenbeteiligung	§ 4 Abs. 2 BauGB
	Satzungsbeschluss	§ 10 Abs. 1 BauGB

Die vorstehende textliche Begründung gehört zum Inhalt des Bebauungsplanes, sie hat aber keinen rechtsverbindlichen Charakter. Darstellungen und Festsetzungen enthält nur der Plan. Sie sind dort durch Zeichnung, Signatur und textliche Festsetzungen dargestellt.

Im Auftrag ausgearbeitet von:	
P3 Planungsteam GbR mbH, Oldenburg Oldenburg, den	gez. Planverfasser
Stadt Lohne, den	gez. Bürgermeisterin

Eingrünungsplan

Entwässerungsplan



Vorhabenbeschreibung

Seit 2011 wird am Anlagenstandort „An den Teichen 27" in Lohne, Ortsteil Märschendorf, eine Biogasanlage betrieben. Die Biogasanlage wird unter der Firmierung **„Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG"** betrieben. Derzeit wird die Anlage als sogenannte „NaWaRo-Anlage" betrieben, das heißt es werden ausschließlich nachwachsende Rohstoffe und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zulässige organische Rohstoffe wie Wirtschaftsdünger vergoren.

Genehmigt ist die bestehende Biogasanlage mit einer durchschnittlichen elektrischen Bemessungsleistung von etwa 549 kW. Betrieben wird die Biogasanlage im sogenannten flexiblen Anlagenbetrieb. Der Strom wird so entsprechend dem Bedarf im Netz produziert, um damit beispielsweise die witterungsbedingten Schwankungen in der Stromproduktion der übrigen erneuerbaren Energieträger wie Windkraft- und Photovoltaikanlagen auszugleichen. Dieser flexible Betrieb der installierten Leistung dient somit der geforderten Transformation des Stromnetzes. Um den flexiblen Anlagenbetrieb zu ermöglichen, verfügt die Biogasanlage über eine installierte Feuerungswärmeleistung von 4.889 kW, einer installierten elektrischen Leistung von 2.050 kW sowie einer thermischen Leistung von 2.037 kW.

Derzeit wird der beim Betrieb der Biogasanlage erzeugte Strom in das öffentliche Netz eingespeist. Die anfallende Abwärme wird zur Beheizung der Biogasanlage selbst sowie zur Beheizung von vorhandenen Stallgebäuden (Sauenställe, Ferkelställe, etc.) sowie Wohngebäude genutzt. An Inputstoffen bzw. Einsatzstoffen sind derzeit insgesamt 18.000 t/a genehmigt (siehe nachstehende Aufstellung):

derzeit genehmigte Inputbezeichnung	Inputmenge t/a
Nachwachsende Rohstoffe	
Maissilage [1)]	5.000 [1)]
Wirtschaftsdünger	
Hähnchenmist	1.800
Hühnertrockenkot (HTK)	2.200
Schweinegülle	9.000
Summe	**18.000**

[1)] **Anmerkung:**
Mit der Erstgenehmigung zur Biogasanlage vom 26.05.2011 waren ursprünglich 6.075 t an nachwachsenden Rohstoffen genehmigt. **Dieses entspricht einer Anbaufläche von 247 ha** (3.575 t Silomais ÷ 72 ha. 1.000 Mit der nun angedachten Änderung und Erweiterung der vorhandenen Biogasanlage soll zukünftig 2,75 mal so viel Biogas erzeugt werden als bisher (etwa 6,31 Mio. Nm³ Biogas).

Der geplante Input in die erweiterte Biogasanlage wird sich von 18.000 t/a auf 46.000 t/a erhöhen. Der benötigte Maisanateil steigt von 5.000 t/a auf 8.000 t/a an. Die angestrebte Biogas- bzw. Biomethanproduktion soll vorwiegend aus Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung erfolgen. Die zum Einsatz kommende Menge an Schweinegülle u. Sauenmist (zusammen 17.500 t) stammen aus der eigenen Tierhaltung, die unmittelbar an das Plangebiet bzw. die bestehende Biogasanlage angrenzt sowie der eigenen Tierhaltung westlich der Autobahn A1 an der Dinklager Landstraße 4a. Die übrigen zusätzlichen Wirtschaftsdünger stammen von Tierhaltungsbetrieben aus der näheren Umgebung bzw. der Region. Nicht aus der Landwirtschaft stammende Biomasse, z.B. Klärschlamm oder Abfälle aus der Tierkörperbeseitigung, werden nicht eingesetzt. Zum Erreichen der angedachten Biogas- bzw. Biomethanproduktion sollen die nachstehenden Einsatz- bzw. Inputstoffe zum Einsatz kommen:

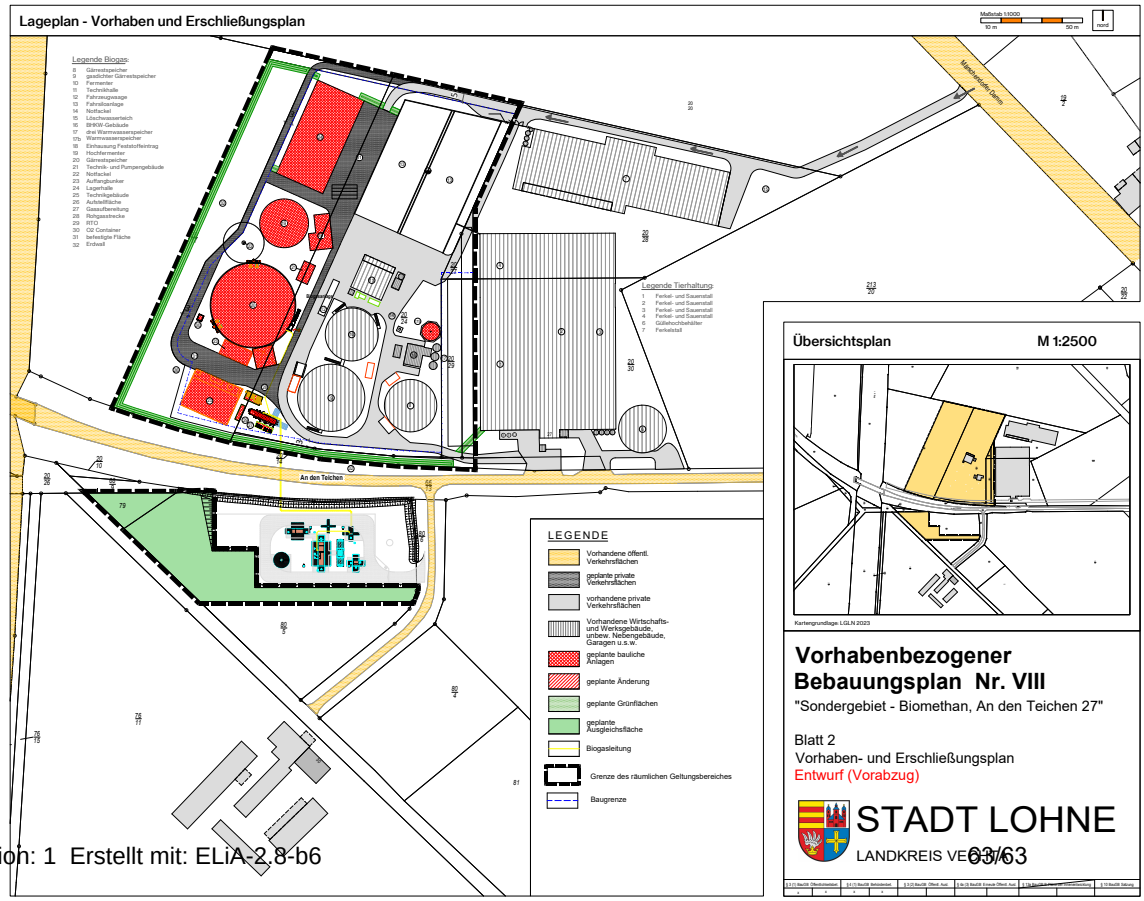
Inputbezeichnung	Inputmenge t/a	Biogasertrag Nm³/a	Outputmenge m³/a
Nachwachsende Rohstoffe			
Maissilage	8.000	2.000.000	6.080
Wirtschaftsdünger			
Hähnchenmist (NP-red.)	3.000	660.000	2.790
Legehennen – HTK (NP-red.)	10.000	2.200.000	7.600
Mastschweinegülle (NP-red.)	17.000	425.000	16.830
Mastbullenmist	3.500	420.000	3.255
Pferdemist	4.000	540.000	3.720
Sauenmist	500	62.500	465
Summe:	**46.000**	**6.307.500**	**40.740**

Bei den Inputstoffen ist ein Fugatfaktor zu berücksichtigen, so dass sich die Menge des ausziehfingenden Gärsubstrates gegenüber der Einbringung verringert und eine höhere Konzentration enthält.

Das Biogas wird zum einem zukünftig durch technische Systeme in Biomethan umgewandelt und im gasförmigen Zustand zur Einspeisung in das öffentliche Gasnetz verwendet werden, und zum anderen soll indirekt ein Teil des anfallenden Biogases zum Ausbau des Fernwärmenetzes genutzt werden, wenn die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen und effizienten Ausbau gegeben sind. Hierdurch würde eine Nutzung der verfügbaren thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95% erreicht werden.

Biogas selbst, ist als Brenngas ein Naturprodukt, welches bei der Vergärung bzw. Fermentation von Biomasse entsteht. Neben dem Biogas entsteht bei der Fermentation ein Gärprodukt, welches als hochwertiger [illegible] Hierdurch kann zum großenteils auf den Einsatz von Kunstdünger verzichtet werden. Insgesamt wird so ein in sich geschlossener Nährstoffkreislauf angestrebt.

Lageplan - Vorhaben und Erschließungsplan



Übersichtsplan M 1:2500

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VIII

"Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27"

Blatt 2
Vorhaben- und Erschließungsplan
Entwurf (Vorabzug)

STADT LOHNE
LANDKREIS VECHTA

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

3.1 Beschreibung der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen und Nebeneinrichtungen sowie der vorgesehenen Verfahren

Anlagen:

- 3.1.1 Angaben zu Inputstoffen und Outputstoffen.doc
- 3.1.2 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung.pdf
- 3.1.3 Gärrestlagerkapazität.pdf
- 3.1.4a Gaslager nach 4. BImSchV - Bestand.pdf
- 3.1.4b Gaslager nach 4. BImSchV - Erweiterung.pdf

3.1.1 Angaben zu Inputstoffen und Outputstoffen

A) Allgemeines/ Geplante Inputstoffe sowie Gärrestmengen und Biogaserträge

Die bestehende Biogasanlage ist aktuell für den Betrieb mit nachwachsenden Rohstoffen und Wirtschaftsdünger genehmigt. Um die Biogasanlage nach der Erweiterung wirtschaftlich betreiben zu können, ist eine Änderung der Inputstoffe erforderlich. Neben der Änderung der Inputstoffe ist zudem eine Änderung der Inputmengen vorgesehen, so dass sich die Gesamtmenge der Einsatzstoffe gegenüber der genehmigten Menge erhöht. Zukünftig soll mehr Gülle, mehr Festmist und mehr Hühnertrockenkot eingebracht werden und der Anteil der nachwachsenden Rohstoffe am Gesamtinput soll reduziert werden

Nachfolgend sind die zukünftig geplanten Inputstoffe, die genehmigten Inputstoffen der bestehenden Biogasanlage, die genehmigten und geplanten Gärreste und Biogaserträge sowie die daraus resultierenden Änderungen tabellarisch gegenübergestellt:

Inputstoffe	geplante Inputmengen (Gesamtanlage)	genehmigte Inputmengen (Bestandsanlage)	Änderung
Maissilage	8.000 t/a	5.000 t/a	+ 3.000 t/a
Sauen-/ Mastschweinegülle	17.000 t/a	9.000 t/a	+ 8.000 t/a
Hähnchenmist	3.000 t/a	4.800 t/a	+ 8.200 t/a
Hühnertrockenkot (HTK)	10.000 t/a		
Mastbullenmist	3.500 t/a	1.000 t/a	+ 3.000 t/a
Sauenmist	500 t/a		
Pferdemist	4.000 t/a	0 t/a	+ 4.000 t/a
Gesamt	**46.000 t/a** **126,0 t/d**	**19.800 t/a** **54,2 t/d**	**+ 26.200 t/a** **+ 71,8 t/d**

Gärreste	40.740 t/a	17.408 t/a	+ 23.232 t/a
Biogasertrag	6.307.500 Nm³/a	2.902.000 Nm³/a	+ 3.405.500 Nm³/a

Durch die geplante Änderung der Inputstoffe und Inputmengen erhöht sich die bilanzierte Biogasproduktion von ca. 2,902 Mio. Nm³/a auf ca. 6,31 Mio. Nm³/a. Die Gärrestmenge erhöht sich von ca. 17.408 m³/a auf ca. 40.740 m³/a.

Die Maissilage wird unverändert in den beiden Kammern der vorhandenen Fahrsiloanlage gelagert und über die bestehende Einbring- und Anmischtechnik in den vorhandenen Fermenter eingebracht.

Festmist und Hühnertrockenkot werden in der Regel bedarfsgerecht angeliefert und lediglich bei Bedarf in geringen Mengen in der vorhandenen Fahrsiloanlage zwischengelagert. Mist und Hühnertrockenkot werden vollständig über die neue Einbring- und Anmischtechnik in den neuen Hochfermenter eingebracht.

Die Gülle wird unverändert dem vorhandenen Güllevorlagebehälter zugeführt und von dort sowohl in die vorhandene als auch in die neue Anmischtechnik befördert.

Hinsichtlich der Verwertung der anfallenden Gärreste wurde ein Verwertungskonzept durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen erstellt. Das Verwertungskonzept ist dem Abschnitt 17.1 dieses Antrags beigefügt. Wie dem Konzept zu entnehmen ist, sollen die anfallenden Gärreste vollständig an eine anerkannte Güllebörse abgegeben werden.

B) Herkunft der Inputstoffe

Die Biogasanlage Timphaus erhält die für den Betrieb der Biogasanlage geplanten Inputstoffe aus dem eigenen landwirtschaftlichen Betrieb in Lohne (Standorte „An den Teichen 27“ und „Dinklager Landstraße 4a“) bzw. von anderen landwirtschaftlichen Betrieben, die maximal 20 km von der Biogasanlage entfernt liegen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Lieferanten der geplanten Inputstoffe sowie die jeweils vertraglich vereinbarten Liefermengen enthalten.

Lieferbetriebe	Entfernung (Luftlinie) zur BGA	Inputstoffe	Input-mengen	Verträge und Laufzeit	
Landschwein GmbH & Co. KG, An den Teichen 27, 49393 Lohne	**0 km**	**Schweinegülle** **Sauenmist**	**9.000 t/a** **500 t/a**	**ab 01.01.2025**	**10 Jahre**
MQS GmbH, Dinklager Landstraße 4a, 49393 Lohne	**< 1,5 km**	**Schweinegülle**	**8.000 t/a**	**ab 01.01.2025**	**10 Jahre**
Timphaus Agrar GmbH, Dinklager Landstraße 4a, 49393 Lohne	**< 1,5 km**	**Maissilage**	**8.000 t/a**	**ab 01.01.2025**	**10 Jahre**
Bahler Landei GmbH & Co. KG, Märschendorfer Straße 55, 49413 Dinklage	< 2,5 km	HTK	1.500 t/a	Lieferant seit 2017	
Eveslage & Sohn GmbH, Steinfelder Straße 42, 49413 Dinklage	< 6,0 km	HTK	7.000 t/a		
Wolfgang Hintze, Märschendorfer Damm 10, 49493 Lohne	< 1,5 km	HTK	1.500 t/a	seit 15.11.2022	6 Jahre
Jan-Bernd Seelhorst, Höner Heide 2, 49413 Dinklage	< 5,0 km	Hähnchenmist	900 t/a	Lieferant seit 2021	
Blömer Mastgeflügel KG, Bahler Straße 40, 49413 Dinklage	< 4,0 km	Hähnchenmist	1.000 t/a	Lieferant seit 2023	
Clemens Michelbrand, Ahlhorner Straße 34, 49249 Visbek	ca. 20 km	Hähnchenmist	800 t/a	seit 27.05.2020	
Alfred Harms-Zerhusen, Südring 4, 49939 Lohne	< 6,0 km	Hähnchenmist	300 t/a	Lieferant seit 2018	
Jürgen Brüning Sohn GbR, Wulfenauer Mark 1, 49393 Lohne	< 10,0 km	Feststoffe (Separation) Rindermist	2.000 t/a 1.500 t/a	ab 01.01.2025	6 Jahre
Andreas Kamphaus, Märschendorfer Straße 75, 49393 Lohne	< 1,5 km	Pferdemist	4.000 t/a	Vertrag bei Genehmigung	
		Gesamt	**46.000 t/a**		

Anhand der vorangegangenen Tabelle ist erkennbar, dass 25.500 t/a und somit mehr als 50 % des Gesamtinputs aus dem eigenen landwirtschaftlichen Betrieb stammen

Die Ernte des landwirtschaftlichen Betriebs Timphaus wird direkt zum Betriebsgrundstück gefahren und in die beiden Kammern der Fahrsiloanlage einsiliert.

3.1.2 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

A) Allgemeines

Die Biogasanlage Timphaus ist unterteilt in die Hauptanlage (HA) 0001 „Biogasanlage Timphaus“ sowie die Anlagenteile (AN) A002 „Verbrennungsmotoranlage (BHKW)“, A003 „Gülle- und Gärrestlagerung“, A004 „Gaslagerung“ und A005 „Biogasaufbereitung“.
Der Anlagenteil A005 kommt als Anlagenteil neu hinzu.

Die Hauptanlage und die Anlagenteile bestehen wiederum aus verschiedenen Betriebseinheiten (BE). Nachfolgend werden alle Betriebseinheiten der Hauptanlage und der Anlagenteile beschrieben. Durch die geplante Erweiterung der Anlage kommen die Betriebseinheit BE 1.4 (Separation), die Betriebseinheit 3.2 (Gärrestlager für separierte feste Gärreste) sowie die drei Betriebseinheiten des Anlagenteils A005 (Biogasaufbereitung) neu hinzu.

Sowohl die neu hinzukommenden Anlagenteile und Betriebseinheiten als auch die Änderungen an den bestehenden Anlagenteilen und Betriebseinheiten sind nachfolgend in kursiver Schrift dargestellt.

Eine Gliederung der Hauptanlage in Anlagenteile und Betriebseinheiten ist in Formular 3 dieses Antrags dargestellt.

B) Beschreibung der Betriebseinheiten

Hauptanlage 0001 – Biogasanlage Timphaus

Betriebseinheit 1.1 | Substratannahme und -einbringung

Die Betriebseinheit 1.1 umfasst alle Anlagenteile, die für die Lagerung und Zwischenlagerung sowie für die Dosierung und für die Anmischung der einzubringenden Inputstoffe/ Substrate (Gülle, Maissilage, Festmist und Hühnertrockenkot) bis zur Einbringung in den Fermentationsprozess erforderlich sind. Alle Inputstoffe/ Substrate werden bis zu ihrem Einsatz separat gelagert. Mithilfe der vorhandenen Fahrzeugwaage (Nr. 12) können alle angelieferten Substrate mengenmäßig erfasst werden. Zur Einbringung von Feststoffen stehen der Annahmebunker der vorhandenen Anlagenstrecke und der neue Feststoffdosierer der neuen Anlagenstrecke zur Verfügung.

Annahme und Einbringung von Gülle

Die betriebseigene Gülle wird unverändert über geschlossene Rohrleitungen und mittels Pumptechnik aus den Stallanlagen (Nr. 1 bis Nr. 4, Nr. 7) der angrenzenden Tierhaltungsanlage zum vorhandenen Güllevorlagebehälter am Technikgebäude (Nr. 11) befördert und dort bis zur weiteren Verwendung kurzzeitig in der Biogasanlage zwischengelagert. Der Güllevorlagebehälter ist als geschlossener rechteckiger Stahlbetonbehälter ausgeführt und verfügt über ein Fassungsvermögen von ca. 38 m³. Über eine im benachbarten Technikgebäude (Nr. 11) aufgestellten Pumpe wird die Gülle zur nachgeschalteten Anmischung befördert. Bei Erreichen der errechneten oder vorgegebenen Menge wird der Pumpvorgang gestoppt.

Annahme und Einbringung von Maissilage

Die Zwischenlagerung der Maissilage erfolgt auf den beiden vorhandenen Silageplatten der Fahrsiloanlage (Nr. 13). Die Größe der Lagerplatten ist so ausgelegt, dass hier die gesamte Silage problemlos zwischengelagert werden kann. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen und Emissionen wird die Silage unter Folie eingelagert; lediglich die Anschnittfläche einer Platte ist geöffnet.

Die Maissilage wird unverändert dem Annahmebunker am vorhandenen Technikgebäude (Nr. 11) zugeführt. Der Annahmebunker verfügt über ein Fassungsvermögen von 80 m³ und ist mit einem Schubboden und einer geschlossenen Trogschneckenfördertechnik ausgestattet. Die Maissilage wird dem vorhandenen Dissolver, der sich im Technikgebäude (Nr. 11) befindet, zugeführt.

Annahme und Einbringung von Festmist und Hühnertrockenkot

Der zum Einsatz kommende Festmist und der Hühnertrockenkot wird in regelmäßigen Abständen angeliefert und bei Bedarf in geringen Mengen auf freien Flächen der Fahrsiloanlage kurzzeitig zwischengelagert.

Der gesamte Festmist und der gesamte Hühnertrockenkot wird vollständig dem Feststoffdosierer BIG-Mix der neuen Anlagenstrecke zugeführt. Der Feststoffdosierer ist in der neuen Einhausung (Nr. 18) aufgestellt. Die Einhausung ist dreiseitig mit Wänden umschlossen und mit einem Dach versehen.

Der Feststoffdosierer ist als Stahlcontainer ausgeführt, verfügt über ein Fassungsvermögen von 167 m³ und ist zur Emissionsminderung mit einer Abdeckung versehen, die für die Befüllvorgänge geöffnet wird und nach der Befüllung wieder geschlossen wird. Am Containerboden befinden sich Förderschienen mit Schubelementen. Die Förderschienen gewährleisten durch die wechselseitige Förderwirkung einen konstanten und gleichmäßigen Austrag der Inputstoffe. Bei der Vorwärtsbewegung der Förderelemente klappen die Schubelemente aus und befördern die Inputstoffe in die Austragsrichtung. Bei der Rückwärtsbewegung legen sich die Schubelemente an und gleiten mit geringem Widerstand durch die Inputstoffe, so dass nur eine geringe Menge der Inputstoffe zurückgezogen wird. An der Austragsseite des Containers befinden sich Auflösewalzen und Auflöseschnecken, die für eine gleichmäßige und störungsfreie Dosierung sorgen. Unterhalb der Auflösetechnik ist auf Höhe der Schubelemente eine integrierte Austragsschnecke installiert, die die Inputstoffe gleichmäßig aus dem Container austrägt und von dort über einen Feststoffförderer in das nachgeschaltete Flüssigfütterungssystem PreMix befördert.

Ein Produktdatenblatt des vorgesehenen Feststoffdosierers BIG-Mix ist dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt.

Anmischung der Substratmischungen

Zur Anmischung der Substratmischungen stehen der Dissolver der vorhandenen Anlagenstrecke und das neue Flüssigfütterungssystem PreMix der neuen Anlagenstrecke zur Verfügung. Beide Anmischsysteme werden nachfolgend näher beschrieben:

<u>Dissolver</u>

Die Anmischung der kompletten Maissilage und eines Teils der Gülle erfolgt im vorhanden Dissolver, der innerhalb des Technikgebäudes (Nr. 11) aufgestellt ist. Der Dissolver ist als geschlossener und druckloser zylindrischer Behälter aus Edelstahl ausgeführt und verfügt über ein Fassungsvermögen von 1,5 m³. Der Dissolver ist mit einer hochtourig drehenden Messerscheibe als Rührwerk ausgestattet. Das Rührwerk wird automatisch über die Anlagensteuerung zugeschaltet. Nach Zugabe aller gewünschten Inputstoffe wird das Stoffgemisch homogenisiert und durch die Messerscheibe aufgeschlossen. Die Rührzeit wird über die Visualisierung eingestellt. Nach Beendigung des Rührvorgangs wird das Substratgemisch in den vorhandenen Fermenter (Nr. 10) gepumpt. Der Pumpvorgang wird über das Wiegesystem gesteuert und erst beendet, wenn im Dissolver ein vordefinierter Minimalfüllstand (Leergrenzwert) erreicht ist. Sämtliche Antriebe sind über die Visualisierung auf Handbetrieb umschaltbar. Treten während des Anmischvorgangs Störungen auf, kann dieser im Handbetrieb beendet werden.

Flüssigfütterungssystem PreMix (NEU)

Das Flüssigfütterungssystem PreMix besteht aus einer Exzenterschneckenpumpe, einem Nasszerkleinerer und einer großzügigen Mix-Kammer. Innerhalb der Mix-Kammer des PreMix erfolgt die Anmischung des Gärsubstrates für den neuen Hochfermenter. Das neue Flüssigfütterungssystem ist wie der neue Feststoffdosierer in der neuen Einhausung (Nr. 18) aufgestellt. Der PreMix ist geschlossen ausgeführt und verfügt über eine Förderleistung von ca. 43,5 m³/h.

Die Feststoffe werden aus dem Feststoffdosierer ausgetragen und über geschlossene Förderschnecken in die Mix-Kammer des PreMix befördert. Zum Anmaischen der zugeführten Feststoffe wird der Mix-Kammer gleichzeitig über eine geschlossene Rohrleitung Gülle aus dem vorhandenen Güllevorlagebehälter am Technikgebäude (Nr. 11) zugeführt, um den Feststoffgehalt der Fütterungsmischung zu reduzieren und das Material pumpfähig zu machen. Alternativ kann auch Faulsuspension aus dem Hochfermenter (Nr. 19) zugeführt werden. Bei Erreichen der errechneten oder vorgegebenen Menge wird der Pumpvorgang gestoppt.

Bevor die in der Mix-Kammer angemaischte Suspension dem Fermentationsprozess zugeführt wird, werden im Substrat enthaltene grobe oder faserige Bestandteile mithilfe des integrierten Nasszerkleinerers zerkleinert und das Substrat hierdurch optimal für den Fermentationsprozess aufbereitet. Mittels der integrierten Exzenterschneckenpumpe wird die Suspension anschließend über geschlossene unterirdische Rohrleitungen in den Hochfermenter (Nr. 19) gepumpt. Treten während des Anmaischvorgangs Störungen auf, wird dieser im Handbetrieb beendet. Sämtliche Antriebe sind über die Visualisierung im Handbetrieb einschaltbar.

Ein Produktdatenblatt des vorgesehenen Flüssigfütterungssystems PreMix ist dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt.

Betriebseinheit 1.2. | Vergärung und Gaserzeugung

Die Vergärung der Substratmischungen erfolgt innerhalb des Fermenters (Nr. 10) der vorhandenen Anlagenstrecke *und des Hochfermenters (Nr. 19) der neuen Anlagenstrecke.*

n den beiden Fermentern wird das Gärsubstrat im mesophilen Temperaturbereich zwischen 35 und 40 °C fermentiert. Um die notwendige Temperatur für den Gärprozess zu gewährleisten, sind beide Fermenter mit einer Heizung ausgestattet.

Die Fütterung der Fermenter erfolgt zeitgesteuert über eine Substratleitung, die oberhalb des Flüssigkeitsniveaus im Fermenter endet. Die Wanddurchführungen der Substratleitungen befinden sich oberirdisch und sind somit jederzeit einsehbar.

Bei beiden Fermentern handelt es sich um Durchlaufreaktoren, in denen das Gärsubstrat vollständig durchmischt wird. Hierzu sind in den Fermentern Rührwerke installiert, die die Faulsuspension in regelmäßigen Abständen durchmischen. Der Betrieb der Rührwerke erfolgt ausschließlich in getauchtem Zustand.

In den Fermentern wird die in der Faulsuspension enthaltene organische Substanz im anaeroben Bereich weitestgehend abgebaut. Dabei entsteht Biogas, das zum größten Teil Methan CH_4 (50 bis 70 %) und Kohlendioxid CO_2 (50 bis 30 %) enthält. Im Biogas ist darüber hinaus auch ein geringer Anteil an Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten, der für die Gasverwertung schädlich ist. Aus diesem Grund muss das im Fermenter entstehende Biogas vor seiner endgültigen Verwendung biologisch entschwefelt werden.

Über jeweils eine geschlossene unterirdische Substratleitung ist jeder der beiden Fermenter mit dem neuen gasdichten Gärrestspeicher III (Nr. 20) verbunden. Entsprechend der den

Fermentern zugeführten Substratmengen wird die gleiche Menge an Gärsubstrat in den Gärrestspeicher III (Nr. 20) geleitet.

Im oberen Bereich der jeweiligen Behälterwand befinden sich Schaugläser, die einen Einblick ins Innere des Behälters ermöglichen.

Die beiden Fermenter werden nachfolgend näher beschrieben:

Fermenter (Nr. 10)

Der Fermenter (Nr. 10) steht bereits jetzt als Fermenter zur Verfügung. Die Befüllung des Fermenters erfolgt unverändert mittels der Substratmischung aus dem Dissolver des angrenzenden Technikgebäudes (Nr. 11).

Der Fermenter ist als Rundbehälter aus Stahlbetonfertigteilen ausgeführt und an der Außenseite mit einer Dämmung versehen, die durch eine Trapezblechverkleidung geschützt wird. Die Betonfertigteile des Fermenters sind in eine Ortbetonsohle eingebunden, die auf einer Sauberkeitsschicht errichtet wurde. Das Füllvolumen des Fermenters beträgt ca. 3.089 m³.

Der Fermenter ist mit einem Gasspeicher in Form eines Tragluftdaches gasdicht abgedeckt und mit einer Über- und Unterdrucksicherung und einem Druckwächter ausgestattet. Des Weiteren ist von der Behälterwandkrone bis zum maximalen Füllstand des Fermenters ein Folienstreifen verlegt, der am Behälterrand befestigt ist, um die Betonfläche vor möglichen Beschädigungen durch Restgas zu schützen.

Zum Anmischen des Substrates im Dissolver wird Faulsuspension aus dem Fermenter benötigt, die für eine bessere Pumpfähigkeit des Gärsubstrates sorgt. Die Rückführung der Faulsuspension aus dem Fermenter in den Dissolver erfolgt über einen Rezirkulatschacht, der sich direkt neben dem Fermenter befindet. Beim Rezirkulatschacht handelt es sich um einen PEHD-Behälter mit Dämmung und Aluminiumblechverkleidung.
Die Befüllung des Rezirkulatschachtes erfolgt über eine Überlaufleitung. Eine Gaspendelleitung zwischen Rezirkulatschacht und Fermenter sorgt für einen Druckausgleich. Diese Leitung befindet sich oberhalb des Füllstandes der Faulsuspension im Rezirkulatschacht und oberhalb des Füllstandes der Faulsuspension im Fermenter. Der Füllstand im Rezirkulatschacht wird mit einem Unterfüllwächter überwacht. Der Unterfüllwächter löst bei Erreichen eines Minimum-Füllstandes eine Störmeldung aus und schließt den Pneumatikschieber, um zu verhindern, dass Gas über die Entnahmeleitung in angeschlossene Anlagenteile gelangt.

Mithilfe von Hebe- und Schwenkeinrichtungen (Rührwerksverstellungen) können die Rührwerke in verschiedene Positionen gebracht werden.

Im Biogas ist darüber hinaus auch ein geringer Anteil Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten, der für die Gasverwertung schädlich ist.
Aus diesem Grund befindet sich im Gasraum des Fermenters eine biologische Entschwefelung. Mit einem Verdichter wird kontinuierlich eine geringe Menge Luft in den Gasraum des Fermenters geblasen und damit der Schwefelwasserstoff biologisch abgebaut.
Die zugeführte Luftmenge wird abhängig vom Schwefelwasserstoffgehalt eingestellt. Bei steigenden Schwefelwasserstoffgehalten wird die Luftzufuhr erhöht, bei sinkenden wird sie reduziert. Der Sauerstoffgehalt im Biogas wird durch die Gasanalyse gemessen und angezeigt. Es sollte immer ein Sauerstoffgehalt von min. 0,1 Vol.-% und max. 0,6 Vol.-% vorhanden sein. Auf keinen Fall darf der Sauerstoffgehalt 3 Vol.-% übersteigen, dann herrscht Explosionsgefahr. Um eine Rückströmung von Biogas in die Luftzufuhr zu verhindern, ist am Fermenter ein Rückfluss-Verhinderer installiert.
Durch die Zufuhr des Sauerstoffs wird der Schwefelwasserstoff mit Hilfe des Verdichters und durch die Bakterien im Fermenter zu Sulfat oxidiert und anschließend zu elementarem Schwefel reduziert. Hierzu reicht für die Bakterien in der Regel ein geringer Sauerstoffgehalt (< 1 Vol.-%) aus.

Die Bakterien besiedeln die Oberflächen im Gasraum des Fermenters. Als Oberfläche dient eine Schwimmschicht auf der Faulsuspension, die die Bakterien mit Feuchtigkeit und Nährstoffen versorgt. Nach dem Entschwefelungsprozess lagert sich der durch dieses Verfahren gewonnene, elementare Schwefel, erkennbar als weiß-gelber Belag, auf der Schwimmschicht ab und wird nach und nach mit dem Gärrest aus dem Fermenter ausgetragen.
Am Gasraum des Fermenters ist eine Über- und Unterdrucksicherung angeschlossen, die dafür sorgt, dass weder ein Über- noch ein Unterdruck im Gasspeicher des Fermenters entsteht. Die Funktionsweise der Über- und Unterdrucksicherung am Gasspeicher ist nachfolgend beschrieben:

Überdruck:
Über den Druck im Gasspeicher wird die Leistung der Gasaufbereitungsanlage bzw. des BHKW geregelt. Bei ansteigendem Druck fährt die Gasaufbereitungsanlage bzw. die BHKW auf 100 % Leistung hoch.
Die Fütterung (Substratzufuhr) des Hochfermenters ist so einzustellen, dass immer nur die Biogasmenge erzeugt wird, die auch bei maximaler Auslastung durch die Gasaufbereitungsanlage oder das BHKW 1 verbraucht bzw. in den Gasspeichern zwischengelagert werden kann.
Wenn die Gasaufbereitungsanlage oder die BHKW nicht in Betrieb sind oder die erzeugte Gasmenge höher als der Verbrauch der Gasaufbereitungsanlage oder des BHKW ist, wird zuerst die Biogasnotfackel über die Anlagensteuerung eingeschaltet.
Steigt der Druck im Gasraum des Fermenters weiter an (Biogasnotfackel ist nicht angesprungen oder die Gasproduktion ist größer als der Verbrauch der eingeschalteten Verbraucher), werden zunächst über einen Hardwarekontakt der Anlagensteuerung weitere Startversuche der Biogasnotfackel durchgeführt. Zusätzlich wird eine Alarmmeldung abgesetzt. Der Betreiber wird über das Störmeldetelefon benachrichtigt und muss unverzüglich die Behebung der Störungen veranlassen.
Steigt der Druck im Gasraum trotz der zuvor beschriebenen Maßnahmen weiter an, spricht die Über- und Unterdrucksicherung an. Der Ansprechdruck der Über- und Unterdrucksicherung für Überdruck ist auf 4,2 mbar voreingestellt. Bei Ansprechen der Überdrucksicherung wird Biogas aus dem Gasspeicher über die Abblaseleitung in die Atmosphäre geblasen. Je nach abzublasender Menge steigt der Druck im Gasspeicher bis auf max. 6,5 mbar an.

Unterdruck:
Wenn der Druck im Gasraum durch den Verbrauch von Biogas (über Gasaufbereitungsanlage, BHKW oder Biogasnotfackel) bis auf den Grenzwert gesunken ist, der in der Visualisierung eingestellt wurde, werden die Verbraucher über die speicherprogrammierbare Anlagensteuerung abgeschaltet.
Wenn der Druck weiter sinkt, wird zunächst über einen Hardwarekontakt der Steuerung (Einstellung am Manometer am Fermenter) die Anlage in Not-Aus versetzt und eine Alarmmeldung abgesetzt. Der Betreiber wird über das Störmeldetelefon benachrichtigt und muss unverzüglich die Behebung der Störungen veranlassen.
Wenn der Druck im Gasraum trotz der zuvor beschriebenen Maßnahmen noch weiter sinkt, spricht die Über- und Unterdrucksicherung an. Der Ansprechdruck der Über- und Unterdrucksicherung für Unterdruck ist auf -0,8 mbar voreingestellt.
Bei Ansprechen der Unterdrucksicherung wird Umgebungsluft aus der Atmosphäre über die *Ansaugöffnung durch die Unterdruckkammer in den Gasraum gesaugt.*

Hochfermenter (Nr. 19) – (NEU)

Die Befüllung des Hochfermenters (Nr. 19) erfolgt mittels der Substratmischung aus dem neuen Flüssigfütterungssystem PreMix.

Der neue Hochfermenter ist als Rundbehälter in Segmentbauweise aus profilversteiften Edelstahlmantelblechen auf einer Ortbeton-Bodenplatte ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von 9.791 m³.

Die Bodenplatte ist in einem Stück betoniert und ohne Arbeits- und Dehnungsfugen ausgeführt. Durchführungen durch die Sohlplatte erfolgen nicht.

Die Bleche des Behälters sind an den horizontalen Fugen gestoßen und zusammen mit den U-Profilen verschraubt. In den vertikalen Stößen sind die Mantelbleche überlappt und verschraubt.

Die Verbindung der Behälterwand zum Stahlbetonfundament erfolgt über ein umlaufendes Winkeleisen aus rostfreiem Edelstahl, das mit Edelstahldübeln und Edelstahlschrauben befestigt wird.

Zur Überwachung der Bodenplatte sowie des Fußpunktes zwischen Sohle und Behälter verfügt der neue Hochfermenter über ein bauaufsichtlich zugelassene Leckageerkennungssystem, das regelmäßig kontrolliert wird.

Die Abdichtung der Edelstahlmantelbleche untereinander und zur Bodenplatte erfolgt mit einem geeigneten und bauaufsichtlich zugelassenen Fugenabdichtungssystem.

Das Dach ist ebenfalls aus Edelstahl ausgeführt. Das Grundgerüst des Daches besteht aus Sparren, die auf einem inneren und einem äußeren Ring befestigt werden. An den Sparren werden von innen und außen Mantelbleche befestigt, so dass das Dach gasdicht verschlossen ist.

Im Hochfermenter befindet sich ein Zentralrührwerk, das den gesamten Fermenterinhalt stetig mischt und homogenisiert, Mittels einer Heizung wird das Fermentersubstrat auf die für die Fermentation erforderliche Temperatur erwärmt. Unter anaeroben Bedingungen wird organische Substanz abgebaut und es entsteht Biogas.

Ein Produktdatenblatt des vorgesehenen Hochfermenters ist dem Abschnitt 3.9.3 dieses Antrags beigefügt.

Betriebseinheit 1.3 | Warmwasserspeicherung

Bei der Verwertung und Verstromung des Biogases in den BHKW fällt Wärme an, die zu Heizzwecken genutzt wird. Um die auf dem Betriebsgrundstück erzeugte Wärme zwischenspeichern zu können und den Wärmeabnehmern auch bei Stillstand der flexibel betriebenen BHKW bedarfsgerecht zur Verfügung stellen zu können, stehen drei baugleiche Warmwasserspeicher (Nr. 17) zur Verfügung. Durch die Warmwasserspeicher können Differenzen zwischen der erzeugten und verbrauchten Wärmemenge ausgeglichen werden. Die Wärmeerzeugung der Biogasanlage kann somit unabhängig vom Wärmebedarf betrieben werden, und Temperaturschwankungen können ausgeglichen werden.

Die drei Warmwasserspeicher sind als stehende zylindrische Stahlbehälter ausgeführt und verfügen über eine Höhe von 14,07 m, einen Durchmesser von ca. 3,50 m und ein Nutzvolumen von jeweils 133 m³. Alle drei Behälter sind isoliert und verkleidet und befinden sich unmittelbar neben dem vorhandenen BHKW-Gebäude (Nr. 16).

Zur Optimierung der Wärmeversorgung der angeschlossenen Wärmeabnehmer, steht zusätzlich ein weiterer Warmwasserspeicher (Nr. 17b) neben den bereits vorhandenen Speichern zur Verfügung. Der neue Warmwasserspeicher ist wie die drei vorhandenen als zylindrisch stehender Wärmespeicher in schmaler und hoher Form (Durchmesser ca. 8,94 m, Höhe ca. 16,89 m) ausgeführt und verfügt über ein Fassungsvermögen von 1.000 m³.

Um Wärmeverluste zu kompensieren ist der Warmwasserspeicher ebenfalls mit einer Wärmedämmung und einer Verkleidung aus Aluminiumblech versehen. Die von den BHKW produzierte

Wärme wird über den Wärmetauscher an das Wasser im Speicher abgegeben, wobei das Wasser der Wärmeträger ist.

Der Warmwasserspeicher ist mit Entlüftungs- und Entleerungsvorrichtungen ausgestattet.

Unterhalb des Warmwasserspeichers befindet sich eine statisch ausreichend bemessene Fundamentplatte.

Die für die Wärmeverteilung erforderlichen Aggregate des neuen Warmwasserspeichers wie z.B. Wärmverteilerbalken und Pumptechnik sind im vorhandenen BHKW-Gebäude (Nr. 16) untergebracht.

Betriebseinheit 1.4 | *Separation (NEU)*

Zur Reduzierung der Mengen an flüssigen Gärresten ist der dauerhafte Betrieb des bereits vorhandenen mobilen Separators vorgesehen. Der Separator ist als Pressschneckenseparator ausgeführt, mit dem in einem rein mechanischen Trennsystem die Trennung in flüssige und feste Stoffe erfolgt. Die Aufstellung des Separators erfolgt auf einer befestigten Fläche, die sich unmittelbar neben dem Gärrestspeicher III befindet.

Mithilfe einer Zuführpumpe und über geschlossene Rohrleitungen werden dem Separator Gärreste aus dem Gärrestspeicher III (Nr. 20) zugeführt. Innerhalb des Separators befindet sich ein Spaltfilter, der das Material in eine Dünn- und eine Festphase trennt.

Die abgetrennte flüssige Phase, das sogenannte Effluent, wird im geschlossenen Kreislauf über eine geschlossene unterirdische Rohrleitung in den Gärrestspeicher I gepumpt.

Die im Spaltfilterinneren verbliebene feste Phase wird von einer rotierenden schneckenartigen Räumeinheit nach außen befördert und fällt in den Aufgabebunker (Nr. 23), der sich unmittelbar neben der Aufstellfläche des Separators befindet. Die Auffangfläche innerhalb des Auffangbunkers verfügt über eine Länge von ca. 14,76 m und eine Breite von ca. 7,02 m. Der Auffangbunker ist an drei Seiten mit teilweise 2,00 m und teilweise 1,00 m hohen Stahlbetonwänden versehen, um zu verhindern, dass das separierte Material auf die angrenzenden Flächen gelangt. Die Sohle des Auffangbunkers ist ebenfalls aus Stahlbeton gefertigt.

Die im Annahmebunker befindlichen abgepressten festen Gärreste werden in regelmäßigen Abständen zur nördlich gelegenen Lagerhalle (Nr. 24) gefahren und bis zur weiteren landwirtschaftlichen Verwertung dort zwischengelagert. Ein Teil der abgepressten feste Gärreste soll darüber hinaus bei Bedarf auch auf der befestigten Fläche zwischen der Lagerhalle (Nr. 24) und der vorhandenen Fahrsiloanlage (Nr. 13) gelagert werden.

Eine Zeichnung des Auffangbunkers und der Aufstellfläche des Separators ist im Abschnitt 12.4 dieses Antrags enthalten. Ein Produktdatenblatt des Separators ist dem Abschnitt 3.9.3 beigefügt.

Anlagenteil A002 – Verbrennungsmotoranlage (BHKW)

Betriebseinheit 2.1 | BHKW 1 (im Technikgebäude; Nr.11)
Betriebseinheit 2.2 | BHKW 2 (im BHKW-Gebäude; Nr. 16)

In den Betriebseinheiten 2.1 und 2.1 sind die Aggregate für die Gasverwertung installiert. Für die Gasnutzung sind am Standort der Biogasanlage insgesamt zwei BHKW - ausgeführt als Gas-Otto-Motoren mit Generator - mit einer elektrischen Leistung von 549 kW_{el} und 1.501 kW_{el} bzw. einer Feuerungswärmeleistung von 1,351 MW bzw. 3,538 MW - installiert. Das leistungsstärkere BHKW befindet sich innerhalb des bestehenden BHKW-Gebäudes (Nr. 16). Das andere BHKW ist im vorhandenen Technikgebäude (Nr. 11) untergebracht. Innerhalb der beiden Gebäude sind die BHKW schall- und wärmegedämmt innerhalb eigener Schallhauben bzw. Räumen aufgestellt.

Die beiden BHKW werden flexibel eingesetzt und zur bedarfsgerechten Stromerzeugung verwendet. Dieser flexible Anlagenbetrieb führt zu Zeiten, in denen sowohl das neue als auch das vorhandene BHKW parallel mit maximaler Leistung laufen können. Ebenso führt der flexible Betrieb allerdings auch zu Zeiten, in denen die BHKW auf Teillast oder sogar gar nicht gefahren werden oder nur eins der beiden BHKW betrieben wird. Die Biogasmenge, die dem jeweiligen BHKW zugeführt wird, kann daher stark variieren.

In den beiden BHKW wird das Biogas verbrannt; die Verbrennungsenergie wird genutzt, um mit Hilfe des jeweiligen Generators Strom zu erzeugen. Die Verbrennungszuluft wird von außen über den jeweiligen Zuluftventilator zugeführt.

Das beim Verbrennungsprozess in den BHKW entstehende Abgas wird mittels Abgasrohrleitungen und -kamin über einen Abgasschalldämpfer ins Freie geleitet. Die Höhe der beiden Abgaskamine beträgt 10,0 m bzw. 12,0 m und entspricht den Vorgaben der TA Luft.

Um das Biogas in den BHKW nutzen zu können, muss der Gasdruck mit Hilfe des jeweiligen Gasverdichters erhöht werden. Eine Druckmessung in der Biogasleitung zum jeweiligen BHKW regelt den Verdichter mit Hilfe eines Frequenzumrichters, so dass ein konstanter Druck in der Biogasleitung erreicht wird. Die Förderleistung der beiden Gasverdichter wird geregelt.

Vor jedem BHKW ist eine Gasmengenmessung installiert, die den Volumenstrom des Biogases misst.

Durch die Zuluft entsteht im BHKW-Raum des Technikgebäudes bzw. des BHKW-Gebäudes ein Überdruck. Die Abluft strömt über den jeweiligen Schalldämpfer nach außen. Der Zuluft- und Abluftkanal des jeweiligen BHKW ist mit einem Kulissenschalldämpfer zur Schallminderung ausgestattet.

Die anfallende Abwärme der beiden BHKW wird zur Wärmeversorgung der Biogasanlage, der angrenzenden Tierhaltungsanlage sowie für die Beheizung von Wohnhäusern genutzt. Für eine optimale und bedarfsgerechte Wärmeversorgung wird die anfallende Wärme zunächst an die drei vorhandenen Warmwasserspeicher (Nr. 17) *und an den neuen Warmwasserspeicher (Nr. 17b)* abgegeben.

Bei einem Ausfall der Gasnutzung wird die überschüssige Gasmenge auf die Notfackel (Nr. 14) geleitet, die druckgesteuert automatisch in Betrieb gesetzt wird.

Um zu verhindern, dass Flammen in das Rohrleitungssystem zurückschlagen, befindet sich vor jedem BHKW und vor der Notfackel je eine Flammendurchschlagsicherung.

Schmierölstationen

Die beiden BHKW benötigen für einen reibungslosen Betrieb Motorenöl als Schmierstoff. Die Schmierölstationen stehen im vorhandenen Technikgebäude (Nr. 11) bzw. im vorhandenen BHKW-Gebäude (Nr. 16), räumlich abgetrennt vom jeweiligen BHKW und bestehen aus jeweils einem Frischöl-, einem Altöl-, einem Tagesölbehälter und einer Schmierölpumpe. Alle Behälter verfügen über Füllstandsanzeigen. Jede Schmierölstation kann manuell oder automatisch betrieben werden. Die Lagerung des Frisch- und Altöles erfolgt in bauaufsichtlich zugelassenen Behältern.

Emissionsminderung

Zur Emissionsminderung und zur Einhaltung der vorgeschriebenen Formaldehydgrenzwerte ist in den Abgasstrom beider BHKW jeweils ein Katalysator eingebunden.

Zum Schutz der Katalysatoren muss der Gehalt an Schwefelwasserstoff aus dem Biogas reduziert werden. Um diese Reduzierung zu erreichen, wird der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff bereits innerhalb der Biogasanlage mittels biologischer Entschwefelung reduziert.

Das Ausfiltern des restlichen Schwefelwasserstoffes wird bei beiden BHKW mittels des zugehörigen Aktivkohlefilters realisiert.
Da die Aktivkohlefilter auf Feuchtigkeit sensibel reagieren, wird das gesamte entstehende Biogas mittels zwei weiterer Rohrbündelwärmetauscher und eines zusätzlichen Kühlaggregates am Standort der Biogasanlage um ca. 15°C abgekühlt und getrocknet. Das dabei entstehende Kondensat wird in den Kondensatschacht geführt.

Der Schwefelwasserstoffgehalt wird über eine Messstelle in der Gasleitung überwacht und durch die Gasanalyse ausgewertet. Der Verbrauch an Aktivkohle wird ebenfalls mit Hilfe der Gasanalyse kontrolliert. Verliert der jeweilige Aktivkohlefilter an Wirksamkeit, wird über die Anlagensteuerung eine Alarmmeldung ausgegeben.

Kondensatschächte

Das Biogas aus den gasdichten Behältern ist warm und hat einen relativ hohen Feuchtigkeitsanteil. In den erdverlegten Rohrleitungen, die das Biogas zur Weiterverarbeitung führen, bildet sich durch Abkühlung Kondensat. Die Biogasleitungen sind mit Gefälle ausgeführt, so dass das Kondensat zu den Tiefpunkten der Biogasleitungen geführt werden kann. Dort wird das Kondensat über eine Kondensatleitung in den Kondensatschacht der vorhandenen Anlagenstrecke sowie den *neuen Kondensatschacht der neuen Anlagenstrecke* abgeführt.

Die Kondensatleitung mündet im jeweiligen Kondensatschacht in einer Wasservorlage, die umgerechnet höher ist als der Maximaldruck, der in der Biogasleitung auftreten kann. So verhindert die Wasservorlage den Austritt von Biogas.

In jedem Kondensatschacht ist eine Kondensatpumpe in Form einer Tauchmotorpumpe installiert, die das Kondensat niveaugesteuert dem Gärrestspeicher I (Nr. 9) oder dem Gärrestspeicher Nr. III (Nr. 20) zuführt. Die Kondensatpumpe darf nur im getauchten Zustand (mit Flüssigkeit bedeckt) betrieben werden. Der Füllstand wird hierzu über die Schwimmerschalter überwacht, die bei Über- und Unterschreiten eines Grenzniveaus Not-Aus auslösen und einen Alarm absetzen.

Um die Wasservorlage auf gleichbleibendem, ausreichendem Niveau im Kondensatschacht zu halten, ist der Kondensatschacht mit einer Füllstandsüberwachung ausgestattet. Die Füllstandüberwachung verfügt über fünf unterschiedliche Schaltpunkte, die wie folgt definiert sind:

- Absicherung minimaler Füllstand (Füllstandsüberwachung LZA-)

Bei Erreichen dieses Schaltpunktes wird Not-Aus in der gesamten Anlage ausgelöst, ein Alarm ausgegeben sowie eine Alarmmeldung über das Alarmtelefon abgesetzt.

- Unterer Schaltpunkt für die Kondensatpumpe (Füllstandsüberwachung LS-)
  Bei Erreichen dieses Schaltpunktes wird die Kondensatpumpe gestoppt.
- Oberer Schaltpunkt für die Kondensatpumpe (Füllstandsüberwachung LS+)
  Bei Erreichen dieses Schaltpunktes wird die im Kondensatschacht installierte Kondensatpumpe (Tauchmotorpumpe) gestartet, um das Kondensat abzupumpen und in die Güllevorlage oder einen der Gärrestspeicher zu leiten.
- Voralarm Überfüllsicherung (Füllstandsüberwachung LA+)
  Bei Erreichen dieses Schaltpunktes wird eine Alarmmeldung ausgelöst, die darauf hinweist, dass der Überfüllstand bald erreicht wird. Hierdurch bleibt Zeit, um einen Defekt zu beheben und eine Abschaltung der gesamten Gasentnahme (Gasverdichter, BHKW bzw. Gasaufbereitungsanlage) zu verhindern. Die Schaltung ist so lange aktiv bis der Schaltpunkt LA+ wieder unterschritten wird.
- Überfüllsicherung (Füllstandsüberwachung LSA+)
  Bei Erreichen dieses Schaltpunktes werden Gasverdichter und BHKW bzw. Gasaufbereitungsanlage abgeschaltet, ein Alarm ausgelöst und eine Alarmmeldung über das Alarmtelefon abgesetzt.

Notfackeln

Zum gefahrlosen und geruchlosen Abbrennen überschüssigen oder nicht verwertbarem Biogas, ist eine fest installierte Notfackel (Nr. 14) vorhanden. *Zusätzlich zur vorhandenen Fackel soll eine weitere Notfackel (Nr. 22) für die neue Anlagenstrecke installiert werden.*

Die Notfackeln bestehen im Wesentlichen aus einem Gebläsebrenner, dem eine bauartzugelassene Flammenrückschlagsicherung und Gasregelstrecke gemäß DVGW vorgeschaltet sind.

Da die Gasproduktion bei planbaren Stillständen der BHKW bzw. *der Gasaufbereitungsanlage* durch betriebliche Maßnahmen herabgesetzt wird, indem z.B. die Fermenterbeschickung beendet wird, beschränkt sich der Betrieb der Notfackel auf Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes. Durch die Speicherfunktion der Gasspeichermembran der gasdichten Behälter reicht die gespeicherte Gasmenge für die Regelwartungsarbeiten aus. Um längere Stillstandzeiten der BHKW *bzw. der Gasaufbereitungsanlage* zu vermeiden, werden seitens des Anlagenbetreibers entsprechende Ersatzteile bevorratet.

Beide Notfackeln werden über die Druckwächter an den Gasräumen der gasdichten Behälter *der jeweiligen Anlagenstrecke* gesteuert. Bei Erreichen eines über die Anlagensteuerung festzulegenden Maximaldruckes wird *die jeweilige* Fackel automatisch eingeschaltet. Über die Drucksteuerung und die Flammenüberwachung wird ein sicherer Anlagenbetrieb gewährleistet.

Anlagenteil A003 – Gülle- und Gärrestlagerung

Betriebseinheit 3.1 | Gärrestspeicher

Bei der Vergärung der Substrate in den beiden Fermentern (Fermenter Nr. 10 und Hochfermenter Nr. 19) fallen Gärreste an, die bis zur landwirtschaftlichen Verwertung in den Gärrestspeichern auf dem Betriebsgelände zwischengelagert werden. Insgesamt stehen auf dem Betriebsgrundstück der Biogasanlage zukünftig die drei nachfolgend beschriebenen Gärrestspeicher zur Verfügung. Zusätzlich sollen für die Gärrestlagerung der vorhandene Güllehochbehälter (Nr.6) sowie zwei externe Behälter am landwirtschaftlichen Betrieb Timphaus (Standort: Dinklager Landstraße 4 in Lohne) genutzt werden. Der Güllehochbehälter und die beiden externen Behälter liegen außerhalb des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage und werden nachfolgend nicht weiter dargestellt.

Gärrestspeicher I (Nr. 9)

Der Gärrestspeicher I ist als Rundbehälter aus Stahlbetonfertigteilen ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von 5.357 m³ (mittlerer Innendurchmesser 16,36 m, Innenwandhöhe 6,87 m, Füllhöhe 6,37 m). Die Stahlbetonfertigteile sind auf einer Sauberkeitsschicht aufgestellt und in eine Ortbetonsohle eingebunden.

Der Gärrestspeicher ist weder isoliert noch beheizt. Die Gärreste kühlen somit vor der Entnahme und Ausbringung ab, so dass nicht von einer nennenswerten Methanbildung auszugehen ist.

Der Gärrestspeicher ist mit einem Gasspeicher (Betriebseinheit 4.1) in Form eines Tragluftdaches gasdicht abgedeckt.

Des Weiteren ist ein Folienstreifen von der Behälterwandkrone bis zum maximalen Füllstand des Gärrestspeichers verlegt und am Behälterrand befestigt. Die restliche Innenfläche ist mit einem Beschichtungssystem versehen, um die Betonfläche vor möglichen Beschädigungen durch Restgas zu schützen.

Um den Gärrest homogen und pumpfähig zu halten und im Behälter das Absetzen von Sinkschichten zu verhindern, ist der Gärrestspeicher mit ex-geschützten Rührwerken ausgestattet. Im oberen Bereich der Behälterwand befinden sich zwei Schaugläser, die einen Einblick ins Innere des Behälters ermöglichen.

Zum Druckausgleich ist der Gärrestspeicher oberhalb des Gärrestniveaus mit einer Gaspendelleitung und Absperrklappe mit dem Gasraum des Fermenters (Nr. 10) verbunden.

Am Gärrestspeicher ist eine Über- und Unterdrucksicherung angeschlossen, die dafür sorgt, dass weder ein Über- noch ein Unterdruck im Gasspeicher entsteht. Die Funktionsweise der Über- und Unterdrucksicherung entspricht der Funktionsweise der oben beschriebenen Über- und Unterdrucksicherung des Fermenters.

Für die Entnahme von Gärresten ist am Gärrestspeicher eine Entnahmestation montiert. Unterhalb der Entnahmeleitung ist eine Abfüllplatte mit Gefälle zu einem integrierten abflusslosen Schacht vorgesehen, in dem sich in der Entnahmeleitung verbleibender Gärrest nach dem Befüllen des Tankfahrzeuges sammeln kann. Dieser Schacht wird nach dem Tankvorgang mittels des Schlauches am Tankfahrzeug geleert.

Der gasdichte Gärrestspeicher ist mit einer Füllstandsüberwachung ausgestattet. Bei Erreichen des minimalen Füllstandes wird eine über der Entnahmestation installierte Blitzleuchte

ausgelöst und der Pneumatikschieber (Sicherheitsschieber) schließt die Entnahmeleitung automatisch, um zu verhindern, dass bei der Gärrestentnahme Biogas angesaugt wird.

Gärrestspeicher II (Nr. 8)

Der Gärrestspeicher II ist wie der Gärrestspeicher I als Rundbehälter aus Stahlbetonfertigteilen ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von 3.389 m³ (mittlerer Innendurchmesser 12,74 m, Innenwandhöhe 6,85 m, Füllhöhe 6,65 m). Die Stahlbetonfertigteile sind auf einer Sauberkeitsschicht aufgestellt und in eine Ortbetonsohle eingebunden.

Der Gärrestspeicher ist weder isoliert noch beheizt. Die Gärreste kühlen somit vor der Entnahme und Ausbringung ab, so dass nicht von einer nennenswerten Methanbildung auszugehen ist.

Der Gärrestspeicher ist mit einem fest installierten Emissionsschutzdach aus gewebeverstärkter Plane abgedeckt. Die Plane wird von einer Mittelstütze aus Hartholz getragen. An der Innenseite ist sie durch Polyesterbänder verstärkt, die in der Dachmitte mit VA-Befestigungsplättchen und Bolzen an der VA-Firstplatte montiert sind.

Um den Gärrest homogen und pumpfähig zu halten und im Behälter das Absetzen von Sinkschichten zu verhindern, ist der Gärrestspeicher mit Rührwerken ausgestattet.

Für die Entnahme von Gärresten ist am Gärrestspeicher eine Entnahmestation montiert. Unterhalb der Entnahmeleitung ist eine Abfüllplatte mit Gefälle zu einem integrierten abflusslosen Schacht vorgesehen, in dem sich in der Entnahmeleitung verbleibender Gärrest nach dem Befüllen des Tankfahrzeuges sammeln kann. Dieser Schacht wird nach dem Tankvorgang mittels des Schlauches am Tankfahrzeug geleert.

Gärrestspeicher III (Nr. 20)

Der Gärrestspeicher III ist als Rundbehälter aus Ortbeton ausgeführt und verfügt über ein Füllvolumen von 11.938 m³ (mittlerer Innendurchmesser 20,00 m, Innenwandhöhe 10,00 m, Füllhöhe 9,50 m). Die Bodenplatte wird ebenfalls in Ortbetonbauweise ausgeführt.

Der Gärrestspeicher ist weder isoliert noch beheizt. Die Gärreste kühlen somit vor der Entnahme und Ausbringung ab, so dass nicht von einer nennenswerten Methanbildung auszugehen ist.

Der Gärrestspeicher ist mit einem Gasspeicher (Betriebseinheit 4.1) in Form eines Tragluftdaches gasdicht abgedeckt.

Zum Schutz gegen chemischen Angriff wird der gasdichte Gärrestspeicher innen mit einer vollflächigen gas- und flüssigkeitsdichten Betonschutzfolie aus Polypropylen-Schlingengewebe (AGROTEL Ceno-Tec WireTarp WT) beschichtet. Die Beschichtung erfolgt schalungsseitig und sorgt für eine dauerhafte Beständigkeit gegen aggressive Medien. Ein Produktdatenblatt der Betonschutzfolie ist dem Abschnitt 11.8 dieses Antrags beigefügt.

Um den Gärrest homogen und pumpfähig zu halten und im Behälter das Absetzen von Sinkschichten zu verhindern, ist der Gärrestspeicher mit Rührwerken ausgestattet. Im oberen Bereich der Behälterwand befinden sich zwei Schaugläser, die einen Einblick ins Innere des Behälters ermöglichen.

Am Gärrestspeicher ist eine Über- und Unterdrucksicherung angeschlossen, die dafür sorgt, dass weder ein Über- noch ein Unterdruck im Gasspeicher entsteht. Die Funktionsweise der Über- und Unterdrucksicherung entspricht der Funktionsweise der oben beschriebenen Über- und Unterdrucksicherung des Fermenters.

Unmittelbar neben dem Gärrestspeicher III befindet sich ein Separator (Betriebseinheit 1.4), mit dem die anfallende Menge an flüssigen Gärresten reduziert wird. Hierzu werden die Gärreste aus dem Gärrestspeicher vollständig dem Separator zugeführt und in eine flüssige und in eine feste Phase getrennt. Die feste Phase fällt in den Annahmebunker (Nr. 23). Die flüssige Phase wird vollständig dem Gärrestspeicher I (Nr. 9) zugeführt.

Für die Entnahme von Gärresten ist am Gärrestspeicher eine Entnahmestation montiert. Unterhalb der Entnahmeleitung ist eine Abfüllplatte mit den Abmessungen 10 m x 10 m und Gefälle zu einem integrierten abflusslosen Schacht vorgesehen, in dem sich in der Entnahmeleitung verbleibender Gärrest nach dem Befüllen des Tankfahrzeuges sammeln kann. Dieser Schacht wird nach dem Tankvorgang mittels des Schlauches am Tankfahrzeug geleert.

Der gasdichte Gärrestspeicher ist mit einer Füllstandsüberwachung ausgestattet. Bei Erreichen des minimalen Füllstandes wird eine über der Entnahmestation installierte Blitzleuchte ausgelöst und der Pneumatikschieber (Sicherheitsschieber) schließt die Entnahmeleitung automatisch, um zu verhindern, dass bei der Gärrestentnahme Biogas angesaugt wird.

Container mit Sauerstoffgenerator (Nr. 30) - NEU
Im Biogas ist ein geringer Anteil Schwefelwasserstoff enthalten, der für die Gasaufbereitungsanlage (Betriebseinheit 5.2) schädlich ist. Aus diesem Grund ist ein Sauerstoffgenerator vorgesehen, der eine biologische Entschwefelung des Gasraumes des neuen gasdichten Gärrestspeichers III (Nr. 20) ermöglicht.

Hierzu wird dem Gasraum des Gärrestspeichers III über einen Verdichter kontinuierlich Sauerstoff zugefügt, so dass kein Stickstoff in den Gasraum gelangt. Der Sauerstoff wird im Gärrestspeicher III von schwefelreduzierenden Bakterien genutzt, um den Schwefelwasserstoff auf biologischem Weg aus dem Biogas zu entfernen. Die Bakterien besiedeln die Oberflächen im Gasraum des Gärrestspeichers III. Als Oberfläche dient eine Schwimmschicht oberhalb des Gärrestes, die die Bakterien mit Feuchtigkeit und Nährstoffen versorgt. Durch die Zufuhr des Sauerstoffs wird der Schwefelwasserstoff durch die Bakterien zu Sulfat oxidiert und anschließend zu elementarem Schwefel reduziert. Nach dem Entschwefelungsprozess lagert sich der durch dieses Verfahren gewonnene, elementare Schwefel, erkennbar als weiß-gelber Belag, auf der Schwimmschicht ab und wird nach und nach mit dem Gärrest aus dem Gärrestspeicher ausgetragen.

Für die Bakterien reicht in der Regel ein geringer Sauerstoffgehalt (< 1 Vol.-%) aus. Da der Sauerstoffgehalt im Biogas nicht mehr als 6 Vol.-% betragen darf, erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Zudosierung.

Die Unterbringung des Sauerstoffgenerators erfolgt in einem 10-Fuß-Container, der mit einer kontrollierten Be- und Entlüftung ausgestattet ist. Der Container ist unmittelbar neben dem vorhandenen Gärrestspeicher III aufgestellt.

Betriebseinheit 3.3 | *Gärrestlager für separierte feste Gärreste (NEU)*

Lagerhalle (Nr. 24) - NEU
Für die Lagerung der separierten festen Gärreste steht eine Lagerhalle (Nr. 24) mit einer Länge von 50,00 m, einer Breite von 25,00 m und einer Gesamthöhe von 10,88 m zur Verfügung. Die Bodenplatte und der untere Teil der Hallenwände (4,00 m) bestehen aus Stahlbeton, so dass die Gärreste in diesem Bereich entsprechend der wasserrechtlichen Anforderungen gelagert werden können. Das Hallendach und der Wandbereich oberhalb der 4,00 m hohen Stahlbetonwände sind als Stahlkonstruktion mit Faserzementplatten ausgeführt. Die Halle ist an den Giebelseiten über jeweils ein Rolltor befahrbar.

Die im Auffangbunker (Nr. 23) gesammelten Gärreste werden in regelmäßigen Abständen mittels geeigneter Transportfahrzeuge zur Lagerhalle gefahren und bis zur weiteren landwirtschaftlichen Verwertung der Lagerhalle zwischengelagert.

Für den Fall, dass in der Lagerhalle keine Kapazitäten mehr zur Verfügung stehen, soll ein Teil der separierten festen Gärreste zusätzlich auf der befestigten Fläche zwischen der Lagerhalle (Nr. 24) und der Fahrsiloanlage (Nr. 13) zwischengelagert werden. Die dort gelagerten Gärreste werden zum Schutz vor Wiedervernässung und zur Emissionsminderung mit einer Folie abgedeckt.

Anlagenteil A004 – Gaslagerung

Betriebseinheit 4.1 | Gasspeicher auf Gärrestspeicher

Die nachfolgenden Beschreibungen gelten für den bestehenden Gasspeicher des gasdichten Gärrestspeichers I (Nr. 9) *und den Gasspeicher des neuen gasdichten Gärrestspeichers III (Nr. 20)*.

Beide Gasspeicher sind als Tragluftdach ausgeführt, das den jeweiligen Behälter gasdicht abdeckt. Jedes Tragluftdach besteht aus einer Außen- und aus einer Innenmembran, die aus einer speziellen bi-axialen Biogasfolie aus Polyestergewebe mit beidseitiger PVC-Beschichtung hergestellt sind. Die äußere Membran dient als Wetterschutzdach, während die innere Membran für die Gasspeicherung zuständig ist. Außen- und Innenmembran des Daches werden mittels VA-Streifen (Klemmleiste) und Abdichtungsmaterial gasdicht auf dem Behälterrand befestigt.

Mit jeweils zwei Stützluftgebläsen wird Luft in den Raum zwischen Innen- und Außenmembran des jeweiligen Behälterdaches eingeblasen. Damit zwischen den beiden Folien immer ein bestimmtes Luftpolster vorhanden ist, ist die Innenmembran etwas kleiner konfektioniert als die Außenmembran.

In der Mitte jedes Behälters befindet sich eine Stütze, die etwa 100 cm höher ist als die Oberkante der Behälterwand. Von der Mittelstütze des Behälters sind sternförmig Gurte zur Behälterwand gespannt und mit einem grobmaschigen Netz versehen. Dieses dient der Sicherheit, da bei geringem oder fehlendem Gasdruck die Folie durch das Netz aufgefangen wird.

Weitere Angaben zur Ausführung des Tragluftdaches des Gärrestspeichers III (Nr. 20) sowie zur Erfüllung der Anforderungen der TRAS 120 sind dem Abschnitt 6.4.1 dieses Antrags zu entnehmen.

Weitere Angaben zum Dach des neuen Gärrestspeichers III (Nr. 20) sind den unter Abschnitt 3.9.4 dieses Antrags beigefügten Datenblättern zu entnehmen.

Anlagenteil A005 – Biogasaufbereitung

Der Anlagenteil A005 beinhaltet alle Betriebseinheiten, die im direkten Zusammenhang mir der Anlage zur Aufbereitung von Biogas nach Nr. 1.16 des Anhangs 1 der 4. BImSchV stehen. Die Betriebseinheiten des Anlagenteils A005 werden nachfolgend näher beschrieben.

***Betriebseinheit 5.1 | Rohgasvorbehandlung** (neu)*

Bevor das Rohbiogas der Gasaufbereitungsanlage der Betriebseinheit 5.2 zugeführt wird, muss es zunächst vorbehandelt werden. Die Rohgasvorbehandlung besteht aus einer Gaskühlung mit Kondensation, einem Gasverdichter, einem Aktivkohlefilter und einer Rohgasanalyse. Die genannten Aggregate sind auf einer Bodenplatte installiert.

Gaskühlung

Innerhalb der Gaskühlung erfolgt eine Biogastrocknung und -entfeuchtung des warmen und gesättigten Rohgases aus dem Fermenter. Die Gaskühlung ist als Funktionseinheit ausgeführt und besteht aus einem Rohrbündelwärmetauscher, einer Kondensatabscheidung, einem Kaltsolegerät und einem Kaltwassersatz. Die Komponenten sind mit einer Kälteschutzisolierung versehen. Mithilfe des Rohrbündelwärmetauschers erfolgt die Kühlung des Gases. Das bei der Kühlung anfallende Kondensat wird dem Kondensatschacht zugeführt. Alle Komponenten sind fest auf einem Rahmengestell aus verzinkten Vierkantrohren montiert. Die integrierte Steuerung regelt alle angeschlossenen Aggregate und Überwachungsgeräte. Sämtliche Bauteile, die mit Gas in Berührung kommen, sind elektrostatisch leitfähig. Die Gaskühlung entspricht den ATEX-Anforderungen für den Betrieb mit Biogas und der TRBS 2153 (Technische Regeln für Betriebssicherheit – Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung).

Datenblätter der vorgesehenen Gaskühlung sind den Abschnitten 3.9.7.1 und 3.9.7.2 dieses Antrags beigefügt.

Gasverdichter

Mithilfe des nachgeschalteten druck- und frequenzgeregelten Verdichters wird der Gasdruck erhöht, um das Gas in der Gasaufbereitung nutzen zu können.

Aktivkohlefilter

Bevor das verdichtete Biogas in die Gasaufbereitungsanlage gelangt, muss der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff zum Schutz der Gasaufbereitungsanlage zunächst mithilfe eines Aktivkohlefilters reduziert werden. Der Aktivkohlefilter ist als vertikaler feststehender Edelstahlbehälter mit einer innenliegenden Wärmeschutzisolierung ausgeführt, die sicherstellt, dass sich auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen kein Kondensat an den Behälterwandungen bilden kann. Der Behälter ist so konstruiert, dass er auch bei hohen Betriebstemperaturen oder bei höheren Betriebsdrücken dauerhaft technisch dicht und sicher formstabil bleibt. Der Behälter verfügt über insgesamt zwei Gasanschlüsse für Gaseintritt und Gasaustritt.

Das Biogas wird in den Aktivkohlefilter geleitet und durchströmt die Filterkammer von unten nach oben. Durch Adsorption mittels Aktivkohle erfolgt die Reinigung des Gases; die Aktivkohle belädt sich hierbei mit Schwefelwasserstoff.

Am Behälterdeckel befinden sich drei Messpunkte, an denen mithilfe eines H_2S-Gasanalysegerätes jederzeit der Beladungszustand gemessen werden kann und der exakte Zeitpunkt zum Austausch des Aktivkohlefilters ermittelt werden kann. Sobald die Aufnahmekapazität der Aktivkohle erreicht ist, wird der beladene Aktivkohlefilter durch einen baugleichen Aktivkohlefilter mit frischer Aktivkohle ersetzt.

Der Behälter verfügt über Anschlussstutzen für die Gasprobenentnahme und zur Inertisierung

Ein Produktdatenblatt des vorgesehenen Aktivkohlefilters ist dem Abschnitt 3.9.6 dieses Antrags beigefügt.

Rohgasanalyse

Durch eine an der Rohgasleitung installierte Bypassleitung wird das Biogas vor Eintritt und nach Austritt aus dem Aktivkohlefilter zur diskontinuierlichen Messung der Gasanalyse zugeführt. Das Gerät dient der Prozessüberwachung, da eine Änderung des Methangehalts auf eine Änderung der Prozesse im Fermenter hinweisen kann und ist Bestandteil der sicherheitstechnischen Ausrüstung. Mit dem Gerät wird die Konzentration von Methan, Schwefelwasserstoff und Sauerstoff im Biogas gemessen. Die Messwerte werden im Display des Messgerätes und in der Visualisierung angezeigt. Bei Überschreitung der relevanten Parameter im Biogas wird die erforderliche Sicherheitskette und Alarm ausgelöst.

***Betriebseinheit 5.2 | Gasaufbereitungsanlage** (neu)*

In der Betriebseinheit 5.2 sind die Aggregate für die Aufbereitung des vorbehandelten Rohbiogases zu Biomethan installiert. Das Aufbereitungsverfahren dient der Abtrennung von Kohlenstoffdioxid, um das Methan in Erdgasqualität ins Gasnetz einspeisen zu können. Zur Anwendung kommt das Membranverfahren, bei dem die unterschiedlichen Lösungsverhalten und Durchtritts-geschwindigkeiten von Gasmolekülen durch Kunststoffe genutzt werden. Kohlenstoffdioxid, Wasser und Ammoniak durchdringen als Permeat die Membran; Methan wird als Retentat auf der Druckseite der Membran zurückgehalten.

Die Gasaufbereitungsanlage besteht aus einer Gasverdichtung, einer Gaskühlung, einer Kondensation, einer Gaserwärmung, einer dreistufigen Filtration und einer dreistufigen Membrananlage. Ein Teil der Anlagentechnik ist in einem Container (45-Fuß-High-Cube) untergebracht. Der Container verfügt über einen Maschinenraum, einen Membranraum und einen Schaltraum. Die Gaskühlung ist auf einem Fundament neben dem Container aufgestellt. Die einzelnen Bestandteile werden nachfolgend beschrieben.

Gasverdichtung

Das in der Betriebseinheit 5.1 vorbehandelte Biogas wird zunächst mit dem Gasverdichter auf den erforderlichen Arbeitsdruck des Gasaufbereitungssystems verdichtet. Bei der Verdichtung des Gases entsteht Abwärme, von der ein geringer Teil im Gasaufbereitungsprozess verwendet wird. Der überwiegende Teil der Abwärme wird ausgekoppelt und für Heizzwecke (z.B. Beheizung der Fermenter) genutzt.

Das Öl für den Kompressor wird in einem Ölvorratsbehälter gelagert und bedarfsgerecht in die Kompressorstufe injiziert.

Gaskühlung

Nachdem das Gas komprimiert wurde, wird es in einem Plattenwärmetauscher gekühlt. Das Kühlmittel zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf und wird in zwei Stufen gekühlt. Die Vorkühlung besteht aus einem Tischkühler, die Hauptkühlung aus einem Kaltwassersatz.

Kondensation

Das durch die Abkühlung entstehende Kondensat wird in einem Kondensatabscheider gesammelt und einem Kondensatschacht zugeführt.

Gaserwärmung

Nach der Entfeuchtung wird das Gas mit einem Plattenwärmetauscher unter Nutzung der Abwärme des Kompressors auf die optimale Prozesstemperatur erwärmt.
Das für den optimalen Betrieb des Kompressors injizierte Öl muss wieder aus dem Gasstrom entfernt werden. Der wesentliche Teil wird bereits direkt nach dem Kompressor zurückgewonnen und verbleibt im Ölkreislauf des Kompressors.

Filtration

Da noch geringe Mengen Restöl des Kompressors im Gasstrom enthalten sein können, werden diese in einer dreistufigen Filtergruppe, bestehend aus Ölfilter, Aktivkohlefilter und Partikelfilter, bis zur Einhaltung des zulässigen Restölgehaltes entfernt.

Gasaufbereitung

Im letzten Schritt wird das Gas der dreistufigen Membrananlage zugeführt. Jede der drei Stufen verfügt über mehrere Membranmodule. Die Membranmodule sind als Edelstahlrohre ausgeführt, in denen mehrere tausend Hohlfasern aus Hochleistungskunststoffen gebündelt verbaut sind. Da die Leistungsfähigkeit der Membranen im Laufe der Zeit abnimmt, ist eine stufenlos geregelte Vakuumpumpe vorgesehen, die der Abnahme der Leistungsfähigkeit entgegenwirkt.

Das Permeat der zweiten Membranstufe und das Retentat der dritten Stufe werden zur Ausgangseite des Gasverdichters zurückgeführt. Das Gasgemisch durchläuft einen Kreislauf, bis der Methangehalt den geforderten Produktgaswert einhält. Bei Erreichen der geforderten Qualität wird das Produktgas der zweiten Membranstufe als Biomethan an die Einspeisestation des Netzbetreibers übergeben und dort durch den Netzbetreiber entsprechend der Gasnetzanforderungen weiterbehandelt, messtechnisch erfasst und ins Gasnetz eingespeist. (Da die Gaseinspeisestation in einem separaten Antragsverfahren beantragt wird und nicht Antragsgegenstand ist, erfolgt keine detaillierte Beschreibung der Verfahrensschritte.)

Das mit Kohlendioxid angereicherte Permeat der dritten Stufe enthält noch einen sehr geringen Anteil an Methan und wird daher zur Nachbehandlung der Regernativ thermischen Oxidation (RTO-Anlage) der Betriebseinheit 5.3 zugeführt.

Im Technikraum befinden sich die mechanischen Hauptkomponenten Gasverdichter, Gaskühlung, Filter und Vakuumpumpe sowie die Sensoren für Temperatur, Druck, Durchfluss und Durchfluss. Der Maschinenraum ist schallgedämmt ausgeführt.

Im Schaltraum sind die Schaltschränke, die Auswertegeräte und die visualisierte Anlagensteuerung der Gasaufbereitung untergebracht. Der Schaltraum ist klimatisiert, gegenüber dem Maschinenraum gasdicht abgetrennt und über einen eigenen Zugang erreichbar.

Im Membranraum sind die Membranmodule untergebracht. Der Membranraum ist gedämmt und für den Winterbetrieb beheizbar. Um die für den Trennprozess optimale Temperatur zu gewährleisten, ist der Membranraum auf 25 °C klimatisiert. Im Membranraum befinden sich neben den Membranen auch die für den Betrieb notwendigen Regelventile und Sensoren für Temperatur, Druck, Durchfluss und Gasqualitätsbestimmung.

Alle für den Betrieb der Anlage notwendigen Aktoren und Sensoren befinden sich im Container. Im Container ist eine Gas- und Rauchwarnanlage installiert.

Das Klimagerät des Schaltraums, die Ausbläser, die Signalgebung und die NOT-AUS-Taster sind am oder auf dem Container installiert. Die Tischkühler und die Kaltwassermaschinen sind außen auf Fundamentplatten aufgestellt.

Betriebseinheit 5.3 | RTO-Anlage *(neu)*

Da das Abgas (Permeat) der Gasaufbereitungsanlage noch geringe Anteile an Kohlendioxid und Methan enthält, wird es vor Ableitung ins Freie einer Abluftbehandlungsanlage zur Nachbehandlung zugeführt. Für die Abluftbehandlung ist eine regenerative thermische Oxidation

(RTO) vorgesehen, die die Reinigung des Abluftstroms bei minimalem Energieverbrauch sicherstellt.

Die RTO-Anlage ist auf einem Grundrahmen montiert und wird im Freien neben der Gasaufbereitungsanlage aufgestellt. Der Steuerschrank wird innerhalb des Schaltraumes im Technikgebäude untergebracht. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist die RTO-Anlage mit einer feuerverzinkten Überdachung ausgestattet.

Kernstück der RTO-Anlage sind zwei Reaktorkammern, die über eine gemeinsame Brennkammer miteinander verbunden sind. Innerhalb der Kammern werden die Schadstoffe bei einer Temperatur von mindestens 825° C zu CO_2 und Wasser oxidiert. Zur Wärmespeicherung sind die Kammern mit keramischen Wabenkörpern befüllt.

Die Oxidationstemperatur im Brennraum wird mit Hilfe eines Elektroheizregisters geregelt. Enthält das Abgas eine ausreichende Menge an Schadstoffen genügt die bei der Oxidation freiwerdende Energie für einen autothermen Betrieb. Um eine Verschmutzung durch auskondensierende Schadstoffe zu vermeiden, wird die RTO-Anlage mit Frischluft angefahren und aufgeheizt. Erst nach Erreichen der Betriebstemperatur erfolgt die Freigabe für den Betrieb mit Abluft. Die RTO-Anlage arbeitet vollautomatisch und erfordert kein zusätzliches Bedienungspersonal.

Die gesammelte Abluft der Gasaufbereitungsanlage wird an die Rohgasleitung der RTO-Anlage übergeben und mithilfe eines Abluftventilators durch die gesamte Abluftreinigungsanlage befördert. Um die für den Reinigungsprozess erforderliche Methankonzentration zu erhalten, wird zur quantitativen Oxidation des Methans zu CO_2 und Wasser Luftsauerstoff benötigt. Dem Abgas wird daher vor Eintritt in die RTO-Anlage Frischluft zugeführt,

Das Abgas-Luft-Gemisch tritt mit einer Temperatur von ca. 30 °C in die erste Reaktorkammer ein, durchströmt das Wärmespeicherbett von unten nach oben und wird auf diesem Weg fast bis auf Brennraumtemperatur aufgeheizt. Bereits im oberen (heißen) Teil der Wärmespeicherpackung setzt die Oxidation der im Abgas enthaltenen Schadstoffe ein. Das gereinigte Abgas (Reingas) durchströmt anschließend die zweite Reaktorkammer von oben nach unten und gibt den größten Teil seiner Wärmeenergie an das Wärmespeicherbett ab. Das abgekühlte Reingas verlässt die RTO-Anlage.

Durch pneumatisch betätigte Absperrventile wird die Strömungsrichtung durch die RTO-Anlage in einem fest eingestellten Schaltzyklus umgeschaltet. Während des Umschaltens der Strömungsrichtung kommt es für ein bis zwei Sekunden zu einem Kurzschluss zwischen Abgas- und Reingasseite, so dass nicht oxidierte Schadstoffe direkt durch den freistehenden, einzügigen Kamin in die Atmosphäre gelangen können. Zur Verhinderung dieses Effektes ist die RTO-Anlage mit einem Pufferspeicher ausgerüstet, der den Reingasstrom während der Ventilschaltung aufnimmt und diesen der RTO-Anlage auf der Abluftseite wieder zuführt. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Emissionsgrenzwerte der TA Luft am Kamin zu keiner Zeit überschritten werden. Die RTO-Anlage ist so ausgelegt, dass der komplette Abluftvolumenstrom der Gasaufbereitungsanlage aufbereitet werden kann.

Im Falle einer Störung kann die RTO-Anlage über einen Bypass umfahren werden und der Weg zur RTO-Anlage verschlossen werden. Die Umschaltung erfolgt über eine Absperrklappe in der Abgasleitung zur RTO-Anlage und eine Absperrklappe in der Bypassleitung in Richtung des Kamins.

Datenblätter der vorgesehenen RTO-Anlage sind dem Abschnitt 3.9.8 dieses Antrags beigefügt.

3.1.3 Darstellung der Gärrestlagerkapazitäten

Ermittlung der erforderlichen Gärrestlagerkapazität

Gärreste, gesamt	=	40.740	t/a
davon feste Gärreste (max. 15 % lt. LWK Niedersachsen)	=	6.111	t/a
flüssige Gärreste	=	34.629	t/a
erforderliche Lagerkapazität für 9 Monate	=	25.972	m³

Ermittlung der nutzbaren Gärrestlagervolumina

Bestand (Biogasanlage)

Gärrestspeicher I (Nr. 9) - Typ MST 1.A 7/68, gasdicht

mittlerer Innenradius r_{im}	=	16,361	m
Wandhöhe h_W	=	6,87	m
Freibord h_{Fb}	=	0,50	m
Füllhöhe h_F	=	6,37	m
Restfüllstand h_{RF}	=	0,17	m
nutzbare Höhe h_n	=	6,20	m

	r_{im}^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	16,361 m²	x	π	x	6,20 m	=	**5.213,88 m³**

Gärrestspeicher II (Nr. 8) - Typ MST 1.A 7/53

mittlerer Innenradius r_{im}	=	12,736	m
Wandhöhe h_W	=	6,85	m
Freibord h_{Fb}	=	0,20	m
Füllhöhe h_F	=	6,65	m
Restfüllstand h_{RF}	=	0,10	m
nutzbare Höhe h_n	=	6,55	m

	r_{im}^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	12,736 m²	x	π	x	6,55 m	=	**3.337,78 m³**

Erweiterung (Biogasanlage)

Gärrestspeicher III (Nr. 20) - Typ BY 4000, gasdicht

Innenradius r_i	=	20,000	m
Wandhöhe h_W	=	10,00	m
Freibord h_{Fb}	=	0,50	m
Füllhöhe h_F	=	9,50	m
Restfüllstand h_{RF}	=	0,17	m
nutzbare Höhe h_n	=	9,33	m

	r_i^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	20,000 m²	x	π	x	9,33 m	=	**11.724,42 m³**

externe Behälter der angrenzenden Tierhaltungsanlage (Standort: An den Teichen 27, Lohne)

Gärrestspeicher (Nr. 6) mit Abdeckung

Innenradius r_i						=	11,500 m
Wandhöhe h_W						=	4,90 m
Freibord h_{Fb}						=	0,20 m
Füllhöhe h_F						=	4,70 m
Restfüllstand h_{RF}						=	0,10 m
nutzbare Höhe h_n						=	4,60 m
	r_i^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	11,500 m²	x	π	x	4,60 m	=	**1.911,19 m³**

externe Behälter (Standort: Dinklager Landstraße 4, Lohne)

externer Behälter 1 (Typ MST 1.A 7/53) mit Abdeckung

mittlerer Innenradius r_{im}						=	12,736 m
Wandhöhe h_W						=	6,85 m
Freibord h_{Fb}						=	0,20 m
Füllhöhe h_F						=	6,65 m
Restfüllstand h_{RF}						=	0,10 m
nutzbare Höhe h_n						=	6,55 m
	r_{im}^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	12,736 m²	x	π	x	6,55 m	=	**3.337,78 m³**

externer Behälter 2 mit Abdeckung

mittlerer Innenradius r_{im}						=	7,49 m
Wandhöhe h_W						=	5,00 m
Freibord h_{Fb}						=	0,20 m
Füllhöhe h_F						=	4,80 m
Restfüllstand h_{RF}						=	0,10 m
nutzbare Höhe h_n						=	4,70 m
	r_{im}^2	x	π	x	h_n		
nutzbares Lagervolumen =	7,49 m²	x	π	x	4,70 m	=	**828,35 m³**

Gärrestlagervolumen, gesamt (Biogasanlage + Tierhaltung + externe Behälter) 26.353 m³

Nachweis zur Einhaltung der erforderlichen Gärrestlagerkapazität

Lagerkapazität, erforderlich		Lagerkapazität, vorhanden
25.972 m³	**<**	**26.353 m³**

Überkapazität: **-382 m³**

3.1.4 Berechnung des Gaslagers nach 4. BImSchV

a) Gaslager (Bestand)

Die Gaslagervolumen des Gärrestspeichers und des zugehörigen Tragluftdaches berechnet sich wie folgt:

Volumen $_{Behälter}$	=	r_{im}^2	x	π	x		$h_{Freibord}$			
Volumen $_{Dach}$	=	$(h_{Kugelsegment}$	x	π	x	1/6)	x			
		(3	x	r_{im}^2		+	$h^2_{Kugelsegment})$			

Gaslagervolumen der gasdichten Gärrestspeicher inkl. Dach (Bestand)

Gärrestspeicher I (Nr. 9) - Typ MST 1.A 7/68 (Bestand)

Volumen $_{Behälter, Freibord}$	=	(	16,361 m)²	x	π	x		0,50 m	=	420,47 m³
Volumen $_{Dach, Innenmembran}$	=	(	7,83 m	x	π	x	1/6)	x		
			3	x (	16,361 m)²	+	(	7,83 m)²	=	3.543,67 m³
Volumen $_{Gärrestspeicher (Nr. 9)}$									=	**3.964,14 m³**

Gaslagermenge der gesamten Anlage (Bestand)

Gaslagermenge	=	Dichte	*	*Gaslagervolumen* $_{gesamt}$		
Gaslagermenge $_{Gärrestspeicher (Nr. 9)}$	=	1,3 kg/m³	*	3.964,14 m³	=	5.153,38 kg
Gaslagermenge $_{gesamt}$					=	**5.153,38 kg**

3.1.4 Berechnung des Gaslagers nach 4. BImSchV

b) Gaslager nach Erweiterung

Die Gaslagervolumina der Gärrestspeicher und zugehörigen Tragluftdächern berechnen sich wie folgt:

$$Volumen_{Behälter} = r_{im}^2 \times \pi \times h_{Freibord}$$

$$Volumen_{Dach} = (h_{Kugelsegment} \times \pi \times 1/6) \times (3 \times r_{im}^2 + h^2_{Kugelsegment})$$

Gaslagervolumen der gasdichten Gärrestspeicher inkl. Dach (nach Erweiterung)

Gärrestspeicher I (Nr. 9) - Typ MST 1.A 7/68 (Bestand)

Volumen $_{Behälter, Freibord}$	=	(	16,361 m)²	x	π	x		0,50 m	=	420,47	m³
Volumen $_{Dach, Innenmembran}$	=	(	7,83 m	x	π	x	1/6)	x			
			3	x (	16,361 m)²	+	(	7,83 m)²	=	3.543,67	m³
Volumen $_{Gärrestspeicher (Nr. 9)}$									**=**	**3.964,14**	**m³**

Gärrestspeicher III (Nr. 20) - Typ BY 4000 (neu)

Volumen $_{Behälter, Freibord}$	=	(	20,000 m)²	x	π	x		0,50 m	=	628,32	m³
Volumen $_{Dach, Innenmembran}$	=	(	8,40 m	x	π	x	1/6)	x			
			3	x (	20,000 m)²	+	(	8,40 m)²	=	5.588,21	m³
Volumen $_{Gärrestspeicher (Nr. 20)}$									**=**	**6.216,53**	**m³**

Gaslagermenge der gesamten Anlage (nach Erweiterung)

Gaslagermenge	=	Dichte	*	*Gaslagervolumen $_{gesamt}$*			
Gaslagermenge $_{Gärrestspeicher I (Nr. 9)}$	=	1,3 kg/m³	*	3.964,14 m³	=	5.153,38	kg
Gaslagermenge $_{Gärrestspeicher III (Nr. 20)}$	=	1,3 kg/m³	*	6.216,53 m³	=	8.081,49	kg
Gaslagermenge $_{gesamt}$					**=**	**13.234,88**	**kg**

3.2 Angaben zu verwendeten und anfallenden Energien

Für den Betrieb der Biogasanlage wird sowohl elektrische als auch thermische Energie benötigt.

In den gasdichten Behältern der Biogasanlage erfolgt die Produktion von Biogas, das bisher den vorhandenen Blockheizkraftwerken (BHKW) zur energetischen Verwertung zugeführt wird, um daraus elektrische und thermische Energie in Form von Strom und Wärme zu erzeugen. Die erzeugte elektrische Energie wird derzeit vollständig in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die entstehende Abwärme wird für verschiedene Heizzwecke verwendet; so werden u.a. der Fermenter, das Technikgebäude, sonstige am Standort vorhandene Gebäude und weitere Wärmeabnehmer (z.B. Wohnhäuser) beheizt.

Um die Abwärme der BHKW zwischenspeichern zu können, wenn keine Wärme benötigt wird, stehen insgesamt drei vorhandene und ein neu geplanter Warmwasserspeicher zur Verfügung. So kann Wärme zu Spitzenverbrauchszeiten entnommen werden und den Wärmeabnehmern bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden, auch wenn aufgrund der flexiblen Betriebsweise der BHKW keine Wärme erzeugt wird.

Zukünftig soll ein Teil des erzeugten Biogases darüber hinaus einer Gasaufbereitungsanlage zugeführt werden, um es dort zu Biomethan in Erdgasqualität aufzubereiten. Das in der Anlage aufbereitete Biomethan wird an den örtlichen Gasnetzbetreiber zwecks Einspeisung ins Erdgasnetz übergeben.

Um das Biogas auf den für die Gasaufbereitung und Gaseinspeisung erforderlichen Duck zu bringen, wird es den Kompressoren der Rohgasvorbehandlung und der eigentlichen Gasaufbereitungsanlage zugeführt. Bei der Verdichtung in den Gaskompressoren entsteht Abwärme, die ebenfalls für Heizzwecke verwendet werden kann. Die Abwärme der Gasverdichtung wird teilweise im Gasaufbereitungsprozess genutzt. Der überwiegende Teil der Abwärme wird für die oben benannten Heizzwecke verwendet.

Fossile Brennstoffe werden für den Regelbetrieb der Biogasanlage auch zukünftig nicht benötigt.

3.3 Gliederung der Anlage in Anlagenteile und Betriebseinheiten - Übersicht

Hauptanlage 0001 Biogasanlage Timphaus 8.6.3.1EG				
	AN A002 Verbrennungsmotoranlage 1.2.2.2V	AN A003 Gülle- und Gärrestlagerung 9.36V	AN A004 Gaslagerung 9.1.1.2V	AN A005 Biogasaufbereitung 1.16V
BE 1.1 Substratannahme und -einbringung	BE 2.1 BHKW 1	BE 3.1 Gärrestspeicher	BE 4.1 Gasspeicher auf Gärrestspeicher	BE 5.1 Rohgasvorbehandlung
BE 1.2 Vergärung und Gaserzeugung	BE 2.2 BHKW 2	BE 3.2 Gärrestlager für separierte feste Gärreste		BE 5.2 Gasaufbereitungsanlage
BE 1.3 Warmwasserspeicherung				BE 5.3 RTO-Anlage
BE 1.4 Separation				

3.4 Betriebsgebäude, Maschinen, Apparate und Behälter

BE - Nr.	Betriebseinheit	Gebäude Nr. / Benennung	Raum Nr. / Benennung	Maschinen / Apparate / Behälter					
				Nr.	Benennung	Charakteristische Größe	Leistung/Fläche /Inhalt	[Einheit]	Status N=neu V=vorh. Ä=Änder.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	Substratannahme und -einbringung	-	-	13	Fahrsiloanlage - Silageplatte I	Fläche	1.449	m2	V
1.1	Substratannahme und -einbringung	-	-	13	Fahrsiloanlage - Silageplatte II	Fläche	1.564	m2	V
1.1	Substratannahme und -einbringung	-	-	11	Güllevorlagebehälter	Volumen	38	m3	V
1.1	Substratannahme und -einbringung	-	-	11	Annahmebunker für Feststoffe	Volumen	80	m3	V
1.1	Substratannahme und -einbringung	11 / Technikhalle	Anmischkeller	11	Dissolver	Volumen	1,5	m3	V
1.1	Substratannahme und -einbringung	18 / Einhausung	-	18	Feststoffdosierer BIG-Mix	Volumen	167	m3	N
1.1	Substratannahme und -einbringung	18 / Einhausung	-	18	Flüsigfüterungssystem PreMix	Durchsatz	43,5	m3/h	N
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	-	-	10	Fermenter	Füllvolumen	3.089	m3	V
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	-	-	14	Notfackel I	Leistung	300	m3/h	V
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	-	-	19	Hochfermenter	Füllvolumen	9.791	m3	N
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	-	-	21	Notfackel II	Leistung	500	m3/h	N
1.3	Warmwasserspeicherung	-	-	17	Warmwasserspeicher I	Volumen	133	m3	V
1.3	Warmwasserspeicherung	-	-	17	Warmwasserspeicher II	Volumen	133	m3	V

BE - Nr.	Betriebseinheit	Gebäude Nr. / Benennung	Raum Nr. / Benennung	Maschinen / Apparate / Behälter					
				Nr.	Benennung	Charakteristische Größe	Leistung/Fläche /Inhalt	[Einheit]	Status N=neu V=vorh. Ä=Änder.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.3	Warmwasserspeicherung	-	-	17	Warmwasserspeicher III	Volumen	133	m3	V
1.3	Warmwasserspeicherung	-	-	17b	Warmwasserspeicher IV	Volumen	1.000	m3	N
2.1	BHKW 1	11 / Technikhalle	BHKW-Raum	11	BHKW 1	elektrische Leistung / FWL	549 / 1.351	kW	V
2.2	BHKW 2	16 / BHKW-Gebäude	BHKW-Raum	16	BHKW 2	elektrische Leistung / FWL	1.501 / 3.538	kW	V
3.1	Gärrestspeicher	-	-	9	Gärrestspeicher I	Füllvolumen	5.357	m3	V
3.1	Gärrestspeicher	-	-	8	Gärrestspeicher II	Füllvolumen	3.389	m3	V
3.1	Gärrestspeicher	-	-	20	Gärrestspeicher III	Füllvolumen	11.938	m3	N
3.1	Gärrestspeicher	30 / Container	-	30	Sauerstoffgenerator	Durchsatz	10 - 22	m3/h	N
3.2	Gärrestlager für separierte feste Gärreste	-	-	23	Auffangbunker	Fläche	103,62	m2	N
3.2	Gärrestlager für separierte feste Gärreste	24 / Lagerhalle	-	24	Lagerhalle für separierte feste Gärreste	Fläche	1.250	m2	N
4.1	Gasspeicher auf Gärrestspeicher	-	-	9	Gasspeicher auf Gärrestspeicher I	Fassungsvermögen (inkl. Freibord)	5.153	kg	N
4.1	Gasspeicher auf Gärrestspeicher	-	-	20	Gasspeicher auf Gärrestspeicher III	Fassungsvermögen (inkl. Freibord)	8.081	kg	N
5.1	Rohgasvorbehandlung	-	-	28	Rohgasvorbehandlung	Durchsatz	500	m3/h	N
5.2	Gasaufbereitungsanlage	27 / Container	-	27	Biogasaufbereitungsanlage	Durchsatz (Biomethan)	500	m3/h	N
5.3	RTO-Anlage	-	-	29	RTO-Anlage	Durchsatz (Offgas)	350	m3/h	N

3.5 Angaben zu gehandhabten, eingesetzten und entstehenden Stoffen inklusive Abwasser und Abfall und deren Stoffströmen

Bezeichnung des Stoffes / Gemisches / Erzeugnisses	Gesamtmenge	Einheit	Zusammensetz. Anteil (Gew.-%)				Heizwert (MJ/kg)	AVV-Nr.	Einsatzstoff	Zwischenprodukt	Produkt / Erzeugnis	Nebenprodukte	Entstehender Abfall	Abwasser	Emissionsrelevant	Störfallrelevant	Gefahrstoff	REACH-relevant	Klima-, Ozonschichtschädigend	Wassergefährdend	AZB relevant	Bemerkung
			Komponentenname	CAS-Nr.	Anteil (Gew.-%) Min.	Anteil (Gew.-%) Max.																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Maissilage	8.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
Hähnchenmist	3.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Hühnertrockenkot	10.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Mastbullenmist	3.500,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Pferdemist	4.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Sauenmist	500,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Festmist, gesamt	23.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
feste Inputstoffe, gesamt		t/a							☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Eingabe für Formular 4.2
Mastschweinegülle	17.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend

Bezeichnung des Stoffes / Gemisches / Erzeugnisses	Gesamtmenge	Einheit	Zusammensetz. Anteil (Gew.-%)				Heizwert (MJ/kg)	AVV-Nr.	Einsatzstoff	Zwischenprodukt	Produkt / Erzeugnis	Nebenprodukte	Entstehender Abfall	Abwasser	Emissionsrelevant	Störfallrelevant	Gefahrstoff	REACH-relevant	Klima-, Ozonschichtschädigend	Wassergefährdend	AZB relevant	Bemerkung
			Komponentenname	CAS-Nr.	Anteil (Gew.-%) Min.	Anteil (Gew.-%) Max.																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Inputstoffe, gesamt	46.000,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Eingabe für Formular 4.2
Gärsubstrat	46.000,00	t/a							☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
Gärrest, gesamt	40.740,00	t/a							☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
Gärrest, flüssig	34.629,00	t/a							☐	☐	x	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
Gärrest, fest	6.111,00	t/a							☐	☐	x	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	x	☐	allg. wassergefährdend
verunreinigtes Niederschlagswasser/ Sickersaft	2.270,00	t/a							☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	allg. wassergefährdend
Biogas (Rohgas)	6.307.500,00	m3/a							☐	x	x	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	
Biomethan	2.272.875,00	m3/a							☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	
Abgas BHKW 1	6.659,00	m3/h							☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Abgas BHKW 2	2.458,00	m3/h							☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Motoröl (Frischöl)	2,00	t/a							x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	x	☐	
Altöl	2,00	t/a						13 02 05	☐	☐	☐	☐	x	☐	☐	☐	☐	☐	☐	x	☐	

Bezeichnung des Stoffes / Gemisches / Erzeugnisses	Gesamtmenge	Einheit	Zusammensetz. Anteil (Gew.-%)				Heizwert (MJ/kg)	AVV-Nr.	Einsatzstoff	Zwischenprodukt	Produkt / Erzeugnis	Nebenprodukte	Entstehender Abfall	Abwasser	Emissionsrelevant	Störfallrelevant	Gefahrstoff	REACH-relevant	Klima-, Ozonschichtschädigend	Wassergefährdend	AZB relevant	Bemerkung
			Komponentenname	CAS-Nr.	Anteil (Gew.-%) Min.	Anteil (Gew.-%) Max.																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ölfilter, Filtermaterialien, Wischtücher	0,21	t/a						15 02 02	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Aktivkohlefilter	2,10	t/a						15 02 03	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Frostschutzmittel			Glykosol						☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	Über- und Unterdrucksicherungen
Frostschutzmittel			Frostox						☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	Kühlkreislauf BHKW
Transformatorenöl			Nytro Taurus						☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☒	Kreislauf im Trafo
Geruchsemissionen									☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Eingabe für Formular 4.2
Abgas Gasaufbereitungsanlage	20,00	mg/m3	Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)						☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Abgas Gasaufbereitungsanlage	100,00	mg/m3	Kohlenmoxid (CO)						☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Abgas Gasaufbereitungsanlage	100,00	mg/m3	Stickoxide (NOx)						☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

3.5.1 Sicherheitsdatenblätter der gehandhabten Stoffe

Anlagen:

- 3.5.1.1 Sicherheitsdatenblatt Biogas.pdf
- 3.5.1.2 Sicherheitsdatenblatt Glykosol.pdf
- 3.5.1.3 Sicherheitsdatenbatt Aktivkohle.pdf
- 3.5.1.4 Sicherheitsdatenblatt Methan.pdf
- 3.5.1.5 Sicherheitsdatenblatt Motorenöl.pdf
- 3.5.1.6 Sicherheitsdatenblatt Glysantin.PDF

GEFAHR

Biogas

Branche: Chemie

Extrem entzündbares Gas. (H220)
Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. (P210)
Behälter dicht verschlossen halten. (P233)
An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten. (P403 + P235)

GHS-Einstufung
Entzündbare Gase (Kapitel 2.2) - Kategorie 1 (Flam. Gas 1), H220
Die GHS-Einstufung und Kennzeichnung beruht auf Hersteller- und Literaturangaben.
Für Schwefelwasserstoff im Biogas-Gemisch werden folgende spezifischen Konzentrationsgrenzwerte empfohlen:
Akute Toxizität inhalativ - Acute Tox. 2, H330: C ≥ 0,05 %
Akute Toxizität inhalativ - Acute Tox. 3, H331: 0,01 % ≤ C < 0,05 %
Akute Toxizität inhalativ - Acute Tox. 4, H332: 0,003 % ≤ C < 0,01 %

Charakterisierung

Biogas ist ein farbloses, je nach Zusammensetzung nach faulen Eiern oder auch stechend riechendes, in Wasser unlösliches Gas, das aus der anaeroben Zersetzung von Biomasse wie z.B. Gülle, Klärschlamm, Bioabfall entsteht.
Es enthält im Allgemeinen zwischen 40 % und 75 % Methan sowie zwischen 20 % und 50 % Kohlendioxid sowie, je nach vergorenem Material, Schwefelwasserstoff als Spurengas in Konzentrationen von 10 ppm bis zu maximal 1 % (meist 0,01 % - 0,4 %).
Als weitere Spurengase können verschiedene Ester, organische Schwefelverbindungen, Alkylbenzole und Ammoniak (bis zu 30 ppm) sowie Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenmonoxid und ggf. Schwebstoffe Bestandteile von Biogas sein.
Für die Eigenschaft als Brennstoff ist allerdings im Wesentlichen der Gehalt an Methan und Kohlendioxid wichtig.
Biogas ist als Prozessgas üblicherweise nur innerhalb der geschlossenen Anlage vorhanden, es kann bei Undichtigkeiten oder Überdruck in der Anlage (Störung) jedoch aus der Biogasanlage entweichen.
Der charakteristische Geruch des Biogases sorgt dafür, dass schon geringste Undichtigkeiten wahrgenommen werden (Warnwirkung).
Meistens wird das Gas direkt im angeschlossenen Blockheizkraftwerk zur Strom- und Energiegewinnung verfeuert. Selten wird es auch abgefüllt oder über längere Biogasleitungen an andere Abnehmer verkauft.
Zündtemperatur: ca. 700 °C
Untere Explosionsgrenze: ca. 6 Vol.-%
Obere Explosionsgrenze: ca. 22,0 Vol.-%
Die Stoffdaten (Zündtemperatur, Explosionsdaten) wurden der Literatur entnommen und können im Einzelfall je nach spezifischer Biogaszusammensetzung abweichen.

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen

Kohlendioxid

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): 9100 mg/m³ bzw. 5000 ml/m³ (ppm)
Spitzenbegrenzung: Überschreitungsfaktor (ÜF) 2; Kategorie für Kurzzeitwerte (II)
Das Produkt aus Überschreitungsfaktor und Überschreitungsdauer muss eingehalten werden: ÜF 2 x 15 min = 30 min (berechne Produkt (tatsächliche Überschreitungsfaktor) x min). Max. 4 Überschreitungen pro Schicht, max. 60 min.

Schwefelwasserstoff
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): 7,1 mg/m³ bzw. 5 ml/m³ (ppm)
Spitzenbegrenzung: Überschreitungsfaktor (ÜF) 2; Kategorie für Kurzzeitwerte (I)
Der messtechnische Mittelwert über 15 Minuten darf den 2-fachen AGW nicht überschreiten.
Bemerkung Y (TRGS 900): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung der Grenzwerte (AGW und ggf. BGW) nicht befürchtet zu werden.
TA Luft (2002): Für Anlagen zur Erzeugung von Strom oder Prozesswärme durch den Einsatz von Biogas sind die Anforderungen der TA Luft zu beachten. Je nach Anlagentyp und -größe gibt es unterschiedliche Grenzwerte für die Emissionen.
Diese betreffen Gesamtstaub bzw. Rußzahl, Kohlenmonoxid, Schwefeloxide und Stickoxide.
Die Regelungen im Einzelfall sind der TA Luft, Abschnitte 5.4.1.2.3 und 5.4.1.4 bzw. 5.4.1.5 zu entnehmen. Für Misch- oder Mehrstofffeuerungen gelten die Regelungen unter Nr. 5.4.1.2.4.
Für Gasfackeln zur Verbrennung von Gasen aus Betriebsstörungen und Sicherheitsventilen müssen emissionsbegrenzende Anforderungen im Einzelfall festgelegt werden. (Nr. 5.4.8.1a.2)
WGK: nicht wassergefährdend
Abweichend hiervon ist Biogas in die WGK-Klasse 1 einzuordnen, wenn insgesamt mehr als 0,2 % Schwefelwasserstoff und/oder Ammoniak im Biogas vorhanden sind.
Bei der WGK handelt es sich um eine Selbsteinstufung.

Messung / Ermittlung

Die Grenzwerteinhaltung für diese Stoffgemische ist nach TRGS 402, Abschnitt 5.2.1 (2) auf der Basis der Grenzwerte der Inhaltsstoffe zu bewerten.

Explosionsgefahren / Gefährliche Reaktionen

Biogas ist je nach Zusammensetzung wenig leichter bis wenig schwerer als Luft und bildet mit Luft explosionsfähige Atmosphäre.
Bei Vorhandensein von Zündquellen, z.B. heiße Oberflächen, offene Flammen, mechanisch erzeugte Funken, elektrische Geräte, elektrostatische Aufladungen und Blitzschlag, ist mit erhöhter Explosionsgefahr zu rechnen.
Zersetzt sich bei Erhitzen/Verbrennen in gefährliche Gase (z.B. Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid, Formaldehyd).
Die Werkstoffbeständigkeit hängt stark vom Gehalt an Spurengasen wie z.B. Schwefelwasserstoff ab.
Schwefelwasserstoff greift - vor allem bei Anwesenheit von Feuchtigkeit - folgende Werkstoffe an: die meisten Metalle mit Ausnahme von bestimmten Edelstahl, viele Kunststoffe mit Ausnahme von z.B. PE, PTFE, PP oder Polyisobutylen.

Gesundheitsgefährdung

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen.
Vorübergehende Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Benommenheit können auftreten.
Kann Gesundheitsstörungen wie Atemnot, Lungenödem, Nervenschaden, Herzrhythmusstörung verursachen.
Bleibende Gesundheitsschäden wie Hirnleistungsstörung möglich.
Bei höheren Konzentrationen besteht Erstickungsgefahr.
Je nach Schwefelwasserstoffgehalt des Biogases sind akute schwere Vergiftungen mit Gefahr von Bewußtlosigkeit und Tod möglich.

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Für Biogasleitungen und Vorratsbehälter sowie Gärreaktoren und das Blockheizkraftwerk gilt, soweit sich diese in geschlossenen Räumen befinden:
Räume sind so zu lüften (siehe Mindeststandards), dass kein Sauerstoffmangel oder gefährliche Gaskonzentrationen entstehen können.
Die Behälter und Leitungen sind als technisch dicht auszuführen, jeder gasdichte Behälter, in dem Biogas erzeugt wird, ist mindestens mit einer Sicherheitseinrichtung gegen Drucküber- und -unterschreitung auszurüsten.
Die Zuverlässigkeit und Eignung dieser Sicherungen ist durch Bauteilkennzeichnung oder Einzelprüfung nachzuweisen. Die Eignung ist zudem durch nachvollziehbare Berechnung und Funktionsbeschreibung für jeden Betriebszustand zu belegen.
Sicherheitseinrichtungen müssen nach Betriebsstörungen immer und im Normalbetrieb einmal wöchentlich überprüft werden.
Im Falle eines zu erwartenden Volumenstroms bei Störungen über 20 m³/h ist zusätzlich zur Gasüberdrucksicherung eine Fackel einzubauen oder der Volumenstrom anders zu begrenzen (z.B. weitere Gasverbraucher).
Die Abblaseleitungen müssen entweder mindestens 3 m über dem Boden und mindestens 5 m von Gebäuden und Verkehrswegen entfernt sein oder 1 m über dem Dach oder dem Behälterrand münden.
Beim Befüllen und Entleeren des Gärbehälters sowie beim Öffnen und Schließen der Gasventile auf Druckschwankungen achten, nach Möglichkeit ist der Aufbau von Über- und Unterdrücken zu vermeiden.
Im Gär- und Nachgärbehälter Füllstand nicht überschreiten - z.B. durch Einbau eines entsprechenden frostfreien Überlaufs ins Güllelager.
Gärtemperatur überwachen, bei zu geringer Biogasproduktion ggf. im Blockheizkraftwerk auf andere Energieträger wie z.B. Erdgas oder Diesel umsteigen, um eine genügend hohe Heizleistung zu gewährleisten.
Bei manueller Steuerung: Rühr- bzw. Mischintervalle im Gärbehälter so wählen, dass keine Schwimmdecke oder Sinkschicht entsteht.
Regelmäßig Gasmagnetventile und Zwischenräume der selbstschließenden Gasabsperrventile auf Funktion, Dichtheit und Verschmutzung prüfen.
Befüllöffnungen gegen Hineinstürzen sichern - z.B. durch Einspülrinnen, fest installierte Roste, abgedeckte Befülltrichter in mindestens 1,30 m Höhe über dem Boden.
Bei Befülltrichtern einen Bedienstand zum sicheren Führen des Spülschlauchs einrichten. Auf die Gasgefahren in unmittelbarer Nähe der Befülleinrichtung hinweisen.
Bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen (Befahren) sind besondere Schutzmaßnahmen zu beachten.

Brand- und Explosionsschutz

Es ist sicherzustellen, dass die Anlage technisch dicht ist. Kann dies nicht dauerhaft gewährleistet werden, sind weitere Maßnahmen erforderlich, z.B. technische Lüftung, Gasmess- und -warngeräte.
Störungs- und Alarmsignale müssen automatisch weitergeleitet und Notfunktionen ausgelöst werden.
Ggf. Anlagenkomponenten inertisieren.
Explosionsgefährdete Bereiche in Zonen einteilen und im Explosionsschutzdokument ausweisen.
Weitere Hinweise zur Zoneneinteilung in Biogasanlagen finden Sie in der Technischen Information 4 der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft im Anhang 11.
Bei Entschwefelung des Biogases durch Luftzugabe ist sicherzustellen, dass der Luftanteil maximal auf 12 Vol-%, im Regelfall auf 6 Vol-% beschränkt wird. Sonst besteht in der gesamten Anlage Explosionsgefahr.

Arbeitsbereich abgrenzen! Verbotszeichen P003 "Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten" und Warnzeichen D-W021 "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" anbringen!
Von Zündquellen fern halten, nicht rauchen, offene Flammen vermeiden.
Schlagfunken und Reibfunken vermeiden.
Nur explosionsgeschützte Geräte entsprechend der Zoneneinteilung verwenden.
Erden aller Teile, die sich gefährlich aufladen können. Prüffristen für Erdungseinrichtungen nach den gesetzlichen bzw. betrieblichen Erfordernissen, z.B. unter Berücksichtigung der Korrosion, festlegen.
Arbeiten mit Zündgefahr (z.B. Feuerarbeiten, Heißarbeiten, Schweißen) nur mit schriftlicher Erlaubnis ausführen.
Arbeiten in ex-gefährdeten Bereichen nur nach Freimessung durchführen.

Hygienemaßnahmen

Einatmen von Dämpfen vermeiden!
Nicht in einer Biogas-Wolke aufhalten - auch Augen und Haut vor Kontakt mit Biogas schützen!
Straßen- und Arbeitskleidung getrennt aufbewahren!

Persönliche Schutzmaßnahmen

Handschutz: Gegen mechanische Beanspruchung z.B. beschichtete Handschuhe, ansonsten Handschutz auf andere Gefahrstoffe, mit denen gegebenenfalls umgegangen wird, abstimmen.
Bei empfindlicher Haut kann Hautschutz empfehlenswert sein, z.B. gerbstoffhaltige Hautschutzmittel.
Atemschutz: Bei Grenzwertüberschreitung nur umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät, wenn ausreichende Belüftung nicht möglich ist.
Es wird empfohlen, Schlauch- oder Behältergeräte zu verwenden.
Eine Situation, in der es insbesondere zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff und damit zur Erfordernis von Atemschutz kommen kann, ist die Bewegung des Subtrats.
Filtergeräte sind unwirksam, Erstickungsgefahr durch Sauerstoffmangel.
Körperschutz: Antistatische Schutzkleidung, z.B. Kleidung aus Baumwolle und ableitfähige Arbeitsschutz-Schuhe.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Tätigkeiten mit Biogas ist, sofern eine Exposition besteht, arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten (Angebotsvorsorge).
Dazu können die folgenden DGUV-Empfehlungen herangezogen werden:
Schwefelwasserstoff
Je nach Exposition sowie eingesetzen Substraten ggf. zusätzlich:
Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung (z.B. Umgang mit Risikomaterial).
Falls aufgrund der Gefährdungsbeurteilung das Tragen von Atemschutz notwendig ist, ist arbeitsmedizinische Vorsorge ggf. nach der DGUV-Empfehlung Atemschutzgeräte durchzuführen.

Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen hiermit nur beschäftigt werden:
wenn dieses zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, der Arbeitsplatzgrenzwert unterschritten und die Aufsicht durch einen Fachkundigen sowie betriebsärztliche oder sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist.

Schadensfall

Bei störungsbedingtem Gasaustritt - wenn gefahrlos möglich - Gaszufuhr absperren oder Leck schließen.
Bei der Schadensbeseitigung immer persönliche Schutzausrüstung tragen: umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät, wenn ausreichende Belüftung nicht möglich ist.
Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Löschpulver, Kohlendioxid.
Bei Brand nicht löschen, bevor das Leck geschlossen ist, da die Gefahr der Entstehung einer explosionsfähigen Wolke besteht!
Bei Brand entstehen gefährliche Gase/Dämpfe (z.B. Kohlenmonoxid).
Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen.
Berst- und Explosionsgefahr durch Druckanstieg in Behältern bei Erwärmung.
Brandbekämpfung größerer Brände nur mit umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät!

Erste Hilfe

Nach Einatmen: Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen.
Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.
Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit Beatmungsgerät, auf jeden Fall Stoffkontakt bzw. Einatmen des Stoffes/Produktes vermeiden (Selbstschutz).
Unmittelbar nach dem Unfall, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein inhalatives Steroid (Dosieraerosol) einatmen lassen.
Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung.

Entsorgung

Eine Entsorgung von Biogas ist i.d.R. nicht nötig, da sämtliches Biogas entweder im Blockheizkraftwerk verwertet wird oder als Produkt verkauft werden kann.
Im Störfall oder bei zu großer Produktion kann Biogas entweder über eine Abblaseleitung in die Umwelt abgegeben werden oder muss - bei Volumenströmen

über 20 m³/h - über eine Gasfackel verbrannt werden (vgl. Technische Schutzmaßnahmen).

Lagerung

Gasspeicher müssen gasdicht und beständig gegenüber Biogas und - je nach Standort - UV-Licht, Temperatur und Witterung sein.
Insbesondere sind folgende Anforderungen zu erfüllen: Reißfestigkeit von Folien u.ä.: mind. 500 N/5 cm oder Zugfestigkeit mind. 250 N/5 cm, Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan maximal 1000 cm³/(m² d bar)
sowie eine Temperaturbeständigkeit von - 30 °C bis + 50 °C.
Eine unzulässige Änderung des Innendrucks muss durch jederzeit wirksame Sicherheitseinrichtungen verhindert werden. Aufstellräume für Gasspeicher müssen über eine wirksame Lüftung verfügen (vgl. Technische Schutzmaßnahmen).
Türen müssen nach außen aufschlagen und abschließbar sein.
Es gelten Mindestschutzabstände zu sonstigen Anlagen, Verkehrswegen sowie zu anderen Einrichtungen der Biogasanlage (z.B. Blockheizkraftwerk).
Feuerbeständige Wände und Türen (Feuerwiderstandsklasse F 90 bzw. T 90) aus nicht brennbaren Baustoffen können diese Sicherheitsabstände ersetzen.
Verbotszeichen D-P006 "Zutritt für Unbefugte verboten" anbringen.
Verbotszeichen P003 "Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten" aufstellen!
Gaslager sind vor mechanischer Beschädigung zu schützen, z.B. zum Schutz vor Anfahren durch Fahrzeuge durch Anfahrschutz, Abschrankung, Warndreiecke.
Freiliegende Kissenspeicher und Folienhauben aus flexiblem Material sind gegen mechanische Beschädigung z.B. durch einen Schutzzaun zu schützen, der als nicht durchsteigbare Umwehrung mit einer Höhe von mind. 1,50 m ausgeführt sein muss.
Zusätzliche Anforderungen an Räume mit ortsfesten Lagerbehältern: Selbstschließende Türen (falls diese nicht unmittelbar ins Freie führen), Bauteile müssen schwer entflammbar oder nicht brennbar sein (ausgenommen Fenster),
feuerhemmende (F 30) Abtrennung von angrenzenden Räumen, von Räumen mit Brandlasten feuerbeständige (F 90) Abtrennung, von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen außerdem gasdichte und öffnungslose Abtrennung.
Behälter und Rohrleitungen aus z.B. Edelstahl, Polyethylen, Polypropylen oder Teflon sind geeignet.
Lagerbehälter mit Beheizung müssen zusätzlich zum Sicherheitsventil mit einem für den Betriebszweck geeigneten Druck- oder Temperaturbegrenzer ausgerüstet sein.
Die Dichtheit von Anschlüssen/Flanschen an Lagerbehältern ist regelmäßig zu überwachen (Dichtheitsüberwachung).

Copyright
by BG RCI & BGHM, 13.03.2023

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

1.1. Produktidentifikator

GLYKOSOL N

1.2. Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Verwendung des Stoffs/des Gemischs

Verschiedene

1.3. Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firmenname:	pro Kühlsole GmbH
Straße:	Am Langen Graben 37
Ort:	D-52353 Düren
Telefon:	+49 2421 59196-0 Telefax: +49 2421 59196-10
Auskunftgebender Bereich:	Verantwortlich für das Sicherheitsdatenblatt: sds@gbk-ingelheim.de

1.4. Notrufnummer:

Notrufnummer INTERNATIONAL: +49 (0) 6132 / 84463 (GBK GmbH, Ingelheim)

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1. Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahrenkategorien:
Akute Toxizität: Akut Tox. 4
Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition): STOT wdh. 2
Gefahrenhinweise:
Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

2.2. Kennzeichnungselemente

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahrbestimmende Komponenten zur Etikettierung

Ethandiol (vgl. Glykol)

Signalwort: Achtung

Piktogramme:

Gefahrenhinweise

H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

Sicherheitshinweise

P260	Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P301+P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen.
P330	Mund ausspülen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P501	Inhalt/Behälter gemäß lokalen/regionalen/nationalen/internationalen Vorschriften der Entsorgung zuführen.

Hinweis zur Kennzeichnung

Das Produkt ist gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS) gekennzeichnet.

2.3. Sonstige Gefahren

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) ist dieses Produkt keine PBT / vPvB - Substanz.
Besondere Rutschgefahr durch ausgelaufenes / verschüttetes Produkt.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.2. Gemische

Chemische Charakterisierung

Gemisch aus den angeführten Stoffen mit ungefährlichen Beimengungen

Gefährliche Inhaltsstoffe

CAS-Nr.	Bezeichnung			Anteil
	EG-Nr.	Index-Nr.	REACH-Nr.	
	GHS-Einstufung			
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)			95 - <= 100 %
	203-473-3		01-2119456816-28	
	Acute Tox. 4, STOT RE 2; H302 H373			

Wortlaut der H- und EUH-Sätze: siehe Abschnitt 16.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1. Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeine Hinweise

Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen. Bei anhaltenden Beschwerden Arzt hinzuziehen.

Nach Einatmen

Nach Einatmen der Dämpfe im Unglücksfall an die frische Luft bringen. Bei Beschwerden ärztlicher Behandlung zuführen.

Nach Hautkontakt

Sofort mit Seife und viel Wasser abwaschen. Bei andauernder Hautreizung Arzt aufsuchen.

Nach Augenkontakt

Sofort mit viel Wasser, auch unter dem Augenlid, für mindestens 15 Minuten ausspülen. Augenärztliche Behandlung.

Nach Verschlucken

Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen. Kein Erbrechen einleiten. Mund ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken. Sofort Arzt hinzuziehen. Vergiftungssymptome können auch erst nach vielen Stunden auftreten, desshalb ärztliche Überwachung für mindestens 48 Stunden.

4.2. Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition (Nieren, oral)
Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.

4.3. Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Symptomatisch behandeln.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1. Löschmittel

Geeignete Löschmittel

Alkoholbeständiger Schaum, Trockenlöschmittel, Kohlendioxid (CO2), Wassersprühstrahl.

Ungeeignete Löschmittel

Wasservollstrahl

5.2. Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Bei Brand kann entstehen: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid Unter bestimmten Brandbedingungen sind Spuren anderer giftiger Stoffe nicht auszuschliessen. Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

5.3. Hinweise für die Brandbekämpfung

Gefährdete Behälter mit Wassersprühstrahl kühlen. Umluftunabhängiges Atemschutzgerät verwenden. Vollschutzanzug tragen. Dämpfe/Gase mit Wassersprühstrahl niederschlagen.

Zusätzliche Hinweise

Kontaminiertes Löschwasser auffangen, darf nicht in die Kanalisation gelangen. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1. Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Bei Entwicklung von Dämpfen Atemschutz verwenden. Für ausreichende Lüftung sorgen. Berührung mit Augen, Haut und Schleimhaut vermeiden. Persönliche Schutzkleidung verwenden.

6.2. Umweltschutzmaßnahmen

Nicht in die Kanalisation / Oberflächenwasser / Grundwasser gelangen lassen.

6.3. Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen (z. B. Sand, Silikagel, Säurebindemittel, Universalbindemittel). Aufschaufeln und in geeignetem Behälter zur Entsorgung bringen.

6.4. Verweis auf andere Abschnitte

Informationen zur Entsorgung siehe Abschnitt 13.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1. Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang

Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden. Berührung mit Augen, Haut und Schleimhaut vermeiden. Für gute Raumbelüftung sorgen, gegebenenfalls Absaugung am Arbeitsplatz.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz

Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen. Dämpfe können mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden.

Weitere Angaben zur Handhabung

Aerosolbildung vermeiden. Dampf/Aerosol nicht einatmen. Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen.

7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lagerräume und Behälter

Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren.
Trocken aufbewahren.

Zusammenlagerungshinweise

Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.

Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen

Behälter dicht geschlossen halten.

Lagerklasse nach TRGS 510: 12 (Nicht brennbare Flüssigkeiten, die keiner der vorgenannten LGK zuzuordnen sind)

7.3. Spezifische Endanwendungen

Keine Daten vorhanden

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1. Zu überwachende Parameter

Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900)

CAS-Nr.	Bezeichnung	ppm	mg/m³	F/m³	Spitzenbegr.	Art
107-21-1	Ethandiol	10	26		2(I)	

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition

Geeignete technische Steuerungseinrichtungen

Für ausreichende Belüftung sorgen, besonders in geschlossenen Räumen.

Schutz- und Hygienemaßnahmen

Hände vor Pausen und sofort nach der Handhabung des Produktes waschen.
Bei der Verwendung nicht essen, trinken oder rauchen.
Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden.
Beschmutzte oder getränkte Kleidung sofort ausziehen.

Augen-/Gesichtsschutz

Dichtschließende Schutzbrille (EN 166)
Augenspülflasche mit reinem Wasser (EN 15154).

Handschutz

Chemikalienbeständige Handschuhe (EN 374)
Geeignete Materialien auch bei längerem, direktem Kontakt (empfohlen: Schutzindex 6, entsprechend > 480 Minuten Permeationszeit nach EN 374): Nitrilkautschuk/Nitrillatex - NBR (0,35 mm), Butylkautschuk - Butyl (0,5 mm).
Beachten Sie die Angaben des Handschuhherstellers zu Durchbruchzeiten unter besonderer Berücksichtigung der Bedingungen am Arbeitsplatz wie mechanische Belastung und Kontaktdauer.

Körperschutz

Langärmelige Arbeitskleidung (DIN EN ISO 6530)

Atemschutz

Normalerweise kein persönlicher Atemschutz notwendig.
Atemschutz bei Aerosol- oder Nebelbildung.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1. Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Aggregatzustand:	Flüssig
Farbe:	Gelb, klar
Geruch:	Geruchlos
pH-Wert (bei 20 °C):	8 - 10

Zustandsänderungen

Schmelzpunkt:	ca. - 30 °C
Siedebeginn und Siedebereich:	190 °C
Sublimationstemperatur:	Keine Daten vorhanden
Erweichungspunkt:	Keine Daten vorhanden
Flammpunkt:	116 °C
Weiterbrennbarkeit:	Keine Daten verfügbar

Entzündlichkeit

Feststoff:	Keine Daten vorhanden

Explosionsgefahren

Das Produkt ist nicht explosionsgefährlich. (Explosionsgruppe IIB)

Untere Explosionsgrenze:	3,2 Vol.-%
Obere Explosionsgrenze:	15,3 Vol.-%
Zündtemperatur:	410 °C

Selbstentzündungstemperatur

Feststoff:	Keine Daten vorhanden
Zersetzungstemperatur:	Keine Daten vorhanden

Brandfördernde Eigenschaften

Das Produkt ist nicht selbstentzündlich.

Dampfdruck: (bei 20 °C)	0,1 hPa
Dichte (bei 20 °C):	1,125 g/cm³
Wasserlöslichkeit: (bei 20 °C)	Vollkommen mischbar

Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln

Keine Daten vorhanden

Verteilungskoeffizient:	Keine Daten vorhanden
Dyn. Viskosität:	Keine Daten vorhanden
Kin. Viskosität:	Keine Daten vorhanden
Auslaufzeit:	Keine Daten vorhanden
Dampfdichte:	Keine Daten vorhanden
Lösemittelgehalt:	95,00 %

9.2. Sonstige Angaben

Keine Daten vorhanden

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1. Reaktivität

Keine Daten vorhanden

10.2. Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Bedingungen.

10.3. Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Reaktionen mit starken Oxidationsmitteln. Bei Gebrauch Bildung explosiver/leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich.

10.4. Zu vermeidende Bedingungen

Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Verwendung.

10.5. Unverträgliche Materialien

Starke Oxidationsmittel, Basen.

10.6. Gefährliche Zersetzungsprodukte

Kohlenmonoxid und Kohlendioxid

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1. Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.

ATEmix berechnet

ATE (oral) 526,3 mg/kg

CAS-Nr.	Bezeichnung				
	Expositionsweg	Dosis	Spezies	Quelle	Methode
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)				
	oral	LD50 5840 mg/kg	Ratte		
	dermal	LD50 9530 mg/kg	Kaninchen		

Reiz- und Ätzwirkung

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Sensibilisierende Wirkungen

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Wirkungen

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. (Ethandiol (vgl. Glykol))

Aspirationsgefahr

Aufgrund der verfügbaren Daten sind die Einstufungskriterien nicht erfüllt.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1. Toxizität

Keine Daten vorhanden

CAS-Nr.	Bezeichnung					
	Aquatische Toxizität	Dosis	[h] | [d]	Spezies	Quelle	Methode
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)					
	Akute Fischtoxizität	LC50 72860 mg/l	96 h	Pimephales promelas		
	Akute Algentoxizität	ErC50 6500 - 13000 mg/l	96 h	Pseudokirchneriela subcapitata		
	Akute Crustaceatoxizität	EC50 > 1000 mg/l	48 h	Daphnia magna		

12.2. Persistenz und Abbaubarkeit

Leicht biologisch abbaubar.

12.3. Bioakkumulationspotenzial

Keine Daten vorhanden

Verteilungskoeffizient n-Oktanol/Wasser

CAS-Nr.	Bezeichnung	Log Pow
107-21-1	Ethandiol (vgl. Glykol)	-1,36

12.4. Mobilität im Boden

Keine Daten vorhanden

12.5. Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Nicht bestimmt.

12.6. Andere schädliche Wirkungen

Nicht bestimmt.

Weitere Hinweise

Nicht unverdünnt bzw. in größeren Mengen in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1. Verfahren der Abfallbehandlung

Empfehlungen zur Entsorgung

Darf nicht zusammen mit Hausmüll entsorgt werden. Nicht in Oberflächenwasser oder Kanalisation gelangen lassen. Die Wiederverwertung (Recycling) ist der Entsorgung vorzuziehen. Die Abfallschlüsselnummer ist in Absprache mit dem Entsorger / Hersteller / der Behörde festzustellen.

Abfallschlüssel - ungebrauchtes Produkt

160508 ABFÄLLE, DIE NICHT ANDERSWO IM VERZEICHNIS AUFGEFÜHRT SIND; Gase in Druckbehältern und gebrauchte Chemikalien; gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten; gefährlicher Abfall

Abfallschlüssel - verbrauchtes Produkt

160508 ABFÄLLE, DIE NICHT ANDERSWO IM VERZEICHNIS AUFGEFÜHRT SIND; Gase in Druckbehältern und gebrauchte Chemikalien; gebrauchte organische Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten; gefährlicher Abfall

Abfallschlüssel - ungereinigte Verpackung

150102 VERPACKUNGSABFALL, AUFSAUGMASSEN, WISCHTÜCHER, FILTERMATERIALIEN UND SCHUTZKLEIDUNG (A.N.G.); Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle); Verpackungen aus Kunststoff

Entsorgung ungereinigter Verpackung und empfohlene Reinigungsmittel

Leere Behälter zur örtlichen Wiederverwertung, Wiedergewinnung oder Abfallbeseitigung abgeben.

Kontaminierte Verpackungen sind optimal zu entleeren. Sie können dann nach entsprechender Reinigung einer Wiederverwendung zugeführt werden. Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Stoff zu entsorgen.
Reinigungsmittel: Wasser

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

Landtransport (ADR/RID)

14.1. UN-Nummer:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Binnenschiffstransport (ADN)

14.1. UN-Nummer:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Seeschiffstransport (IMDG)

14.1. UN-Nummer:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

Lufttransport (ICAO-TI/IATA-DGR)

14.1. UN-Nummer:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.3. Transportgefahrenklassen:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.
14.4. Verpackungsgruppe:	Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

14.5. Umweltgefahren

UMWELTGEFÄHRDEND: nein

14.6. Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

14.7. Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code

Kein Gefahrgut im Sinne dieser Transportvorschriften.

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1. Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

EU-Vorschriften

Angaben zur VOC-Richtlinie 2004/42/EG:	95 % (1068,75 g/l)

Angaben zur SEVESO III-Richtlinie 2012/18/EU:	Unterliegt nicht der SEVESO III-Richtlinie

Nationale Vorschriften

Beschäftigungsbeschränkung:	Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche beachten (§ 22 JArbSchG).
Wassergefährdungsklasse:	1 - schwach wassergefährdend
Status:	gemäß §6 der AwSV

Kenn-Nummer gemäß Katalog wassergefährdender Stoffe: 105

15.2. Stoffsicherheitsbeurteilung

Stoffsicherheitsbeurteilungen für Stoffe in dieser Mischung wurden nicht durchgeführt.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Änderungen

Update 2020

Abkürzungen und Akronyme

ADR: Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)
IMDG-Code: International Maritime Code for Dangerous Goods (Die Gefahrgutkennzeichnung für gefährliche Güter im Seeschiffsverkehr)
ICAO: Internationale Zivilluftfahrtorganisation (IATA: Internationale Flug-Transport-Vereinigung)
GHS: Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals (Global harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)

Einstufung von Gemischen und verwendete Bewertungsmethode gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]

Einstufung	Einstufungsverfahren
Acute Tox. 4; H302	Berechnungsverfahren
STOT RE 2; H373	Berechnungsverfahren

Wortlaut der H- und EUH-Sätze (Nummer und Volltext)

H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.

Weitere Angaben

Die Angaben der Position 4 bis 8 und 10 bis 12 sind teilweise nicht auf den Gebrauch und die ordnungsgemäße Anwendung des Produktes bezogen (siehe Gebrauchs- / Fachinformation), sondern auf das Freiwerden größerer Mengen bei Unfällen und Unregelmäßigkeiten.
Die Angaben beschreiben ausschließlich die Sicherheitserfordernisse des Produktes / der Produkte und stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse.
Die Lieferspezifikation entnehmen Sie den jeweiligen Produktmerkblättern.
Sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften des beschriebenen Produktes / der beschriebenen Produkte im Sinne der gesetzlichen Gewährleistungsvorschriften dar.
(n.a. - nicht anwendbar, n.b. - nicht bestimmt)

(Die Daten der gefährlichen Inhaltsstoffe wurden jeweils dem letztgültigen Sicherheitsdatenblatt des Vorlieferanten entnommen.)

1. Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Produktname: **dopetac sulfo® 100**
Formaktivkohle, Hohe Skelettdichte
Wasserdampfaktivierte Aktivkohle mit einem zuckerbasierten Bindemittel.

Zusätzliche Identifikation: EC-Nummer: 931-328-0
CAS-Nummer: 7440-44-0
REACH Registrierungsnummer: 01-2119488894-16-0018

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Empfohlene Verwendungen
Verwendung als Adsorbens im industriellen, gewerblichen und Verbraucher Bereich.
Verwendungen von denen abgeraten wird
Derzeit sind keine Verwendungen, von denen abgeraten wird, bekannt.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

AdFiS products GmbH
Am Kellerholz 14
D-17166 Teterow
Deutschland
Tel: 0049 (3996) 1597-0
FAX: 0049 (3996) 1597-99
E-Mail: info@adfis.de

1.4 Notrufnummer

0049 (3996) 1597-0

2. Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Nicht eingestuft gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP).
Nicht als gefährlich eingestuft gemäß Richtlinien 67/548/EWG oder 1999/45/EG.

Weitere Informationen
Keine weiteren Informationen verfügbar.

Informationen in Bezug auf besondere Gefahren für Mensch und Umwelt
Es wurden keine besonderen Gefahren identifiziert.

2.2 Kennzeichnungselemente

Da der Stoff nicht als gefährlich eingestuft ist, ist kein Gefahrzettel erforderlich.

2.3 Sonstige Gefahren

Da Formaktivkohle (hohe Skelettdichte) als anorganischer Stoff angesehen wird, ist die PBT-Beurteilung nicht anwendbar.

Erwärmung, starke Erwärmung, Zündquellen und Kontakt mit starken Oxidationsmitteln wie Ozon, flüssiger Sauerstoff, Chlor, Permanganat, etc. kann zu Bränden führen.

Nasse Aktivkohle verbraucht Sauerstoff aus der Luft, daher können gefährlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen auftreten. Wann immer Arbeiter einen Behälter mit Aktivkohle betreten, sollte vorher der Sauerstoffgehalt im Behälter bestimmt werden und Arbeitsabläufe für potenziell sauerstoffarme Bereiche sollten befolgt werden.
Dieses Material kann unter bestimmten Bedingungen (zum Beispiel bei hoher Feuchtigkeit) selbsterhitzungsfähig sein. Die Aufnahme von Feuchtigkeit fördert die Selbsterhitzungstendenz. Big Bags mit Aktivkohle nicht auf einer nassen Unterlage platzieren.

Verbrauchte (oder gebrauchte) Aktivkohle kann die Eigenschaften der Adsorbentien aufweisen.

3. Zusammensetzung/Angaben zu den Bestandteilen

3.1 Stoff bezogene Informationen
Formaktivkohle, Hohe Skelettdichte
Ein poröses, amorphes Adsorbens mit großer Oberfläche, weitgehend aus elementarem Kohlenstoff bestehend, mit einer hohen Skelettdichte.
CAS Nr.: 7440-44-0
EC Nr.: 931-328-0
REACH Registration Nr.: 01-211948884-16-0018

Reinheit: 85%
Synonyme: -
Stabilisatoren: -
Gefährliche Beimengungen: -
Andere Beimengungen:

Beimengung	Typische Konzentration	Konzentrationsbereich	Bemerkungen
Calciumoxid; EC Nr.: 215-138-9	ca. 4 % (w/w)	>= 0,0 — <= 8,0 % (w/w)	
Magnesiumoxid; EC Nr.: 215-171-9	ca. 0,3 % (w/w)	>= 0,0 — <= 3,0 % (w/w)	
Eisenoxid; EC Nr.: 215-721-8	ca. 1,3 % (w/w)	>= 0,0 — <= 6,0 % (w/w)	
Kaliumcarbonat; EC Nr.: 209-529-3	ca. 7,5 % (w/w)	>= 0,0 — <= 8,0 % (w/w)	
Aluminiumoxid; EC Nr.: 215-691-6	ca. 0,3 % (w/w)	>= 0,0 — <= 6,0 % (w/w)	Mischoxide können ebenfalls auftreten
Siliciumoxid; EC Nr.: 234-368-0	ca. 0,2 % (w/w)	>= 0,0 — <= 12,0 % (w/w)	Mischoxide können ebenfalls auftreten
Calciumsulfat; EC Nr.: 231-900-3	ca. 0,2 % (w/w)	>= 0,0 — <= 5,0 % (w/w)	

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen
Allgemeine Hinweise
Da nicht pulverförmige Aktivkohle ein geringes Staubungsverhalten hat, ist die Gefahr einer zufälligen Exposition am Arbeitsplatz gering. Die nachfolgenden Erste-Hilfe-Informationen basieren auf Kontakt mit Aktivkohle in Pulverform.

Nach Einatmen
An die frische Luft bringen. Bei auftretendem Husten oder Atembeschwerden Arzt aufsuchen.

Nach Hautkontakt

Kontaminierte Kleidung entfernen; Haut mit Wasser und Seife abwaschen. Bei auftretender Reizung Arzt aufsuchen.

Nach Augenkontakt
Sofort mit viel Wasser ausspülen (Kontaktlinsen entfernen, sofern leicht möglich). Bei auftretender Reizung Arzt aufsuchen.

Nach Verschlucken
Mund ausspülen und mindestens einen halben Liter Wasser zu trinken geben. Bei auftretenden Magen-Darm-Beschwerden Arzt aufsuchen.

Selbstschutz der Ersthelfer
Vor dem Eintritt in eine gefährliche Umgebung auf Selbstschutz achten.

4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen
Bei oraler Aufnahme großer Mengen können Verstopfungen auftreten.
Kontakt mit Augen, Haut oder Schleimhäuten kann zu Reizungen führen.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung
Nicht anwendbar.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel
Geeignete Löschmittel
Wassersprühstrahl, Wassernebel, Pulverlöscher, Kohlendioxid oder Schaum.

Ungeeignete Löschmittel
Keine.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren
Staubbildung vermeiden.
Nasse Aktivkohle kann zur Sauerstoffzehrung in geschlossenen Räumen führen.

Gefährliche Zersetzungsprodukte: Kohlenmonoxid. Gebrauchte Aktivkohle kann zu anderen Verbrennungsprodukten führen.

Nach einem Brand, können schwelende Hotspots innerhalb der Aktivkohle für eine lange Zeit vorhanden sein.

Aktivkohle, die für eine lange Zeit auf engstem Raum schwelen konnte, kann Kohlenmonoxid oberhalb der unteren Explosionsgrenze akkumulieren.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung
Persönliche Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung
Persönliche Standard-Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung einschließlich umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät für alle Innen-Brände und bei großen Bränden im Freien.

Weitere Hinweise für die Brandbekämpfung
Wenn möglich schwelende Aktivkohle in einen sicheren Bereich bringen (vorzugsweise außen).

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren
Für virginale Aktivkohle (Frischkohle) sind keine persönlichen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. Informationen zur persönlichen Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen
Nicht in die Kanalisation oder in Gewässer gelangen lassen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung
Verschüttetes Produkt aufsaugen und restliches Produkt mit viel Wasser spülen. Staubbildung vermeiden.

6.4 Weitere Informationen
Nasse Aktivkohle verbraucht Sauerstoff aus der Luft, daher können gefährlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen auftreten. Wann immer Arbeiter einen Behälter mit Aktivkohle betreten, sollte vorher der Sauerstoffgehalt im Behälter bestimmt werden und Arbeitsabläufe für potenziell sauerstoffarme Bereiche sollten befolgt werden.
Gebrauchte oder verbrauchte Aktivkohle kann Schadstoffe enthalten, die erfordern, dass das Material nach nationalen Gesetzen oder lokalen Erlaubnissen behandelt wird und die den Einsatz von Risikomanagement-Maßnahmen beim Umgang mit den Materialien erfordern.

7. Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung
Schutzmaßnahmen:
Geeignete Schutzausrüstung tragen (siehe Abschnitt 8).

Technische Maßnahmen:
Maßnahmen um Staubbildung zu vermeiden: Anwendung guter Arbeitspraktiken und technischer Verfahren während des Entleerens.

Erforderliche Maßnahmen, um die Umwelt zu schützen:
Für Rückhaltung und ausreichende Belüftung sorgen.

Spezifische Anforderungen oder Vorschriften für die Handhabung:
Wann immer Arbeiter einen Behälter mit Aktivkohle betreten, sollte vorher der Sauerstoffgehalt im Behälter bestimmt werden und Arbeitsabläufe für potenziell sauerstoffarme Bereiche sollten befolgt werden.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz:
Staubbildung und Staubablagerungen auf exponierten Oberflächen vermeiden. Aktivkohle von Zündquellen fernhalten.

Weitere Informationen:
Nasse Aktivkohle verbraucht Sauerstoff aus der Luft, daher können gefährlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen auftreten.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten
Technische Maßnahmen und Lagerbedingungen:
Nicht bei hohen Temperaturen oder in direktem Sonnenlicht lagern.

Verpackungsmaterialien: Lagerung in der Originalverpackung.

Zusammenlagerungshinweise: Fernhalten von starken Oxidationsmitteln (z.B. Ozon, flüssigem Sauerstoff, Chlor, Permanganat etc.) und starken Säuren. Von Wärmequellen fernhalten.

Anforderungen an Lagerräume und Behälter: In einem kühlen, gut belüfteten Bereich entfernt von Kontaminationsquellen lagern. Big Bags mit Aktivkohle nicht auf einer nassen Unterlage platzieren.

Lagerklasse: -

Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen:
Die gelagerte Menge nasser Aktivkohle sollte beschränkt werden. In geschlossenen Lagerräumen, die nasse Aktivkohle enthalten, sind Sauerstoffgehalt-Warneinrichtungen empfehlenswert.

7.3 Spezifische Endanwendungen -

8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter
Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen oder biologischen, zu überwachenden Grenzwerten

Arbeitsplatzgrenzwerte
Luftgrenzwerte:

Grenzwert-Typ (Ursprungsland)	Stoffname	Arbeitsplatz-grenzwert		Empfohlene Überwachungsverfahren	Spitzen-begrenzung	Quelle
		Langzeit (mg/m³)	Kurzzeit			
Deutschland	Aktivkohle alveolare Fraktion	1,5	-	Persönliche Luftprobenahme für die alveolare Fraktion	-	DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 2010, Senatskommission zur Prüfung gesundheits-schädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 46; VCH
	Aktivkohle lungengängige Fraktion	4	-	Persönliche Luftprobenahme für die lungengängige Fraktion	-	

Biologische Grenzwerte: Es wurde kein biologischer Grenzwert festgelegt.
Zusätzliche Expositionsgrenzwerte bei den Einsatzbedingungen: Keine.

DNEL/DMEL- und PNEC-Werte

DNEL/DMEL		Expositionsweg	Expositions-häufigkeit	Kritischer Bestandteil	Bemerkung
Arbeiter	Verbraucher				
3 mg/m³	0,5 mg/m³	Inhalation	Kurzzeit (akut) Langzeit (wiederholt)	Aktivkohle	Der vorläufige Inhalations-DNEL Langzeit-Exposition für lokale Effekte basiert auf der OEL (TWA, 8 Std.) festgelegt von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, 2001) für inhalierbaren Ruß-Staub. Der OEL soll übermäßige Verschmutzung und Auswirkungen auf die Lungenfunktion minimieren.

Es wurde kein PNEC abgeleitet, da der Stoff sehr schwer löslich ist und keine Angaben zur Ökotoxizität verfügbar sind.

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Kontrolle der Exposition am Arbeitsplatz:

- Eine gute Grundnorm der Arbeitshygiene muss für jeglichen Umgang mit Aktivkohle außerhalb eines Behälters angewandt werden.

Sicherheitskontrollen:

- Arbeitsverfahren für einen niedrigen Sauerstoffgehalt sollten vorhanden sein – Nasse Aktivkohle verbraucht Sauerstoff aus der Luft, daher können gefährlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen auftreten. Wann immer Arbeiter einen Behälter mit Aktivkohle betreten, sollte vorher der Sauerstoffgehalt im Behälter bestimmt werden und Arbeitsabläufe für potenziell sauerstoffarme Bereiche sollten befolgt werden. Alternativ kann der Raum mit Sauerstoffgehaltssensoren mit einer Alarmeinstellung bei 18 Vol% ausgestattet werden.

Technische Maßnahmen zur Vermeidung der Exposition:

- Für industrielle und gewerbliche Verwendung granularer Aktivkohle und Aufschlämmungen granularer Aktivkohle sind keine technischen Maßnahmen zur Vermeidung der Exposition erforderlich.
- Für industrielle Verwendung pulverförmiger Aktivkohlen, die in hoher Rückhaltung mit nur gelegentlicher Möglichkeit der Exposition aufbewahrt werden, sind keine technischen Maßnahmen erforderlich.
- Für gewerbliche Verwendung pulverförmiger Aktivkohlen, die in hoher Rückhaltung mit bis zu keiner Möglichkeit der Exposition aufbewahrt werden, sind keine technischen Maßnahmen erforderlich.
- Lokale Absaugung mit einer minimalen Wirksamkeit von 90% für alle Aktivitäten vorsehen.

Persönliche Schutzausrüstung:

- Beim Umgang mit nicht pulverisierter oder aufgeschlämmter Aktivkohle ist keine persönliche Schutzausrüstung erforderlich.
- Atemschutz: Verwendung einer Halb-Gesichtsmaske ausgestattet mit P2-Filter (minimale Wirksamkeit von 90%) oder besser für den Umgang mit Aktivkohle in Pulverform (hohe Skelettdichte). Staubbelastung auf ein Minimum reduzieren.
- Handschutz: Keine Verwendungen, die einen Handschutz erfordern, wurden speziell identifiziert, aber die Verwendung von Handschuhen wird als gute Arbeitspraxis empfohlen.
- Augenschutz: Schutzbrille mit Seitenschutz tragen, wenn Kontakt mit Aktivkohle in Pulverform auftreten kann.
- Körperschutz: Standard Arbeitsschutzkleidung.

8.3 Umweltschutzmaßnahmen

Produktbezogene Maßnahmen zur Vermeidung der Exposition:

- Lokale Absaugung, um das Material an der Quelle zu entfernen
- Lagerung in Containern
- Geregelte Abfallentsorgung

Schulungsmaßnahmen zur Vermeidung der Exposition:

- Einbeziehung der ISO 14001
- Geeignete Dokumentation wie Arbeitsanweisungsverfahren

Organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung der Exposition:

- Aufklärungsarbeit an der Belegschaft

- Regelmäßige Verfahrensüberprüfung
- Umwelt-Audits durchgeführt durch zertifiziertes Personal

Technische Maßnahmen zur Vermeidung der Exposition: -

8.4 Kontrolle der Verbraucher-Exposition

Normaler Gebrauch von Aktivkohle (hohe Skelettdichte) in als Filter-Produkte verkauften Haushaltsprodukten ist unter allen vorhersehbaren Umständen sicher.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

9.1.1 Erscheinungsbild
Form: Fest
Farbe: Schwarz
Geruch: Geruchlos

9.1.2 Wichtige Angaben zu Gesundheit, Sicherheit und Umwelt

9.1.2.1 Sicherheitsrelevante Basisdaten

Endpunkt	Wert	Methode	Bemerkung
pH (20 °C):	11 – 12		
Schmelzpunkt/Schmelzbereich (°C)	> 1000		Der Schmelzpunkt von Aktivkohle (hohe Skelettdichte) wird in einer inerten Umgebung auf deutlich über 1000 °C geschätzt.
Siedepunkt/Siedebereich (°C)	> 1000		Der Siedepunkt von Aktivkohle (hohe Skelettdichte) wird in einer inerten Umgebung auf deutlich über 1000 °C geschätzt.
Flammpunkt (°C)	-		
Zündtemperatur (°C)	350 – 450		
Dampfdruck (°C)	-		
Skelettdichte (g/cm^3)	2,10 – 2,20		
Schüttdichte (kg/m^3)	450 – 500		
Wasserlöslichkeit (20 °C in g/L)	0		Die Wasserlöslichkeit von Aktivkohle (hohe Skelettdichte) wurde nach OECD-Richtlinie 105 nach GLP mit der Säulenelutionsmethode ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die Substanz bei pH 6,8 und einer Temperatur von 20 °C in Wasser unlöslich ist.
Verteilungskoeffizient n-Oktanol/Wasser (log P_{ow})	-		Die Wasserlöslichkeit von Aktivkohle (hohe Skelettdichte) wurde nach OECD-Richtlinie 105 nach GLP mit der Säulenelutionsmethode ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die Substanz bei pH 6,8 und einer Temperatur von 20 °C in Wasser unlöslich ist.
Viskosität, dynamisch (mPa·s)	-		Die Substanz ist ein Feststoff.
Explosionsgrenzen für Staubexplosionsgefahr: - Untere - Obere	-		

9.2 Sonstige Angaben

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des verbrauchten Materials können unterschiedlich zu denen der virginalen Aktivkohle (Frischkohle) sein.

10. Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Dieses Produkt zeigt keine Reaktivität unter den angegebenen Bedingungen für Lagerung, Transport und Verwendung.

10.2 Chemische Stabilität
Dieses Produkt ist unter den angegebenen Bedingungen für Lagerung, Transport und Verwendung stabil.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen
Kontakt mit starken Oxidationsmitteln z.B. Chlor, flüssiger Sauerstoff, Permanganat, Ozon kann zu schneller Verbrennung / möglicher Explosion führen.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen
Arbeitstemperaturen unter 70 ºC halten. Nicht im direkten Sonnenlicht lagern.

10.5 Unverträgliche Materialien
Fernhalten von starken Oxidationsmitteln und starken Säuren.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte
Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid.

11. Toxikologische Angaben

11.1 Toxikokinetik, Stoffwechsel und Verteilung
Basierend auf den physikalischen und chemischen Eigenschaften von Aktivkohlen, dem Fehlen von Wirkungen in toxikologischen Studien und dem therapeutischen Einsatz von Aktivkohle als Adsorptionsmittel für die Behandlung von akuten Vergiftungen und akuter Diarrhö, kann erwartet werden, dass Aktivkohle (hohe Skelettdichte) auf oralem und dermalem Wege sowie durch Inhalation nicht absorbiert wird.

Toxikologische Daten für den Menschen
Diese Information ist nicht verfügbar und es ist keine Standard-Anforderung unter REACH.

11.2 Akute Wirkungen (Toxizitätstests)

	Wirkdosis	**Spezies**	**Methode**	**Bemerkung**
Akute orale Toxizität	LD50: > 2000 mg/kg bw (weiblich) (Es wurden keine behandlungsbedingten Effekte beobachtet.)	Ratte, weiblich	OECD-Richtlinie 423 (Akute orale Toxizität - Methode der akuten toxischen Klasse) EU Methode B.1 tris (Akute orale Toxizität - Methode der akuten toxischen Klasse)	zuverlässig ohne Einschränkung
Akute dermale Toxizität	Keine Daten vorhanden	-	-	In Übereinstimmung mit Spalte 2 REACH Anhang VII: es braucht keine akute Toxizitätsstudie auf dermalem Wege (erforderlich in Abschnitt 8.5) durchgeführt zu werden, da Studien zur Akuten oralen und inhalativen Toxizität zur Verfügung stehen.

	Wirkdosis	Spezies	Methode	Bemerkung
Akute inhalative Toxizität	LC0 (1 Std.): 64,4 mg/L Luft (nominal) oder 8,5 mg/L Luft (analytisch) (männlich/weiblich) (Keine Todesfälle, aber mehrere Effekte wurden beobachtet (Verunreinigung des Fells, allgemeiner Stress, Lungen Rasselgeräusche, Gewichts-verlust, Lungenverfärbung)) LC100 (1 Std.): 235 mg/L Luft (nominal) (Alle Tiere starben (Erstprüfung))	Ratte	äquivalent oder ähnlich zur OECD-Richtlinie 403 (Akute Inhalationstoxizität)	zuverlässig mit Einschränkungen

Spezifische Zielorgan-Toxizität, (STOT)
Keine Informationen zu einzelnen Organtoxizitäten verfügbar.

Spezifische Symptome im Tierversuch:
Nach Verschlucken: -
Nach Hautkontakt: -
Nach Einatmen: Gewichtsverlust, Reizung der Atemschleimhaut und - bei der Nekropsie - Lungenverfärbung wurden beobachtet. Der LC50-Wert für den Inhalationsweg wurde als > 8,5 mg/L ermittelt.
Nach Augenkontakt: -

Reiz-/Ätzwirkung:

	Expositionszeit	Spezies	Evaluation	Methode	Bemerkung
Primäre Reizung an der Haut:	4 Std	Kaninchen	Nicht reizend	OECD-Richtlinie 404	zuverlässig mit Einschränkungen
Reizung der Augen		Kaninchen	Nicht reizend	OECD-Richtlinie 405 (Akute Augenreizung/-korrosion) (2002) EU Methode B.5 (Akute Toxizität: Augenreizung/-korrosion) (2008)	zuverlässig ohne Einschränkung

Reizung der Atemwege: Keine Daten vorhanden.

Sensibilisierung
Bei Berührung mit der Haut: Nicht sensibilisierend.
Beim Einatmen: Keine Daten vorhanden.

Toxizität bei wiederholter Verabreichung (subakut, subchronisch, chronisch)

	Wirkdosis	Wert	Expositionszeitraum	Spezies	Methode	Evaluation	Bemerkung
Chronisch inhalativ		kein NOAEC identifiziert	7 Std./Tag für 5 Tage / Woche für 1 Jahr.	Ratte Meerschweinchen Maus	Nicht standardisierte Methode		Studie nicht verlässlich.

CMR-Wirkungen (krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Wirkung).

Karzinogenität:	Keine Daten vorhanden.
In-vitro Mutagenität:	Keine Daten vorhanden.
Gentoxizität:	Keine Daten vorhanden.
In-vivo Mutagenität:	Keine Daten vorhanden.
Keimzellmutagenität:	Negativ mit und ohne metabolischer Aktivierung
Reproduktionstoxizität:	Keine Daten vorhanden.

Zusammenfassende Bewertung der CMR-Eigenschaften:
Alle 3 In-*vitro*-Schlüsselstudien zeigen, dass die Substanz kein genotoxisches Potential aufweist. Daher kann gefolgert werden, dass die Substanz nicht mutagen ist und daher hinsichtlich Mutagenität gemäß den Kriterien in Annex I der Verordnung 1272/2008/EG (CLP/EU-GHS) und Annex VI der Richtlinie 67/548/EWG nicht eingestuft werden braucht.

Es hat sich in drei In-*vitro*-Studien zur Genotoxizität gezeigt, dass die Substanz keine genotoxischen Eigenschaften besitzt (nicht Mutagen Kat. 3) und in einer unterstützenden Studie zur chronischen Toxizität in drei Arten wurden keine systemischen Wirkungen (Hyperplasie und/oder präneoplastische Läsionen) gezeigt.

11.3 Erfahrungen aus der Praxis
Einstufungsrelevante Beobachtungen: -
Weitere Beobachtungen: -

11.4 Allgemeine Bemerkungen
-

12. Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität
Keine Daten vorhanden. Da Aktivkohle hochgradig unlöslich in Wasser ist, wird keine Toxizität erwartet.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit
Aktivkohle (hohe Skelettdichte) ist ein festes anorganisches Material und nicht zugänglich für den Abbau durch natürlich chemische oder enzymatische Prozesse.

Aktivkohle (hohe Skelettdichte) wird nur unter extremen Bedingungen abgebaut - wie unter Rückfluss mit Mischungen konzentrierter Schwefelsäure/Salpetersäure erhitzen - wenn der Kohlenstoff schließlich zu CO2 oxidiert. Aktivkohle (hohe Skelettdichte) kann nicht in eine lösliche, absorptionsfähige Form überführt werden. Darum kann Aktivkohle (hohe Skelettdichte) keinen Weg zu einer beliebigen Zellstelle finden, an der es denkbarerweise biologisch abgebaut werden könnte. Zudem ist ein Testen der biologischen Abbaubarkeit nicht machbar, da die Substanz in Wasser unlöslich ist.

Auf die Bioakkumulationsstudie wurde verzichtet, da der Stoff keinen log Kow aufweist (die Substanz ist eine anorganische Substanz oder kann als sich wie eine anorganische Substanz verhaltend betrachtet werden). Zudem wird die Substanzgröße ein Passieren der Membranen behindern, da die Substanz aus Teilchen mit Größen > 0,5 µm besteht. Die Partikel sind in Wasser nicht löslich.

12.3 Bioakkumulationspotenzial
Die Substanz hat ein sehr geringes Potential zur Bioakkumulation in Wasserlebewesen (z.B. Fische) d. h. ein BCF < 10.

12.4 Mobilität im Boden
Bekannte oder vorhergesagte Verteilung in den Umweltkompartimenten: -

Oberflächenspannung: Keine Informationen verfügbar, da das Material unlöslich ist.

Adsorption/Desorption:
Adsorptions-/Desorptionsstudien sind technisch nicht machbar, da die Substanz in Wasser oder organischen Lösungsmitteln nicht löslich ist; und eine Analyse ist nicht möglich, da keine Unterscheidung zwischen C der Aktivkohle (hohe Skelettdichte) und C des Sediment/Boden in der Analyse vorgenommen werden kann. Weiterhin besteht Aktivkohle (hohe Skelettdichte) größtenteils aus elementarem Kohlenstoff und ist chemisch inert. Es wird kein weiterer biologischer Abbau erfolgen.

12.5 Ergebnis der PBT- und vPvB-Beurteilung
Da Aktivkohle (hohe Skelettdichte) als anorganische Substanz angesehen wird, ist eine PBT-Beurteilung nicht anwendbar.

12.6 Andere schädliche Wirkungen
Eine Wasseraufschlämmung, die große Mengen an Aktivkohle (hohe Skelettdichte) enthält, kann hohe pH-Werte aufweisen.

13. Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren der Abfallbehandlung
Für virginale Aktivkohle (Frischkohle) gelten keine spezifizierten Entsorgungsmethoden. Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

13.2 Abfallschlüssel / Abfallbezeichnungen nach EAK / AVV
Abfallschlüssel: EWC 15.02.03

13.3 Geeignete Verpackung
-

13.4 Weitere Informationen
Verbrauchte Aktivkohle kann spezielle Hinweise zur Entsorgung/Verpackungen erfordern.

14. Angaben zum Transport

ADR/RID	Das Produkt ist nicht gefährlich im Sinne der Transportvorschriften für Verpackungseinheiten mit einem Volumen von höchstens 3 m^3 (3 m^3, höchstens)
AND	Das Produkt ist nicht gefährlich im Sinne der Transportvorschriften für Verpackungseinheiten mit einem Volumen von höchstens 3 m3 (3 m3, höchstens)
IMDG/IMO	Das Produkt ist nicht gefährlich im Sinne der Transportvorschriften für Verpackungseinheiten mit einem Volumen von höchstens 3 m3 (3 m3, höchstens)
ICOA/IATA	Das Produkt ist nicht gefährlich im Sinne der Transportvorschriften für Verpackungseinheiten mit einem Volumen von höchstens 3 m3 (3 m3, höchstens)

Umweltgefahren
Für den Transport als nicht umweltgefährlich eingestuft.

Besondere Vorsichtshinweise für den Verwender
Nasse Aktivkohle verbraucht Sauerstoff aus der Luft, daher können gefährlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen auftreten. Wann immer Arbeiter einen Behälter mit Aktivkohle betreten, sollte vorher der Sauerstoffgehalt im Behälter bestimmt werden und Arbeitsabläufe für potenziell sauerstoffarme Bereiche sollten befolgt werden.
Big Bags mit Aktivkohle nicht auf einer nassen Unterlage platzieren.

Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL- Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code
Nicht anwendbar.

15. Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zur Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch
EU Vorschriften:
- Zulassungen und/oder Verwendungsbeschränkungen
- Zulassungen: Keine
- Verwendungsbeschränkungen: Keine
- Sonstige EU Verordnungen: -

Nationale Vorschriften:
-

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung
Stoffsicherheitsbeurteilung: Eine Stoffsicherheitsbeurteilung wurde nach den in der REACH-Verordnung vorgeschriebenen Regeln durchgeführt. Die Anhänge enthalten eine Übersicht über die Risikomanagementmaßnahmen basierend auf dieser Beurteilung.

16. Sonstige Angaben

16.1 Relevante R- und H-Sätze (Nummer und Volltext)
Nicht anwendbar.

16.2 Änderungen in dieser Version
Ein DNEL zur Inhalation wurde aufgenommen. Risikomanagementmaßnahmen, um die inhalative Exposition zu kontrollieren, basieren auf der Stoffsicherheitsbeurteilung. Anhänge, die relevante Informationen aus dem Stoffsicherheitsbericht bereitstellen, wurden hinzugefügt.

16.3 Schulungshinweise
Basisschulung über die Gefahren des Stoffes und der Einsatz von Risikomanagement-Maßnahmen ist erforderlich.

16.4 Empfohlene Einschränkungen der Verwendung
Kontakt mit starken Oxidationsmitteln (und starken Säuren) vermeiden.

16.5 Verwendungs- und Expositionskategorien (Übersicht)

Exposition	Industrielle Verwendung:	Gewerbliche Verwendung:	Private Verwendung:
Mensch, oral, kurzzeitig:	0	0	0
Mensch, oral, langzeitig/wiederholt:	0	0	0
Mensch, dermal, kurzzeitig:	+	+	+
Mensch, dermal, langzeitig/wiederholt:	+	+	+
Mensch, inhalativ kurzzeitig:	+	+	+
Mensch, inhalativ, langzeitig/wiederholt:	+	+	+
Umwelt, Wasser, kurzzeitig/einmalig:	+	+	+
Umwelt, Wasser, kontinuierlich:	+	+	+
Umwelt, Luft, kurzzeitig/einmalig:	+	+	+
Umwelt, Luft, kontinuierlich:	+	+	+

Umwelt, Boden, kurzzeitig/einmalig:	+	+	+
Umwelt, Boden, kontinuierlich:	+	+	+

Empfohlene Verwendung (+)

Verwendung, von der abgeraten wird (-)

Verwendung nicht identifiziert (0)

16.6 Weitere Informationen

Dieses Sicherheitsdatenblatt erfüllt die Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006.

16.7 **Haftungsausschluss**

Die Informationen und Empfehlungen in diesem Dokument basieren auf Tests, die als verlässlich angenommen werden. Dennoch garantiert AdFiS products GmbH nicht deren Richtigkeit oder Vollständigkeit, ZUDEM SOLL KEINE DIESER INFORMATIONEN EINE GARANTIE BEGRÜNDEN, OB AUSGEDRÜCKT ODER IMPLIZIERT, BEZÜGLICH DER SICHERHEIT DER WAREN, DER MARKTGÄNGIGKEIT DER WARE ODER DER EIGNUNG DER WARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. Anpassungen, um den tatsächlichen Einsatzbedingungen zu entsprechen, können erforderlich sein.
AdFiS products GmbH übernimmt keine Verantwortung für erhaltene Ergebnisse oder für zufällige bis mittelbare Schäden, einschließlich entgangener Gewinne aus der Verwendung dieser Daten. Es wird keine Garantie gegen die Verletzung von Patenten, Urheberrechten oder Handelsmarken gemacht oder impliziert.

---------- ENDE DES SICHERHEITSDATENBLATTES ----------

IFA
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Methan

Identifikation | Charakterisierung | Formel | Phys.-Chem. Eigenschaften |
Arbeitsmedizin und Erste Hilfe | Sicherer Umgang | Vorschriften | Links | Literaturverzeichnis

IDENTIFIKATION

Methan
R 50

ZVG Nr:	10000
CAS Nr:	74-82-8
EG Nr:	200-812-7
INDEX Nr:	601-001-00-4

CHARAKTERISIERUNG

STOFFGRUPPENSCHLÜSSEL

140110 Kohlenwasserstoffe, aliphatisch, gesättigt
162000 Organische Gase

AGGREGATZUSTAND

Der Stoff ist gasförmig.

EIGENSCHAFTEN

verdichtetes Gas
farblos
geruchlos

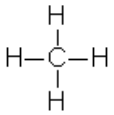
CHEMISCHE CHARAKTERISIERUNG

Extrem entzündbares Gas. Bildet mit Luft explosive Gemische.
Nur geringfügig löslich in Wasser.
Gas ist leichter als Luft.

Stoffinformationen in Wikipedia

FORMEL

CH_4



Molmasse: 16,04 g/mol
Umrechnungsfaktor (Gasphase) bei 1013 mbar und 20 °C:
1 ml/m³ = 0,667 mg/m³

PHYSIKALISCH CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Tripelpunkt | Schmelzpunkt | Siedepunkt | Kritische Daten | Dichte | Zündtemperatur | Explosionsdaten | Löslichkeit | Verteilungskoeffizient | Gefährliche Reaktionen | Weitere Angaben

TRIPELPUNKT

Temperatur: -182,5 °C
Druck: 0,117 bar
Quelle: 00260

SCHMELZPUNKT

Schmelzpunkt: -182,47 °C
Quelle: 00440

SIEDEPUNKT

Siedepunkt: -161,5 °C
Quelle: 00440

KRITISCHE DATEN

Kritische Temp.: -82,6 °C
Kritischer Druck: 45,95 bar
Kritische Dichte: 0,162 g/cm³
Quelle: 00440

DICHTE

GASDICHTE
unter Normalbedingungen (0 °C, 1013 mbar)
Wert: 0,7175 kg/m³
Quelle: 00260 00440

DICHTE DER FLÜSSIGEN PHASE AM SIEDEPUNKT
Wert: 0,4226 kg/l
Quelle: 00260

RELATIVE GASDICHTE
Dichteverhältnis zu trockener Luft bei gleicher Temperatur und gleichem Druck
Wert: 0,56
Quelle: 00440

GASDICHTE

Wert: 0,6709 kg/m³

Temperatur: 15 °C

bei 1 bar

Quelle: 00260

ZÜNDTEMPERATUR

Zündtemperatur: 595 °C

Temperaturklasse: T1

Mindestzündenergie: 0,29 mJ

Quelle: 00440

EXPLOSIONSDATEN

Untere Explosionsgrenze:
4,4 Vol.-%
29 g/m³

Obere Explosionsgrenze:
17 Vol.-%
113 g/m³

Grenzspaltweite: 1,14 mm

Explosionsgruppe: IIA

Maximaler Explosionsdruck:
8,1 bar

Quelle: 00440

WASSERLÖSLICHKEIT

Löslichkeit: 36,7 ml/l

Temperatur: 20 °C

Quelle: 00260

VERTEILUNGSKOEFFIZIENT (Octanol/Wasser)

log Kow: 1,09

Empfohlener Wert der LOG KOW Datenbank.

Quelle: 02070

GEFÄHRLICHES REAKTIONSVERHALTEN

Gefährliche chemische Reaktionen:

Explosionsgefahr bei Kontakt mit:
Chlor
Stickoxiden
Fluor
Chlordioxid
Difluordioxid
Difluoroxid
flüssigem Sauerstoff
Stickstofftrifluorid

Der Stoff kann in gefährlicher Weise reagieren mit:
starken Oxidationsmitteln
Acetylen
Brompentafluorid
Chlortrifluorid
Iodheptafluorid

Quelle: 06002 99999

WEITERE ANGABEN

Treibhauspotenzial : 25
Ozonabbaupotenzial : 0
Quelle: 06501 07450

ARBEITSMEDIZIN UND ERSTE HILFE

Aufnahmewege | Wirkungsweisen |
Erste Hilfe

AUFNAHMEWEGE

Hauptaufnahmewege:
Der Hauptaufnahmeweg für Methan (M.) verläuft über den Atemtrakt. [7748]

Atemwege:
M. wird über die Lunge resorbiert. Beim Menschen erfolgt die pulmonale Resorption weniger schnell als bei der Ratte. Bei Mensch und Versuchstier wird der größte Teil der im Körper retinierten Dosis jedoch schnell wieder unverändert abgeatmet. [8089, 454]

Haut:
Der Hautaufnahme von M. wird keine toxikologische Bedeutung zugemessen. [454]
Aufgrund der physikalisch-chemischen Eigenschaften (gering wasserlösliches Gas) ist nicht zu erwarten, dass signifikante Mengen die Haut penetrieren. [99999]

Verdauungstrakt:
Eine orale Aufnahme von M. ist allenfalls als unterkühlte Flüssigkeit möglich. Selbst in diesem Fall wäre aufgrund der schnellen Verdunstung eine Resorption im Verdauungstrakt kaum zu erwarten. [99999]

WIRKUNGSWEISEN

Hauptwirkungsweisen:
akut:
Kälteschäden/Erfrierungen bei Kontakt mit unterkühlter Flüssigkeit oder sich entspannendem Druckgas, [419]
in hohen Konzentrationen erstickende Wirkung durch Sauerstoffverdrängung [454]

chronisch:

GESTIS-Stoffdatenbank

keine substanzbedingte Wirkung bekannt [99983]

Akute Toxizität:

M. wirkt als Gas selbst in hohen Konzentrationen weder auf die Haut noch auf Augen und Atemwege reizend. [7748]

Lokale Schädigungen verursacht jedoch Kontakt mit unterkühltem, verflüssigtem oder sich aus Druckbehältern entspannendem Gas. An den betroffenen Hautarealen resultieren lokale Unterkühlungen oder Erfrierungen (Symptome: Taubheitsgefühl, Prickeln, Juckreiz; in schweren Fällen Brennen, Verhärtung des Areals, Blasenbildung, Nekrosen, Gangrän). Die Augen können bei Kontakt mit Flüssiggas oder Druckgas schwer, evtl. irreversibel geschädigt werden. [419]

Bezüglich systemischer Wirkungen gilt M. als praktisch untoxisch. [7748]

Sein wesentlicher Effekt ist die bei hohen Konzentrationen resultierende Sauerstoffverdrängung aus der Atemluft. 140000 ppm M. (14 %) bewirken eine Reduktion des Sauerstoffgehalts in der Atemluft auf 18 %. Bei noch höheren Konzentrationen sinkt der Sauerstoffpartialdruck in der Atemluft weiter ab und es kommt im Körper zunehmend zu Sauerstoffmangelerscheinungen, die mit einer ZNS-Symptomatik (einschließlich Aufmerksamkeits- und Leistungsdefiziten) einhergehen.

Mittels eines physiologisch basierten Modells wurde auf Basis der Lösungseigenschaften des M. (Verteilungskoeffizient Luft/Öl: 0,89) abgeschätzt, dass eine durch die Substanz selbst verursachte Wirkung auf das Zentralnervensystem (Narkose) erst bei Konzentrationen ab 300000 ppm M. (30 %) zu erwarten ist.

Aufgrund dieser Relationen wird M. als einfaches Stickgas (Asphyxiant) betrachtet. [7748, 454]

In Tierversuchen war der Grenzbereich zwischen anästhesierender und tödlicher Wirkung des M. sehr schmal: Konzentrationen von 87 % M. führten bei Mäusen zu anoxischen Effekten, bei Katzen zur Narkose, 90 % M. waren für Katzen und Mäuse tödlich infolge Atemstillstands. [7748]

Die Effekte, die bei Sauerstoffmangel in der Atemluft beim Menschen auftreten, sind allgemein bekannt: Absinken des Sauerstoffgehaltes auf 12 - 16 % führt zu Erhöhung von Atemfrequenz und Puls und leichter Muskelinkoordination; bei 10 - 14 % O2 zeigen sich emotionale Störungen, abnorme Müdigkeit nach körperlicher Belastung, Atemstörungen; bei 6 - 10 % O2: Übelkeit, Erbrechen, Koordinationsstörungen, Kollaps, evtl. Bewusstlosigkeit; unter 6 % O2: Krämpfe, Keuchen, Atemversagen und es kommt zum Tod. Bei starker körperlicher Belastung (erhöhter Sauerstoffbedarf im Körper) können die entsprechenden Symptome schon auftreten, wenn der Sauerstoffgehalt in der Atemluft weniger tief abgesunken ist. Vorübergehender starker Sauerstoffmangel im Körper kann zudem zu Schädigungen in verschiedenen Organen, einschließlich des Hirns, führen, die evtl. nicht reversibel sind.

Einige kurzkettige Kohlenwasserstoff-Gase, wie Propan und Butan (häufige Begleitgase des M. in Gas-Gemischen), können in hoher Konzentration eine Sensibilisierung des Herzens gegenüber Adrenalin bewirken, woraus insbesondere in Verbindung mit Stresssituationen die Gefahr eines Herzstillstandes resultiert. Unter Sauerstoffmangel kann M. einen solchen Effekt verstärken. [419]

Chronische Toxizität:

Über Schädigungen beim Menschen infolge längerer M.-Inhalation ist nicht berichtet worden. [99983]

Eine gesundheitsschädigende Wirkung von Methan wird auch nicht erwartet, sofern kein Sauerstoffmangel besteht. [419]

Im Versuch an Ratten wurde ein Gemisch aus 1 Volumenteil Sauerstoff und 4 Volumenteilen Methan langzeitig ohne Krankheitssymptome toleriert. [454]

Reproduktionstoxizität, Mutagenität, Kanzerogenität:

Reproduktionstoxizität:

Es liegen keine Studien vor, die mit reinem M. durchgeführt wurden. [99983]

In einem Test an Mäusen, die während der Trächtigkeit 1 h lang 5 - 8 % Heizgas (85 % M., zusätzlich Ethan, Butan, Propan) inhalierten, zeigten die Nachkommen Veränderungen im Gehirn. [454]

Mutagenität:

Es liegen keine Angaben vor. [99983]

Kanzerogenität:

Es liegen weder für den Menschen noch aus Tierversuchen Angaben vor. [99983]

Ein Verdacht, dass M. ein Kanzerogen sein könnte, besteht nicht. [454]

Stoffwechsel und Ausscheidung:

Von inhaliertem M. wird der größte Teil schnell unverändert abgeatmet. Eine geringe Menge wird zu Methanol umgesetzt und schließlich zu CO2. [8089]

Anmerkung:

Die Bearbeitung dieser arbeitsmedizinischen Informationen erfolgte am 14.09.2011.

Sie werden bei Bedarf angepasst.

ERSTE HILFE

Augen:

Nach Kontakt mit verflüssigtem oder sich entspannendem kalten Gas:

Augen nur kurz unter fließendem Wasser spülen. Dabei Lider nicht spreizen, ggf. getragene Kontaktlinsen belassen. Keine Wärmeanwendung. Sterile Abdeckung.

Anschließend möglichst sofortiger Transport zum Augenarzt / zur Klinik.

[419, 99996]

Haut:

Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrbereich bringen.

Benetzte Kleidung entfernen, dabei Selbstschutz beachten.

Nach Kontakt mit verflüssigtem Methan / sich entspannendem Gas am Körper angefrorene Kleidungsstücke zunächst durch Spülen mit viel kaltem oder lauwarmem Wasser auftauen, erst dann vorsichtig ablösen.

Hautareale, die nach Kontamination mit unterkühltem Methan Erfrierungen aufweisen/vermuten lassen, gleichfalls mit kaltem/lauwarmem Wasser spülen. Betroffene Körperstellen nicht reiben oder mit trockener Wärme behandeln, sondern mit sterilem Material abdecken.

Verletzten ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen.

Für ärztliche Behandlung sorgen.

[419]

Atmungsorgane:

Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich an die frische Luft bringen.

Verletzten ruhig lagern, vor Unterkühlung schützen.

Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.

Für ärztliche Behandlung sorgen.

Nach sehr massiver Inhalation kann erforderlich werden:

Bei Bewusstlosigkeit und vorhandener Atmung stabile Seitenlage.

Bei Kreislaufstillstand (keine Reaktion und keine normale Atmung) sofort Thoraxkompressionen und Beatmungen durchführen. Falls vorhanden, Automatisierten Externen Defibrillator (AED) einsetzen. Die Sicherung der Vitalfunktionen (Atmung und Kreislauf) hat Vorrang vor allen anderen Maßnahmen.

Bei Atemstillstand Mund-zu-Nase-Beatmung, falls nicht durchführbar Mund-zu-Mund-Beatmung. Atemwege freihalten.

[419]

Verschlucken:

Ein Verschlucken der tiefkalten Flüssigkeit ist kaum vorstellbar. [419]

Falls doch geschehen: Maßnahmen wie unter "Atmungsorgane".

Arzt zum Unfallort rufen.

[99999]

Hinweise für den Arzt:

Methangas ist reizlos und gilt als untoxisch, wirkt aber in sehr hoher Konzentration durch Sauerstoffverdrängung erstickend. Verflüssigtes oder sich entspannendes Gas kann Kälteschäden verursachen. [419]

- Symptomatik der akuten Vergiftung:

Augen: durch verflüssigtes/ sich entspannendes Gas lokale Erfrierungen

Haut: durch verflüssigtes/ sich entspannendes Gas lokale Erfrierungen (Taubheitsgefühl, Prickeln, Juckreiz, Brennen, Verhärtung des betroffenen Areals, später evtl. Blasen, Nekrosen, Gangrän)

Inhalation: bei Konzentrationen über 140000 ppm (14 %) anoxische Effekte, verstärkt bei zusätzlicher körperlicher Belastung: Anstieg von Atemfrequenz und Puls, Muskelinkoordination, emotionale Störungen (Euphorie oder Angst), verstärkte Müdigkeit, Atemstörungen; bei noch stärkerer Hypoxie: Übelkeit, Erbrechen, Unfähigkeit zur freien Bewegung, Kollaps, Bewusstlosigkeit, Krämpfe, Gefahr von Atemversagen; bei Überleben möglicherweise Organschäden als Hypoxiefolgen, insbesondere Organe mit hohem Sauerstoffbedarf (wie ZNS und Herz) betreffend, [419, 454] evtl. auch Nierenfunktionsstörung (infolge Rhabdomyolyse), [454]

bei direkter Inhalation von tiefkaltem Aerosol aus Druckgasflaschen Gefahr von reflektorischem Herzstillstand durch Kältereiz am Nervus vagus [99996]

Ingestion: bei Aufnahme unterkühlter Flüssigkeit in den Mund wahrscheinlich Kälteschäden oder akute Herz-Kreislauf-Reaktionen (s.o.). [99999]

- Hinweise zur Ersten ärztlichen Hilfe:

Nach Augenkontakt mit verflüssigtem/sich entspannendem Gas ist nach Augenspülung vor Ort eine fachärztliche Weiterbehandlung indiziert.

Lokale Erfrierungen an der Haut oder Unterkühlung infolge größerflächiger Einwirkung können in üblicher Weise behandelt werden.

Nach massiver Inhalation reichlich Frischluft zuführen, sobald als möglich Sauerstoff inhalieren lassen. Patienten ruhig lagern. Weitere Behandlung symptomatisch. [419, 454]

Nach sehr massiver Einwirkung können schnell Maßnahmen der kardiopulmonalen und zerebralen Reanimation erforderlich werden. Obwohl für Methan nicht bekannt ist, dass es eine Sensibilisierung der Herzens gegenüber Adrenalin bewirkt, wird zur Vorsicht bei der Anwendung von Katecholaminen geraten. [419, 99999]

Nach massiver Exposition und in jedem Fall, wenn ZNS-Störungen bemerkbar wurden, sollte eine stationäre Aufnahme zur Abklärung evtl. hypoxischer Schädigungen erfolgen. [454]

Empfehlungen:

Stoff/Produkt und durchgeführte Maßnahmen dem Arzt angeben.

[99999]

Anmerkung:

Die Bearbeitung dieser Informationen zur Ersten Hilfe erfolgte am 14.09.2011.

Sie werden bei Bedarf angepasst.

SICHERER UMGANG

Handhabung | Lagerung | Brand- und Explosionsschutz | Organisatorische Maßnahmen | Persönl. Schutzmaßnahmen | Entsorgung | Freisetzung | Maßnahmen bei Bränden | Weitere Angaben

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN – HANDHABUNG

Arbeitsraum - Ausstattung/Belüftung:

Sehr gute Be- und Entlüftung des Arbeitsraumes vorsehen.

Deckenabsaugung vorsehen.

Einrichtungen zum Erkennen und Melden von Gasgefahren (Gasdetektoren mit Alarmauslösung) vorsehen.

Apparaturen:

Gas in einem geschlossenen System handhaben.

In Gasanlagen Sicherheitsventile vorsehen.

Das Gassystem mit trockenem Inertgas spülen (z.B. Stickstoff oder Helium) bevor das Gas eingeleitet wird und wenn das System außer Betrieb genommen wurde.

Das gesamte Gassystem vor dem Gebrauch und danach regelmäßig auf Lecks prüfen!

Gasaustritt an die Atmosphäre vermeiden.

Ist das Austreten des Stoffes nicht zu verhindern, ist dieser an der Austrittsstelle gefahrlos abzusaugen.

Emissionsgrenzwerte beachten, ggf. Abluftreinigung vorsehen.

Behälter und Leitungen sind eindeutig zu kennzeichnen.

Leitungen sollten von ungefährdeter Stelle aus absperrbar sein.

Geeignete Werkstoffe:
Für Flaschen und Ventile:
Alle üblichen Werkstoffe.
Für Dichtungen:
Polytetrafluorethylen PTFE (Teflon)
Polychlortrifluorethylen PCTFE
Polyvinylidenfluorid
Polyamid PA
Polypropylen PP
Acrylnitril-Butadien-Kautschuk NBR
Polychloropren-Kautschuk CR
Fluorkautschuk FKM

Hinweise zum sicheren Umgang:
Keine Vorratsflaschen im Arbeitsraum lagern.
Gasflaschen vor mechanischer Beschädigung schützen; nicht ziehen, nicht rollen, nicht schieben, nicht fallen lassen.
Für den Transport von Gasflaschen immer einen Flaschenwagen oder ein anderes geeignetes Gerät benutzen.
Der Transport in Aufzügen zusammen mit Personen ist verboten.
Beim Transport Schutzkappen und Blindmuttern fest aufschrauben.
Die Gasflasche nicht an der Ventilschutzkappe oder dem Ventilschutzring anheben.
Bei Flaschenwechsel stets Ventile von gefüllten und leeren Flaschen auf Dichtigkeit prüfen.
Flaschen gegen Umfallen sichern.
Ventilschutzkappe nicht entfernen bevor die Flasche an eine Wand oder einen Labortisch oder auf einen Flaschenständer gestellt wurde, und zum Gebrauch bereit ist.
Ventile langsam öffnen um Druckstöße zu vermeiden, nicht mit Gewalt öffnen.
Ventile nach jedem Gebrauch und nach der Entleerung schließen.
Verschlusskappen oder -muttern und Ventilschutzkappe wieder aufsetzen, sobald der Behälter von der Anlage getrennt wird.
Rückströmung des Gases in den Gasbehälter verhindern.
Rückfluss von Wasser oder anderen Flüssigkeiten in den Gasbehälter vermeiden.
Vor dem Einleiten des Gases Ausrüstung luftfrei spülen.
Niemals Gas von einem Behälter in einen anderen umfüllen!
Niemals Flammen oder elektrische Heizgeräte zur Druckerhöhung im Behälter benutzen!

Reinigung und Instandhaltung:
Regelmäßige Dichtheitskontrolle erforderlich!
Schläuche mindestens halbjährlich überprüfen.
Ventilanschlüsse des Behälters sauber und frei von Verunreinigungen halten, insbesondere frei von Öl und Wasser.
Niemals versuchen, Ventile oder Sicherheitsdruckentlastungseinrichtungen am Behälter zu reparieren. Beschädigungen an diesen Einrichtungen müssen umgehend dem Lieferanten mitgeteilt werden.

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN – LAGERUNG

Lagerbedingungen:
Behälter dicht geschlossen halten.
Behälter bei weniger als 50 °C an einem gut belüfteten Ort lagern.
Behälter aufrecht stehend lagern und gegen Umfallen sichern.
Ein Ventilschutzkorb sollte vorhanden sein oder die Ventilschutzkappe angebracht werden.
Gelagerte Flaschen regelmäßig auf Leckagen und korrekte Lagerbedingungen prüfen.
Von oxidierenden Gasen und anderen brandfördernden Stoffen fernhalten.
Die Behälter sollten an einem Ort ohne Brandgefahr und entfernt von Wärme- und Zündquellen gelagert werden.

Von brennbaren Stoffen fernhalten.
Vor Sonneneinstrahlung schützen.
Die Behälter nicht unter Bedingungen lagern, die die Korrosion beschleunigen.
Die elektrische Ausrüstung in Lagerbereichen sollte auf das Risiko der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre abgestimmt sein.
Nicht in Fluchtwegen und Arbeitsräumen und in deren unmittelbarer Nähe aufbewahren.
Ab- und Umfüllen in Lagerräumen ist verboten.

Zusammenlagerungsbedingungen:
Lagerklasse 2A (Gase)
Es sollten nur Stoffe derselben Lagerklasse zusammengelagert werden.
Die Zusammenlagerung mit folgenden Stoffen ist verboten:
- Arzneimittel, Lebensmittel und Futtermittel einschließlich Zusatzstoffe.
- Ansteckungsgefährliche, radioaktive und explosive Stoffe.
- Entzündbare flüssige Stoffe der Lagerklasse 3.
- Sonstige explosionsgefährliche Stoffe der Lagerklasse 4.1A
- Entzündbare feste Stoffe oder desensibilisierte Stoffe der Lagerklasse 4.1B.
- Pyrophore Stoffe.
- Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln.
- Stark oxidierend wirkende Stoffe der Lagerklasse 5.1A.
- Oxidierend wirkende Stoffe der Lagerklasse 5.1B.
- Organische Peroxide und selbstzersetzliche Stoffe.
- Brennbare und nicht brennbare akut giftige Stoffe der Lagerklassen 6.1A und 6.1B.
- Brennbare giftige oder chronisch wirkende Stoffe der Lagerklasse 6.1C.
- Nichtbrennbare giftige oder chronisch wirkende Stoffe der Lagerklasse 6.1D.
- Brennbare Flüssigkeiten der Lagerklasse 10.

Die Zusammenlagerung mit folgenden Stoffen ist nur unter bestimmten Bedingungen erlaubt (Einzelheiten siehe TRGS 510):
- Aerosole (Spraydosen).
- Ammoniumnitrat und ammoniumnitrathaltige Zubereitungen.
- Brennbare ätzende Stoffe der Lagerklasse 8A.
- Brennbare Feststoffe der Lagerklasse 11.

Spezielle Regelungen zur Zusammenlagerung verschiedener Gase nach TRGS 510 beachten.

TECHNISCHE SCHUTZMASSNAHMEN - BRAND- UND EXPLOSIONSSCHUTZ

Technische, konstruktive Maßnahmen:
Stoff ist brennbar.
Feuerlöscheinrichtungen sind bereitzustellen.
Die Möglichkeit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist in der Gefährdungsbeurteilung zu bewerten. Abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung können Maßnahmen nach TRGS 722 (Vermeidung der Bildung), TRGS 723 (Vermeidung der Entzündung) und TRGS 724 (konstruktiver Explosionsschutz) erforderlich werden.
Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.
Erden aller Teile, die sich gefährlich aufladen können.
Vor unzulässiger Erwärmung schützen, eventuell Kühlmöglichkeit durch Wasserberieselung vorsehen.

Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang:
Das Gas-Luft-Gemisch ist explosionsfähig.
Explosionsgefährdeter Bereich.
Von Zündquellen (z.B. elektrischen Geräten, offenen Flammen, Wärmequellen und Funken) fernhalten.
Rauchverbot beachten!
Schweißverbot im Arbeitsraum.
Arbeiten an Behältern und Leitungen nur nach sorgfältigem Freispülen und Inertisieren durchführen.

Vor dem Einleiten von Gas Ausrüstung mit Inertgas luftfrei spülen.
Vor Reinigung und Instandsetzung Inhalt mit Inertgas verdrängen.
Feuerarbeiten mit schriftlicher Erlaubnis durchführen, wenn sich Feuer- und Explosionsgefahren nicht restlos beseitigen lassen.
Keine funkenreißenden Werkzeuge verwenden.
Es ist zu verhindern, dass Gase oder Dämpfe in andere Räume, die Zündquellen enthalten, gelangen können.

ORGANISATORISCHE SCHUTZMASSNAHMEN

Gase in Druckgasflaschen dürfen nur von erfahrenen und entsprechend unterwiesenen Personen gehandhabt werden.
Unterweisung über Gefahren und Schutzmaßnahmen anhand der Betriebsanweisung (TRGS 555) mit Unterschrift erforderlich.
Unterweisungen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich durchführen.
Ein Flucht- und Rettungsplan ist aufzustellen, wenn Lage, Ausdehnung und Nutzungsart der Arbeitsstätte dies erfordern.
Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz beachten.
Das Betreten der Betriebsbereiche ist nur den Beschäftigten gestattet. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen.

PERSÖNLICHE SCHUTZMASSNAHMEN

Körperschutz:
Flammhemmende, antistatische Schutzkleidung verwenden.
Beim Umgang mit Druckgasflaschen sind Sicherheitsschuhe zu tragen.

Atemschutz:
In Ausnahmesituationen (z.B. unbeabsichtigte Stofffreisetzung) ist das Tragen von Atemschutz erforderlich. Tragezeitbegrenzungen beachten.
Atemschutzgerät: Isoliergerät
Keine Filtergeräte verwenden.

Augenschutz:
Schutzbrille mit Seitenschutz tragen.

Handschutz:
Beim Hantieren mit Druckgasflaschen sind Arbeitshandschuhe zu tragen.

Arbeitshygiene:
Beim Umgang mit dem Gas bzw. den Druckbehältern nicht rauchen.
Einatmen des Gases vermeiden.
Durchgaste Kleidung sofort wechseln und entfernt von Zündquellen lüften.

ENTSORGUNG

Gefährlicher Abfall nach Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV).
Druckgasflaschen können in der Regel an den Lieferanten zurückgegeben werden. Druckdosen sind Einwegbehälter und müssen entsorgt werden.
Druckgasbehälter nicht bis zum völligen Druckausgleich entleeren. Leere Behälter kennzeichnen, um Verwechslungen zu vermeiden.

MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

Alle Zündquellen beseitigen.
Für ausreichende Lüftung sorgen.
Gefährdeten Bereich räumen, betroffene Umgebung warnen.

Zur Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf der Gefahrenbereich nur mit einem umgebungsluftunabhängigen Atemschutzgerät betreten werden, sofern nicht die Ungefährlichkeit der Atmosphäre nachgewiesen ist.

Versuchen, das Ausströmen des Gases zu unterbinden. Ansonsten undichte Flaschen unter Absaugung stellen oder ins Freie bringen.
Die Konzentration des freigesetzten Gases überwachen.
Das Risiko der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre ist zu berücksichtigen.
Bei Gasfreisetzung im Freien auf windzugewandter Seite bleiben.

Gewässergefährdung:
Eine Wassergefährdung beim Eindringen in Gewässer, Kanalisation oder Erdreich ist nicht zu befürchten.

MASSNAHMEN BEI BRÄNDEN

Brandklasse:

C gasförmige, auch unter Druck stehende Stoffe

Geeignete Löschmittel:
Wasser (Sprühstrahl - keinen Vollstrahl einsetzen)
Trockenlöschpulver

Ungeeignete Löschmittel:
Kohlendioxid

Verhaltensmaßregeln:
Im Brandfall Feuerwehr auf das Vorhandensein von Druckbehältern aufmerksam machen.
Gefährdete Druckbehälter mit Wassersprühstrahl aus geschützter Position kühlen.
Behälter wenn möglich aus der Gefahrenzone bringen.
Drucksteigerung, Berst- und Explosionsgefahr beim Erhitzen.
Zündquellen beseitigen.
Nur löschen, wenn der Gasstrom zu unterbrechen ist.
Explosionsgefahr durch Gasansammlung und Rückzündung.
Nur explosionsgeschützte Geräte verwenden.

Persönliche Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung:
Im Brandfall können gefährliche Stoffe freigesetzt werden.
Kohlenmonoxid und Kohlendioxid
Umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

WEITERE ANGABEN

Besondere Maßgaben nach TRGS 407:
1. Es darf nur Methan gefüllt werden, das frei von Cyanwasserstoff ist. Methan, das Schwefelverbindungen enthält, darf nur gefüllt werden, wenn die Schwefelverbindungen nach Art und Menge keine Spannungsrisskorrosion verursachen können.
2. Werden vor dem Füllen Fremdstoffe oder Feuchtigkeit in der Flasche festgestellt, müssen diese vor dem Füllen entfernt werden.
3. Das zu füllende Gas muss trocken sein, d.h. der Taupunkt ‹ – 10 °C sein und darf nur in trockene Behälter gefüllt werden.

VORSCHRIFTEN

GHS-Einstufung/Kennzeichnung | Farbkennzeichnung | Arbeitsplatzkennzeichnung | Wassergefährdungsklasse | TA Luft | Transportvorschriften | Störfallverordnung | Verwendungsbeschränkungen | TRGS | Vorschriften UV-Träger

EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG

Einstufung:
Entzündbare Gase, Kategorie 1; H220
Gase unter Druck, verdichtetes Gas; H280

Signalwort: "Gefahr"

Gefahrenhinweise - H-Sätze:
H220: Extrem entzündbares Gas.
H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

Sicherheitshinweise - P-Sätze:
P210: Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.
P377: Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P381: Bei Undichtigkeit alle Zündquellen entfernen.
P403: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

Herstellerangabe der Firma Air Liquide

Quelle: 01401
Stand: 2018
geprüft: 2020

Der Stoff ist gelistet in Anhang VI, Tabelle 3 der EG-GHS-Verordnung.
Die angegebene Einstufung kann von der Listeneinstufung abweichen, da diese bezüglich fehlender oder abweichender Gefahrenklassen und Kategorien für den jeweiligen Stoff zu ergänzen ist.

Quelle: *99999*

FARBKENNZEICHNUNG VON GASFLASCHEN

Schulterfarbe: Rot (entzündbare Gase)

ARBEITSPLATZKENNZEICHNUNG NACH ASR A1.3

Verbotszeichen:

Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten

Zutritt für Unbefugte verboten

Warnzeichen:

Warnung vor Gasflaschen

Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre

Gebotszeichen:

Augenschutz benutzen

Fußschutz benutzen

Schutzhandschuhe benutzen

EINSTUFUNG WASSERGEFÄHRDENDER STOFFE

Stoff Nr.: 1343

Nicht wassergefährdender Stoff

Einstufung gemäß Bekanntmachung der Liste der wassergefährdenden Stoffe im Bundesanzeiger vom 10.08.2017, zuletzt ergänzt 17.12.2020

TECHNISCHE ANLEITUNG ZUR REINHALTUNG DER LUFT (TA LUFT)

Kapitel 5.2.5 Organische Stoffe.
Insgesamt dürfen folgende Werte im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht überschritten werden:

Massenstrom: 0,50 kg/h

oder

Massenkonzentration: 50 mg/m³

Bei Altanlagen mit einem jährlichen Massenstrom von bis zu 1,5 Mg/a, angegeben als Gesamtkohlenstoff, dürfen die Emissionen im Abgas den Massenstrom 1,5 kg/h nicht überschreiten.

TRANSPORTVORSCHRIFTEN

ISA GESTIS-Stoffdatenbank

UN-Nummer: 1971
Gefahrgut-Bezeichnung: Methan, verdichtet oder Erdgas, verdichtet, mit hohem Methangehalt
Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr: 23
Klasse: 2.1 (Entzündbare Gase)
Verpackungsgruppe: -
Gefahrzettel: 2.1

Klassifizierungscode: 1F

Tunnelbeschränkungen:
Beförderungen in Tanks: Durchfahrt verboten durch Tunnel der Kategorien B, C, D und E.
Sonstige Beförderungen: Durchfahrt verboten durch Tunnel der Kategorien D und E.

Quelle: 07902

STÖRFALLVERORDNUNG (StoerfallV)

Anhang I Nummer: 1.2.2
P2 Entzündbare Gase, Kategorie 1 oder 2
Mengenschwelle untere Kl.: 10 t
Mengenschwelle obere Kl.: 50 t

VERWENDUNGSBESCHRÄNKUNGEN / VERWENDUNGSVERBOTE

REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 Anhang XVII
Anhang XVII, Nummer 40
Dürfen weder als Stoff noch als Gemisch in Aerosolpackungen verwendet werden, die dazu bestimmt sind, für Unterhaltungs- und Dekorationszwecke an die breite Öffentlichkeit abgegeben zu werden, wie z. B. für
Dekorationen mit metallischen Glanzeffekten, insbesondere für Festlichkeiten,
künstlichen Schnee und Reif,
unanständige Geräusche,
Luftschlangen,
Scherzexkremente,
Horntöne für Vergnügungen,
Schäume und Flocken zu Dekorationszwecken,
künstliche Spinnweben,
Stinkbomben.
Weitere Informationen zu den Verboten und Ausnahmen sind der Verordnung zu entnehmen.

Anhang XVII der Verordnung (EG) 1907/2006, konsolidierte Version (BAUA)

TECHNISCHE REGELN FÜR GEFAHRSTOFFE (TRGS)

TRGS 201
Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen; Ausgabe Februar 2017, zuletzt geändert und ergänzt April 2018

TRGS 400
Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen; Ausgabe Juli 2017

TRGS 555
Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten; Ausgabe Februar 2017

TRGS 600
Substitution; Ausgabe Juli 2020

TRGS 407
Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung; Ausgabe Februar 2016, geändert und ergänzt Oktober 2016

TRGS 745/TRBS 3145
Ortsbewegliche Druckgasbehälter - Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren; Ausgabe Februar 2016

TRGS 746/TRBS 3146
Ortsfeste Druckanlagen für Gase; Ausgabe September 2016

TRGS 510
Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern; Ausgabe Januar 2013, zuletzt berichtigt November 2015

TRGS 500
Schutzmaßnahmen; Ausgabe September 2019

TRGS 800
Brandschutzmaßnahmen; Ausgabe Dezember 2010

TRGS 720
Gefährliche explosionsfähige Gemische - Allgemeines; Ausgabe Juli 2020

TRGS 721
Gefährliche explosionsfähige Gemische - Beurteilung der Explosionsgefährdung; Ausgabe Oktober 2020, zuletzt berichtigt Dezember 2020

TRGS 722
Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Ausgabe März 2012

TRGS 723
Gefährliche explosionsfähige Gemische - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische; Ausgabe Juli 2019, zuletzt geändert Oktober 2020

TRGS 724
Gefährliche explosionsfähige Gemische - Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken, Ausgabe Juli 2019

VORSCHRIFTEN DER UNFALLVERSICHERUNGSTRÄGER

DGUV Regel 112-190
Benutzung von Atemschutzgeräten, Ausgabe Dezember 2011
http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/r-190.pdf

LINKS

Internationale Grenzwerte (nur auf Englisch)
Publikationen des IGV (Industriegaseverband e.V.)
DGUV Information 213-098: Stoffliste - Unterricht in Schulen

LITERATURVERZEICHNIS

Quelle: 00001
IFA: Erfassungs- und Pflegehandbuch der GESTIS-Stoffdatenbank (nicht öffentlich)
Data acquisition and maintenance manual of the GESTIS substance database (non-public)

Quelle: 00260
1x1 der Gase. Physikalische Daten für Wissenschaft und Praxis. Herausgeber: AIR LIQUIDE Deutschland GmbH, Düsseldorf, 1. Auflage 2005

Quelle: 00419
CHEMINFO - Chemical Profiles Created by CCOHS

Quelle: 00440
Datenbank CHEMSAFE, Version 2016.0, DECHEMA-PTB-BAM

Quelle: 00454
Hazardous Substances Data Bank (HSDB)

Quelle: 01401
GHS-Sicherheitsdatenblatt, Air Liquide
GHS Material Safety Data Sheet, Air Liquide

Quelle: 01411
GHS-Sicherheitsdatenblatt, Linde
GHS Material Safety Data Sheet, Linde

Quelle: 02005
IGV IndustrieGaseVerband e.V.
www.industriegaseverband.de

Quelle: 02070
LOG KOW Databank, compiled by Dr. James Sangster, Sangster Research Laboratories, Montreal, Canada, distributed by Technical Database Services (TDS), New York

Quelle: 05200
Kühn-Birett "Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe" Loseblattsammlung mit Ergänzungslieferungen, ecomed Sicherheit, Landsberg

Quelle: 05240
TRGS 407 "Tätigkeiten mit Gasen - Gefährdungsbeurteilung" Ausgabe Februar 2016

Quelle: 05300
TRGS 510 "Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern" Ausgabe Januar 2013, in der Fassung vom 30.11.2015

Quelle: 06002
L. Roth, U. Weller
"Gefährliche Chemische Reaktionen" Loseblattsammlung mit Ergänzungslieferungen
"Dangerous chemical reactions" loose-leaf collection with supplement deliveries
ecomed-Verlag

Quelle: 06501
DIN EN 378-1 "Kälteanlagen und Wärmepumpen" Ausgabe Juni 2008 mit Berichtigung Januar 2010

Quelle: 07450
Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006

Quelle: 07580
Bekanntmachung der Liste der wassergefährdenden Stoffe im Bundesanzeiger vom 10.08.2017, zuletzt geändert 17.12.2020

Quelle: 07635
AUERDATA 98

Quelle: 07748
American Conference of Governmental Industrial Hygienists "Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices Loseblattsammlung mit Ergänzungslieferungen

Quelle: 07902
BAM: Datenbank Gefahrgut-Schnellinfo

Quelle: 08089
E. Bingham, B. Cohrssen, C.H. Powell (edts.) "Patty´s Toxicology" Fifth Edition, John Wiley & Sons, New York 2001

Quelle: 99983
Liste arbeitsmedizinisch-toxikologischer Standardwerke (2)
List of standard references regarding occupational health and toxikology (2)

Quelle: 99996
Projektgebundene arbeitsmedizinisch-toxikologische Literatur (2)
Project related bibliographical references regarding occupational health and toxikology (2)

Quelle: 99999
Angabe des Bearbeiters
Indication of the editor

Identifikation | Charakterisierung | Formel | Phys.-chem. Eigenschaften | Arbeitsmedizin Erste Hilfe | Sicherer Umgang | Vorschriften | Links | Literaturverzeichnis

Dieses Stoffdatenblatt wurde sorgfältig erstellt. Dennoch kann für den Inhalt keine Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, übernommen werden.

EG-SICHERHEITSDATENBLATT

ABSCHNITT 1 BEZEICHNUNG DES STOFFES BZW. DES GEMISCHES UND DES UNTERNEHMENS

Dieses Sicherheitsdatenblatt entspricht den gesetzlichen Bestimmungen in Deutschland.

1.1. PRODUKTIDENTIFIKATOR

Produktbezeichnung: **MOBIL PEGASUS 1005**
Produktbeschreibung: Grundöl und Additive
Produktschlüssel: 201525106025

1.2. RELEVANTE IDENTIFIZIERTE VERWENDUNGEN DES STOFFES ODER DES GEMISCHES UND VERWENDUNGEN, VON DENEN ABGERATEN WIRD

Vorgesehene Verwendung: Erdgasmotorenöl

Verwendungen, von denen abgeraten wird: Keine, wenn nicht an anderer Stelle in diesem Sicherheitsdatenblatt angegeben.

1.3. ANGABEN DES LIEFERANTEN DES SICHERHEITSDATENBLATTS

Lieferant:
ExxonMobil Petroleum & Chemical BV
POLDERDIJKWEG
B-2030 Antwerpen
Belgien

Produkttechnische Information (ESSO Deutschland GmbH als inländische Kontaktperson der EMPC):	0800 7522584
Telefonnummer des Lieferanten:	0800 7522584
Sicherheitsdatenblatt Internetadresse:	www.msds.exxonmobil.com
E-Mail (Kontakt für MSDS):	SDS.DE@EXXONMOBIL.COM
Lieferant/ Registrant:	(BE) +32 3 790 3111

1.4. NOTRUFNUMMER

24-Stunden-Notruf: +(49)-69643580409 (CHEMTREC)
Toxzentrum: 030-30686 790 (Giftnotruf Berlin)

ABSCHNITT 2 MÖGLICHE GEFAHREN

2.1. EINSTUFUNG DES STOFFES ODER GEMISCHES

Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Nicht eingestuft

2.2. KENNZEICHNUNGSELEMENTE

Kennzeichnungselemente nach Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Gefahrenhinweise

Ergänzende:
EUH210: Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH208: Enthält: C14-16-18 ALKYLPHENOL Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

2.3. ANDERE GEFAHREN

Physikalische-chemische Gefahren:
Keine bedeutenden Gefahren.

Gesundheitsgefahren:
Injektion unter die Haut mit hohem Druck kann schwere Schäden verursachen. Übermäßige Exposition kann zu Reizungen der Augen, Haut oder Atemwege führen.

Umweltgefahren:
Keine bedeutenden Gefahren.Das Produkt erfüllt nicht die PBT- oder vPvB-Kriterien gemäß Anhang XIII der REACH-Verordnung.

ABSCHNITT 3 ZUSAMMENSETZUNG / ANGABEN ZU BESTANDTEILEN

3.1. STOFFE Nicht anwendbar. Das Produkt ist als Gemisch eingestuft.

3.2. GEMISCHE

Das Produkt ist als Gemisch eingestuft.

Meldepflichtige gefährliche Stoffe, die die Einstufungskriterien und/oder eine Expositionsgrenze (OEL) erfüllen

Name	CAS#	EG Nr.	Registrierung#	Konzentration *	GHS/CLP Einstufung
2-PENTANOL, 4-METHYL-, HYDROGEN PHOSPHORODITHIOATE, ZINKSALZ	2215-35-2	218-679-9	01-2119953275-34	0.1 - < 1%	[Acute Tox. 5 H303], [Aquatic Acute 2 H401], Aquatic Chronic 2 H411, Skin Irrit. 2 H315, Eye Dam. 1 H318
Reaktionsmasse aus Isomeren von C7-9-Alkyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionat	125643-61-0	406-040-9	01-2119830067-43	1 - < 5%	Aquatic Chronic 4 H413
C14-16-18 ALKYLPHENOL	-	931-468-2	01-2119498288-19	0.1 - < 1%	Skin Sens. 1B H317, STOT RE 2 H373

Hinweis - jede Einstufung in Klammern ist ein GHS-Modul, das von der EU in der CLP-Verordnung (Nr. 1272/2008) nicht angenommen wurde und demnach in der EU oder in nicht EU-Ländern, die die CLP-Verordnung eingeführt haben, nicht anwendbar ist, und nur zu Informationszwecken gezeigt wird.

* Alle Konzentrationen sind als Gewichtsprozente angegeben, wenn das Produkt kein Gas ist. Gaskonzentrationen werden in Volumenprozenten angegeben.

Hinweis: Siehe Abschnitt 16 im Sicherheitsdatenblatt für den vollständigen Wortlaut der Gefahrenbezeichnungen.

ABSCHNITT 4 ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

4.1. BESCHREIBUNG DER ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

INHALATION

Aus dem Kontaktbereich entfernen. Helfer müssen Belastungen für sich selbst und andere vermeiden. Geeigneten Atemschutz tragen. Bei Reizung der Atemwege, Schwindelgefühlen, Übelkeit oder Bewusstlosigkeit sofort ärztliche Hilfe herbeiziehen. Bei Atemstillstand die Atmung durch ein Beatmungsgerät oder durch Mund zu Mund Beatmung unterstützen.

HAUTKONTAKT

Kontaktstellen mit Wasser und Seife waschen. Wenn das Produkt in oder unter die Haut oder in einen Körperteil injiziert wurde, sollte die Person unabhängig vom Aussehen oder der Größe der Wunde sofort von einem Arzt als chirurgischer Notfall begutachtet werden. Obwohl Symptome durch Injektion bei hohem Druck zunächst minimal oder nicht vorhanden sein können, kann die frühe chirurgische Behandlung innerhalb der ersten Stunden den endgültigen Umfang der Verletzung beträchtlich verringern.

AUGENKONTAKT

Gründlich mit Wasser spülen. Wenn Reizungen auftreten, ärztliche Hilfe herbeiziehen.

EINNAHME

Erste Hilfe ist normalerweise nicht erforderlich. Bei Unwohlsein medizinische Hilfe in Anspruch nehmen.

4.2. WICHTIGSTE AKUT UND VERZÖGERT AUFTRETENDE SYMPTOME UND AUSWIRKUNGEN

Lokale Nekrose, durch verzögertes Auftreten von Schmerzen und Gewebeschädigung ein paar Stunden nach der Injektion belegt.

4.3. INDIKATION FÜR SOFORTIGE ÄRZTLICHE VERSORGUNG UND ERFORDERLICHE SPEZIELLE BEHANDLUNG

Es ist nicht notwendig und wird nicht erwartet, dass bestimmte Mittel zur speziellen und sofortigen medizinischen Behandlung am Arbeitsplatz vorhanden sind.

ABSCHNITT 5 MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG

5.1. LÖSCHMITTEL

Geeignete Löschmittel: Zum Löschen Wassernebel, Schaum, Pulver- oder Kohlendioxid-Feuerlöscher verwenden

Ungeeignete Löschmittel: Direkter Wasserstrahl

5.2. BESONDERE VOM STOFF ODER GEMISCH AUSGEHENDE GEFAHREN

Gefährliche Verbrennungsprodukte: Aldehyde, Produkte unvollständiger Verbrennung, Kohlenstoffoxide, Rauch, Dunst, Schwefeloxide

5.3. HINWEISE FÜR DIE BRANDBEKÄMPFUNG

Anleitungen zur Brandbekämpfung: Das Gebiet evakuieren. Abfließende Feuerlöschmaterialien oder deren Verdünnungen nicht in Gewässer, Abwasserkanäle oder Trinkwasserreservoire gelangen lassen. Feuerwehrleute müssen eine Standardschutzausrüstung verwenden, einschliesslich, Helme mit Gesichtsschutz und umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA). Mit einem Wassernebel dem Feuer ausgesetzte Oberflächen kühlen und Arbeiter schützen.

ENTFLAMMBARKEITSEIGENSCHAFTEN

Flammpunkt [Verfahren]: >220°C (428°F) [ASTM D-92]
Obere/Untere Flammbarkeitsgrenzen (Vol.-% in Luft ca.): Obere Expl. Grenze: 7.0 Untere Expl. Grenze: 0.9 [Geschätzt]
Selbstentzündungstemperatur: Keine Daten vorhanden

ABSCHNITT 6 MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

6.1. PERSÖNLICHE VORSICHTSMASSNAHMEN, SCHUTZAUSRÜSTUNG UND SICHERHEITSMASSNAHMEN

BENACHRICHTIGUNGSVERFAHREN

Im Fall eines Austretens oder von unbeabsichtigtem Freisetzen benachrichtigen Sie die zuständigen Behörden gemäß aller zutreffenden Bestimmungen.

SCHUTZMASSNAHMEN

Kontakt mit dem ausgetretenen Material vermeiden. Siehe Abschnitt 5 für Informationen zur Feuerabwehr. Bei signifikanten Gefahren siehe den Abschnitt Mögliche Gefahren. Für Ratschläge zur Ersten Hilfe siehe Abschnitt 4. Für Ratschläge zu minimalen Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung siehe Abschnitt 8. Zusätzliche Schutzmaßnahmen können abhängig von den spezifischen Bedingungen und/oder der Expertenbeurteilung des Ersthelfers notwendig sein.

Für Ersthelfer: Atemschutz: Schutz der Atemwege ist nur in speziellen Fällen erforderlich, z.B bei der Bildung von Nebeln. Atemschutzgerät mit Halbmaske oder mit vollem Gesichtsschutz und mit Filter für Staub/organische Dämpfe, oder umluftunabhängiges Atemschutzgerät kann verwendet werden, je nach Menge des ausgetretenen Materials und des potentiellen Ausmasses der Exposition. Kann die Exposition nicht vollständig charakterisiert werden oder falls eine sauerstoffarme Atmosphäre möglich ist oder erwartet wird, dann wird ein Umluftunabhängiges Atemschutzgerät empfohlen. Arbeitshandschuhe, die beständig gegenüber Kohlenwasserstoffen sind, werden empfohlen. Handschuhe aus Polyvinylacetat (PVA) sind nicht wasserabweisend und zur Verwendung bei Notfällen nicht geeignet. Chemikalienbeständige Schutzbrille wird empfohlen, wenn Spritzer oder Kontakt mit den Augen möglich ist. Kleine Mengen an Verschüttetem: Übliche antistatische Arbeitskleidung reicht in der Regel aus. Große Mengen an Verschüttetem: Ganzkörperanzug aus chemisch beständigem, antistatischem Material wird empfohlen.

6.2. UMWELTSCHUTZMASSNAHMEN

Große Mengen ausgetretenen Materials: Weit von der Flüssigkeitsaustrittsstelle entfernt eindämmen und später aufsaugen und entsorgen. Eindringen in Wasserläufe, Abwasserkanäle, Keller oder geschlossene Bereiche verhindern.

6.3. METHODEN UND MATERIALIEN FÜR EINDÄMMUNG UND REINIGUNG

Freisetzung zu Land: Die Austrittsstelle abdichten, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Durch Pumpen oder mit einem geeigneten Absorptionsmittel beseitigen.

Freisetzung in Wasser: Die Austrittsstelle abdichten, soweit dies ohne Gefahr möglich ist. Das verschüttete Material sofort mit Sperren eindämmen. Anderen Schiffsverkehr warnen. Von der Oberfläche durch Abschöpfen oder mit einem geeigneten Absorptionsmittel entfernen. Vor dem Einsatz von Dispersionsmitteln den Rat eines Fachmanns einholen.

Empfehlungen beim Austritt im Wasser oder auf dem Land beruhen auf den wahrscheinlichsten Unfallszenarien für diese Substanz. Geographische Bedingungen, Wind, Temperatur (und im Fall von Austritten im Wasser) Wellen und Strömungsrichtung und -geschwindigkeit können die zu ergreifenden Maßnahmen wesentlich beeinflussen. Daher sollten örtliche Experten zu Rate gezogen werden. Hinweis: Örtliche Richtlinien können zu ergreifende Maßnahmen vorschreiben oder begrenzen.

6.4. VERWEIS AUF ANDERE ABSCHNITTE

siehe Abschnitte 8 und 13

ABSCHNITT 7 HANDHABUNG UND LAGERUNG

7.1. VORSICHTSMASSNAHMEN ZUR SICHEREN HANDHABUNG

Kleine Austritte und Lecks verhindern, um Rutschgefahr zu vermeiden. Das Material kann statische Ladungen ansammeln, die einen elektrischen Funken (Zündquelle) verursachen können. Bei der Handhabung loser Mengen kann ein elektrischer Funken entflammbare Dämpfe von Flüssigkeiten oder Rückständen, die vorhanden sein können, entzünden (z.B. während Switch-Loading Vorgängen). Vorschriften und Verfahren zur sorgfältigen Erdung/Verbindung anwenden. Trotzdem kann Erdung/Verbindung die Gefahr einer statischen Aufladung nicht ausschliessen. Die örtlichen Standards als Richtlinien anwenden. Zusätzliche Hinweise sind enthalten im 'American Petroleum Institute 2003' (Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning and Stray Currents) oder im 'National Fire Protection Agency 77' (Recommended Practice on Static Electricity) oder im 'CENELEC CLC/TR 50404' (Electrostatics - Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity).

Statischer Akkumulator: Dieses Material ist ein statischer Akkumulator.

7.2. BEDINGUNGEN ZUR SICHEREN LAGERUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON UNVERTRÄGLICHKEITEN

Die Art der Behälter, die zur Lagerung des Materials verwendet wird, kann Auswirkungen auf die statische Aufladung und Ableitung (Dissipation) haben. Nicht in offenen oder unbeschrifteten Behältern lagern. Von unverträglichen Stoffen fernhalten.

7.3. SPEZIFISCHE ENDANWENDUNGEN

Abschnitt 1 informiert über identifizierte Verwendungen. Keine branchen- oder sektorspezifischen Leitlinien verfügbar.

ABSCHNITT 8 EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG

8.1. STEUERPARAMETER

Expositionsgrenzwerte / Richtwerte für Stoffe, die beim Umgang mit diesem Produkt entstehen können:
Wenn das Auftreten von Nebeln / Aerosolen möglich ist, wird Folgendes empfohlen:
5 mg/m³ - ACGIH TLV; 10 mg/m³ - ACGIH STEL (einatembare Fraktion)

Hinweis: Informationen über empfohlene Überwachungsverfahren können von den zuständigen Ämtern und Instituten eingeholt werden:
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BGIA)

8.2. EXPOSITIONSBEGRENZUNG

TECHNISCHE SCHUTZEINRICHTUNGEN

Das notwendige Schutzausmaß und die Art der technischen Maßnahmen hängen von den potentiellen Expositionsbedingungen ab. Mögliche technische Maßnahmen:
Keine besonderen Anforderungen unter normalen Anwendungsbedingungen und bei ausreichender Lüftung.

PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG

Die Wahl der persönlichen Schutzausrüstung hängt von den potentiellen Expositionsbedingungen ab, z.B. Verfahren, Handhabungsart, Konzentration und Lüftung. Die unten aufgeführten Informationen über die Wahl der Schutzausrüstung beim Gebrauch dieses Materials gehen von beabsichtigtem normalem Gebrauch aus.

Atemschutz: Wenn durch technische Maßnahmen die Schadstoffkonzentration in der Luft nicht auf einem für die Gesundheit der Arbeitskräfte hinreichenden Stand gehalten werden kann, kann ein zugelassener Atemschutz angebracht sein. Soweit zutreffend, müssen Wahl, Gebrauch und Wartung des Atemschutzes den Vorschriften entsprechen. Zu den für diese Substanz geeigneten Atemschutzgeräten gehören:
Keine besonderen Anforderungen unter normalen Anwendungsbedingungen und bei ausreichender Lüftung.

Verwenden Sie bei hohen Konzentrationen in der Luft ein zugelassenes Druckschlauchgerät. Schlauchgeräte mit einem Selbstretter können angebracht sein bei zu geringem Sauerstoffgehalt, wenn gefährliche Schadstoffkonzentrationen nicht wahrgenommen werden können, oder die Kapazität / Zulassung von Filtergeräten nicht ausreichend ist.

Handschutz: Spezielle Informationen über Handschuhe basieren auf der veröffentlichten Literatur und den Daten der Handschuhhersteller. Die Angemessenheit der Handschuhe und die Durchdringungszeiten können aufgrund der besonderen Anwendungsbedingungen unterschiedlich sein. Für besondere Hinweise zur Auswahl der Handschuhe und den Durchdringungszeiten wenden Sie sich bitte an den Handschuhhersteller. Die Handschuhe sollten geprüft und ersetzt werden, wenn sie Verschleiß zeigen oder beschädigt sind. Zu den für diese Substanz geeigneten Handschuhtypen gehören:
Unter gewöhnlichen Anwendungsbedingungen ist normalerweise kein Schutz erforderlich.

Augenschutz: Wenn Kontakt wahrscheinlich ist, wird eine Schutzbrille mit Seitenschutz empfohlen.

Haut- und Körperschutz: Spezielle Informationen über Kleidung beruhen auf der veröffentlichten Literatur und den Daten der Hersteller. Zu den für dieses Material geeigneten Schutzkleidungen gehören:
Unter gewöhnlichen Anwendungsbedingungen ist normalerweise kein Hautschutz erforderlich. In Übereinstimmung mit guten Arbeitshygienemaßnahmen, sollten Vorkehrungen zur Vermeidung von Hautkontakt ergriffen werden.

Spezifische Hygienemaßnahmen: Immer gute persönliche Hygiene einhalten, wie das Waschen nach dem Umgang mit dem Material sowie vor dem Essen, Trinken und/oder Rauchen. Arbeitskleidung und Schutzausrüstung regelmäßig reinigen, um Verunreinigungen zu entfernen. Kontaminierte Kleidung und

Fußbekleidung, die nicht gesäubert werden kann, entsorgen. Für Ordnung und Sauberkeit sorgen.

BEGRENZUNG UND ÜBERWACHUNG DER UMWELTEXPOSITION

Die geltenden Umweltrichtlinien einhalten, die die Einleitung in Luft, Wasser und Boden begrenzen. Zum Schutz der Umwelt geeignete Schutzmaßnahmen anwenden, um Emissionen zu begrenzen oder zu verhindern.

ABSCHNITT 9 PHYSIKALISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Hinweis: Physikalisch-chemische Eigenschaften werden nur aus Gründen der Sicherheit, Gesundheit und Umwelt angegeben und können die Produktspezifikationen nicht vollständig repräsentieren. Für zusätzliche Informationen wenden Sie sich bitte an den Lieferanten.

9.1. INFORMATION AUF BASIS DER PHYSIKALISCHEN UND CHEMISCHEN EIGENSCHAFTEN

Aggregatzustand: flüssig
Farbe: bernsteinfarben
Geruch: charakteristisch
Geruchsschwelle: Keine Daten vorhanden
pH-Wert: Technisch nicht durchführbar
Schmelzpunkt: Technisch nicht durchführbar
Erstarrungspunkt: Keine Daten vorhanden
Siedebeginn / und Siedebereich: > 288°C (550°F) [Geschätzt]
Flammpunkt [Verfahren]: >220°C (428°F) [ASTM D-92]
Verdunstungsgeschwindigkeit (n-Butylacetat = 1): Keine Daten vorhanden
Entflammbarkeit (Feststoff, Gas): Technisch nicht durchführbar
Obere/Untere Flammbarkeitsgrenzen (Vol.-% in Luft ca.): Obere Expl. Grenze: 7.0 Untere Expl. Grenze: 0.9 [Geschätzt]
Dampfdruck: < 0.013 kPa (0.1 mm Hg) bei 20°C [Geschätzt]
Dampfdichte (Luft = 1): > 2 bei 101 kPa [Geschätzt]
Relative Dichte (bei 15 °C): [Keine Daten vorhanden] [Testmethode nicht verfügbar]
Löslichkeit(en): Wasser Vernachlässigbar
Verteilungskoeffizient (n-Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizient): > 3.5 [Geschätzt]
Selbstentzündungstemperatur: Keine Daten vorhanden
Zersetzungstemperatur: Keine Daten vorhanden
Viskosität: [nb bei 40°C] | 13.6 cSt (13.6 mm2/sec) bei 100°C [ASTM D 445]
Explosionsfähigkeit: Keine
Oxidierende Eigenschaften: Keine

9.2. SONSTIGE ANGABEN

Pourpoint: -12°C (10°F) [ASTM D97]
DMSO Extrakt (nur für Mineralöle), IP-346: < 3 % Gew

ABSCHNITT 10 STABILITÄT UND REAKTIVITÄT

10.1. REAKTIVITÄT: Siehe nachfolgende Unterabschnitte.

10.2. CHEMISCHE STABILITÄT: Das Material ist unter normalen Bedingungen stabil.

10.3. MÖGLICHKEIT GEFÄHRLICHER REAKTIONEN: Gefährliche Polymerisation wird nicht auftreten.

10.4. ZU VERMEIDENDE BEDINGUNGEN: Übermäßige Hitze. Hochenergetische Zündquellen.

10.5. UNVERTRÄGLICHE MATERIALIEN: Starke Oxidationsmittel

10.6. GEFÄHRLICHE ZERSETZUNGSPRODUKTE: Dieses Produkt zersetzt sich nicht bei Umgebungstemperaturen.

ABSCHNITT 11 ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE

11.1. ANGABEN ÜBER TOXIKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN

Gefahrenklasse	Schlussfolgerung/Anmerkungen
Inhalierung	
Akute Toxizität: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Geringfügig toxisch. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Reizung: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Unbedeutende Gefahr bei normalen Handhabungs- bzw. Außentemperaturen.
Einnahme	
Akute Toxizität: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Geringfügig toxisch. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Haut	
Akute Toxizität: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Geringfügig toxisch. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Hautätzung/Reizung: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Unbedeutende Hautreizungen bei Außentemperatur. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Augen	
Schwere Augenschädigung/Reizung: Keine Daten zu den Endpunkten für das Material.	Kann leichte kurzfristige Augenbeschwerden hervorrufen. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Sensibilisierung	
Sensibilisierung der Atemwege: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Ist nicht als Sensibilisator der Atemwege bekannt.
Hautsensibilisierung: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Ist nicht als Hautsensibilisator bekannt. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Einsaugen: Daten verfügbar.	Wird nicht als Aspirationsgefahr erachtet. Basierend auf physikalisch-chemischen Eigenschaften des Materials.
Keimzell-Mutagenität: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Ist nicht als Keimzellen-Mutagen bekannt. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Karzinogenität: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Ist nicht als krebsverursachend bekannt. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Reproduktive Toxizität: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Ist nicht als reproduktionstoxisch bekannt. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.
Laktation (Stillen): Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Keine schädigende Wirkung auf Säuglinge über die Muttermilch bekannt.
Spezifische Zielorgan-Toxizität (STOT, specific target organ toxicity)	
Einmalige Exposition: Für das Material sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	Keine schädigende Wirkung auf Organe bei einer einmaligen Exposition bekannt.
Wiederholte Exposition: Für das Material	Keine schädigende Wirkung auf Organe bei längerer oder

sind keine Daten zu Endpunkten verfügbar.	wiederholter Exposition bekannt. Basierend auf einer Beurteilung der Komponenten.

TOXZITÄT DER STOFFE

NAME	AKUTE TOXIZITÄT
2-PENTANOL, 4-METHYL-, HYDROGEN PHOSPHORODITHIOATE, ZINKSALZ	Orale Letalität: LD50 2230 mg/kg (Ratte)

SONSTIGE ANGABEN

Vom Produkt:

Basierend auf Tests mit der Komponente oder ähnlichen Formulierungen wird nicht erwartet, dass die Konzentration der Komponenten in dieser Formulierung eine Sensiblilisierung der Haut hervorruft..

Enthält:

Grundöl, stark raffiniert: In Tierversuchen nicht krebserregend. Repräsentative Substanz besteht den modifizierten Ames-Test, IP-346 und/oder andere Screeningtests. Untersuchungen durch Hautbelastung und Einatmen zeigten minimale Auswirkungen; nicht spezifische Infiltration von Immunzellen, Ölablagerung und minimale Granulombildung in den Lungen. Bei Versuchstieren nicht sensibilisierend.

ABSCHNITT 12 ANGABEN ZUR ÖKOLOGIE

Die Informationen basieren auf Daten, die für das Produkt, die Bestandteile des Produktes sowie für ähnliche Produkte durch die Anwendung von Übertragungsgrundsätzen (Bridging Principles) zur Verfügung stehen.

12.1. TOXIZITÄT

Produkt -- Wird nicht als schädlich für Wasserorganismen angesehen.

12.2. PERSISTENZ UND ABBAUBARKEIT

Biotischer Abbau:

Grundölbestandteil -- Wird als inhärent biologisch abbaubar angesehen.

12.3. BIOAKKUMULATIVES POTENTIAL

Grundölbestandteil -- Besitzt ein Potential zur Bioakkumulation, jedoch können Metabolismus oder physikalische Eigenschaften die Biokonzentration reduzieren oder die biologische Verfügbarkeit begrenzen.

12.4. MOBILITÄT IM ERDREICH

Grundölbestandteil -- Dieses Material hat eine geringe Löslichkeit und schwimmt. Es geht wahrscheinlich vom Wasser auf das Land über. Es kann eine Verteilung auf die Sedimentschicht und Abwasserfeststoffe erwartet werden.

12.5. PERSISTENZ, BIOAKKUMULATION UND TOXIZITÄT EINER/VON SUBSTANZ(EN)

Das Produkt erfüllt nicht die PBT- oder vPvB-Kriterien gemäß Anhang XIII der REACH-Verordnung.

12.6. ANDERE SCHÄDLICHE WIRKUNGEN

Es werden keine Beeinträchtigungen erwartet.

ABSCHNITT 13 HINWEISE ZUR ENTSORGUNG

Empfehlungen zur Entsorgung auf Grundlage der gelieferten Substanz. Die Entsorgung muss in Übereinstimmung mit den zum Zeitpunkt der Entsorgung zutreffenden Gesetzen und Richtlinien und den Produkteigenschaften erfolgen.

13.1. ABFALLBEHANDLUNGSMETHODEN

Das Produkt ist zum Verbrennen in einem geschlossenen, kontrollierten Brennofen zum Brennstoffwert geeignet, oder zur Entsorgung durch kontrolliertes Verbrennen bei sehr hohen Temperaturen, bei denen die Bildung unerwünschter entzündlicher Produkte vermieden wird. Die Umwelt schützen. Entsorgung von Altöl bei bestimmten Annahmestellen. Den Kontakt mit der Haut auf ein Minimum beschränken. Altöl nicht mit Lösemitteln, Brems- oder Kühlflüssigkeiten mischen.

Europäischer Abfallschlüssel: 13 02 05*

Hinweis: Diese Abfallschlüsselnummer wurde auf Grundlage der häufigsten Anwendungen dieser Substanz zugewiesen und erwähnt u.U. durch den tatsächlichen Gebrauch entstehende Schadstoffe nicht. Abfallerzeuger müssen den tatsächlichen Prozess beurteilen, bei dem Abfälle und Schadstoffe entstehen, um die zutreffenden Abfallbeseitigungscodes zuzuweisen.

Dieses Produkt gilt als gefährlicher Abfall entsprechend der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien und unterliegt dieser Richtlinie, wenn nicht Artikel 20 dieser Richtlinie gilt.
Entsorgung ungereinigter Leergebinde: Recycling- und Abfallwirtschaftsgesetz

Warnung für leere Behälter: Warnung für leere Behälter (soweit zutreffend): Leere Behälter können Rückstände enthalten und gefährlich sein. Behälter nicht ohne genaue Anweisungen auffüllen oder säubern. Leere Fässer müssen völlig entleert und sicher aufbewahrt werden bis sie auf geeignete Weise wiederverwendet oder entsorgt werden können. Leere Behälter müssen über qualifizierte oder zugelassene Unternehmen gemäß der geltenden Bestimmungen recycelt, wiederverwendet oder entsorgt werden. BEHÄLTER NICHT UNTER DRUCK SETZEN, SCHNEIDEN, SCHWEISSEN, HARTLÖTEN, LÖTEN, BOHREN, SCHLEIFEN ODER HITZE, FLAMMEN, FUNKEN, STATISCHER ELEKTRIZITÄT ODER ANDEREN ZÜNDQUELLEN AUSSETZEN. SIE KÖNNEN EXPLODIEREN UND ZU VERLETZUNGEN ODER TOD FÜHREN.

ABSCHNITT 14 ANGABEN ZUM TRANSPORT

LANDWEG (ADR/RID): **14.1-14.6** Dieses Produkt unterliegt nicht den ADR/RID Bestimmungen für Strassen-/Schienentransport.

BINNENGEWÄSSER (ADN): **14.1-14.6** Dieses Produkt unterliegt nicht den ADNR Bestimmungen für den Binnenschiffstransport.

SEEWEG (IMDG): **14.1-14.6** Dieses Produkt unterliegt nicht den Bestimmungen des IMDG-Codes für den Seeschiffstransport.

SEEWEG (MARPOL-Übereinkommen 73/78 - Anhang II):

14.7. Transport in loser Schüttung gemäß Anhang II von MARPOL 73/78 und dem IBC-Code
Nicht eingestuft gemäß Anhang II

LUFTWEG (IATA): **14.1-14.6** Dieses Produkt unterliegt nicht den IATA-DGR Bestimmungen für den Lufttransport.

ABSCHNITT 15 VORSCHRIFTEN

RECHTLICHER STATUS UND GELTENDE GESETZE UND BESTIMMUNGEN

Aufgeführt oder befreit von der Auflistung / Meldung in den folgenden chemischen Verzeichnissen. :
AIIC, DSL, ENCS, IECSC, ISHL, KECI, PICCS, TCSI, TSCA

15.1. VORSCHRIFTEN ZU SICHERHEIT, GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ/SPEZIFISCHE RECHTSVORSCHRIFTEN FÜR DEN STOFF ODER DAS GEMISCH

Geltende EU-Richtlinien und -Vorschriften:

1907/2006 [...zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe ... und Änderungen dazu]
1272/2008 [über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen ... und Änderungen hierzu]

REACH Beschränkungen für die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von gefährlichen Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen (Anhang XVII):
Die folgenden Einträge aus Anhang XVII können für dieses Produkt berücksichtigt werden:
None

Im Land geltende Gesetze und Bestimmungen:
Für weitere Gebrauchshinweise wird auf die Unfallverhütungsvorschriften (BGV) und Unfallverhütungsvorschriften für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz (BGR) verwiesen.

Wassergefährdungsklasse (WGK): 2: deutlich wassergefährdend (gem. AwSV - Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen)
Störfallverordnung: Unterliegt nicht den Bestimmungen der deutschen Störfall-Verordnung.
Weitere deutsche Bestimmungen: Die Bestimmungen der AwSV, sowie gegebenfalls die Anlagenverordnung (VAwS) der Länder, sind beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zu beachten.
Technische Anleitung - Luft (TA-Luft): Dieses Produkt enthält Stoffe, die Nummer 5.2.5 unterliegen.

15.2. STOFFSICHERHEITSBEURTEILUNG

REACH Information: Eine Stoffsicherheitsbeurteilung wurde für eine oder mehrere Substanzen, die in dem Material enthalten sind, durchgeführt.

ABSCHNITT 16 SONSTIGE ANGABEN

REFERENZEN: Die folgenden Informationsquellen wurden bei der Erstellung des Sicherheitsdatenblattes verwendet: Ergebnisse aus eigenen Toxikologiestudien oder vom Lieferanten, CONCAWE Produktdossiers,

Veröffentlichungen von anderen Industrieverbänden wie dem europäischen Verband der Hersteller von Kohlenwasserstofflösemitteln, U.S. HPV Program Robust Summaries, EU IUCLID Data Base, U.S. NTP Veröffentlichungen und andere geeignete Quellen.

Liste der Abkürzungen und Akronyme, die in diesem Sicherheitsdatenblatt möglicherweise verwendet werden (aber nicht notwendigerweise verwendet werden):

Akronym	Volltext
na	Nicht anwendbar
nicht bestimmt	Nicht bestimmt
NB	Nicht bestimmt
VOC	Flüchtige Organische Verbindungen
AIIC	Australian Inventory of Industrial Chemicals
AIHA WEEL	American Industrial Hygiene Association, Umweltgrenzwerte an Arbeitsplätzen
ASTM	ASTM International, ursprünglich American Society for Testing and Materials (ASTM)
DSL	Inländische Substanzliste (Kanada)
EINECS	Europäisches Verzeichnis existierender kommerzieller chemischer Stoffe
ELINCS	Europäisches Verzeichnis der angemeldeten chemischen Stoffe
ENCS	Japanisches Handbuch der vorhandenen und neuen chemischen Stoffe
IECSC	Verzeichnis existierender chemischer Substanzen in China
KECI	Verzeichnis existierender chemischer Substanzen in Korea
NDSL	Nicht-inländische Substanzliste (Kanada)
NZIoC	Chemikalienverzeichnis von Neuseeland
PICCS	Philippinisches Verzeichnis von Chemikalien und chemischen Stoffen
TLV	Empfohlener Grenzwert (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Amerikanische Konferenz der staatlich-industriellen Hygieniker)
TSCA	Toxic Substances Control Act (TSCA Giftstoff-Kontrollgesetz, U.S.-Verzeichnis)
UVCB	Substanzen mit unbekannter oder variabler Zusammensetzung, Komplexe Reaktionsprodukte oder Biologische Materialien
LC	Letalkonzentration
LD	Letaldosis
LL	Letale Belastung
EC	Wirksame Konzentration
EL	Wirksame Belastung
NOEC	Nicht beobachtbare Testkonzentration
NOELR	Höchste Testbelastungsrate ohne beobachtete Wirkung

ERKLÄRUNG ZU DEN H-CODES IN ABSCHNITT 3 DIESES DOKUMENTS (nur zur Information):
[Acute Tox. 5 H303]: Kann beim Verschlucken gesundheitsschädlich sein; Akute Toxizität, oral, Kat 5
Skin Irrit. 2 H315: Verursacht Hautreizungen; Hautätzend/Hautreizend, Kat 2
Skin Sens. 1 H317: Kann allergische Hautreaktionen verursachen; Sensibilisierung der Haut, Kat
Eye Dam. 1 H318: Verursacht schwere Augenschäden; Schwere Augenschäden/Reizung, Kat
STOT RE 2 H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition; spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition, Kat
[Aquatic Acute 2 H401]: Giftig für Wasserorganismen; Akute Umwelttoxizität, Kat
Aquatic Chronic 2 H411: Giftig für Wasserorganismen, Langzeitwirkung; Chronische Umwelttoxizität, Kat
Aquatic Chronic 4 H413: Kann für Wasserorganismen schädlich sein, Langzeitwirkung; Chronische Umwelttoxizität, Kat

DIESES SICHERHEITSDATENBLATT ENTHÄLT FOLGENDE ÄNDERUNGEN:
Zusammensetzung: Liste der Bestandteile für REACH Information wurde geändert.
Zusammensetzung: Konzentration Fußnote Information wurde ergänzt.
Abschnitt 13: Europäischer Abfallschlüssel - Gefahrenhinweis Information wurde geändert.

Die hierin enthaltenen Informationen und Empfehlungen sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nach bestem Wissen und Gewissen von ExxonMobil korrekt und zuverlässig. Bitte wenden Sie sich an ExxonMobil, um sicherzustellen, dass es sich um das aktuellste verfügbare Dokument von ExxonMobil handelt. Die Informationen und Empfehlungen werden zur Befolgung und Prüfung vonseiten des Verwenders angeboten. Es ist die Verantwortung des Anwenders, sicherzustellen, dass das Produkt für die beabsichtigte Anwendung geeignet ist. Wenn der Käufer das Produkt neu verpackt, liegt es in der Verantwortung des Verwenders sicherzustellen, dass dem Behälter die richtigen Gesundheits- und Sicherheitsinformationen sowie andere notwendige Informationen beigefügt werden. Handhabern und Anwendern müssen geeignete Warnungen und Hinweise zur sicheren Handhabung zur Verfügung gestellt werden. Änderungen dieses Dokuments sind strengstens verboten. Die Neuveröffentlichung oder Weiterleitung dieses Dokuments ist sowohl teilweise als auch vollständig nur in dem Ausmaß gestattet, in dem es gesetzlich erforderlich ist. Der Begriff ExxonMobil wird der Einfachheit halber verwendet. Dazu können alleine oder miteinander die ExxonMobil Chemical Company, die ExxonMobil Corporation und alle Gesellschaften gehören, an denen sie direkt oder indirekt auf irgendeine Weise Beteiligungen halten.

Nur zum internen Gebrauch
MHC: 0B, 0B, 0, 0, 0, 0 PPEC: A

DGN: 7083715XDE (1013658)

Das Produkt ist für gesundheitliche Gefahren und Umweltgefahren nicht klassifiziert. Ein Expositionsszenario wird nicht benötigt. Das Sicherheitsdatenblatt übermittelt die geeigneten Risikomanagementmaßnahmen.

ANHANG

Anhang ist für dieses Material nicht erforderlich.

We create chemistry

Sicherheitsdatenblatt

ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens

1.1. Produktidentifikator

GLYSANTIN® G48® blue-green

1.2. Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Relevante identifizierte Verwendungen: Kühlerschutzmittel

1.3. Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma:
BASF SE
67056 Ludwigshafen
GERMANY
Fuel and Lubricant Solutions

Telefon: +49 621 60-51555
E-Mailadresse: product-safety-auto-refinery@basf.com

1.4. Notrufnummer

International emergency number:
Telefon: +49 180 2273-112

ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

2.1. Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]

Acute Tox. 4 (oral)
STOT RE (Niere) 2

H302, H373

Für die in diesem Abschnitt nicht vollständig ausgeschriebenen Einstufungen ist der volle Wortlaut in Abschnitt 16 aufgeführt.

2.2. Kennzeichnungselemente

Globally Harmonized System, EU (GHS)

Piktogramm:

Signalwort:
Achtung

Gefahrenhinweis:

H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373	Kann die Organe (Niere) schädigen nach längerer oder wiederholter Exposition.

Sicherheitshinweise (Vorbeugung):

P260	Staub/Gas/Nebel/Dampf nicht einatmen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P264	Nach Gebrauch mit viel Wasser und Seife gründlich waschen.

Sicherheitshinweise (Reaktion):

P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P301 + P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P330	Mund ausspülen.

Sicherheitshinweise (Entsorgung):

P501	Inhalt/Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.

Entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]

Gefahrenbestimmende Komponente(n) zur Etikettierung: Ethandiol

2.3. Sonstige Gefahren

Entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 [CLP]

Keine besonderen Gefahren bekannt, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.1. Stoffe

Nicht anwendbar

3.2. Gemische

Chemische Charakterisierung

Ethandiol

Inhibitoren

Das Produkt enthält einen oder mehrere Stoffe in einer Konzentration >= 0,1 % w/w, welche(r) auf der Kandidaten-Liste nach Art. 59 (1, 10) der REACH Verordnung EC Nr. 1907/2006 aufgeführt ist/sind: Dinatriumtetraborat, wasserfrei

Gefährliche Inhaltsstoffe (GHS)
gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008

Ethandiol

Gehalt (W/W): > 90 %	Acute Tox. 4 (oral)
CAS-Nummer: 107-21-1	STOT RE (Niere) 2
EG-Nummer: 203-473-3	H302, H373
REACH Registriernummer: 01-2119456816-28	
INDEX-Nummer: 603-027-00-1	

2-Ethylhexansäure, Natriumsalz

Gehalt (W/W): > 2 % - < 3 %	Repr. 2 (ungeborenes Kind)
CAS-Nummer: 19766-89-3	H361d
EG-Nummer: 243-283-8	

Dinatriumtetraborat, wasserfrei

Gehalt (W/W): >= 0,3 % - <= 1 %	Eye Dam./Irrit. 2
CAS-Nummer: 1330-43-4	Repr. 1B (Fertilität)
EG-Nummer: 215-540-4	Repr. 1B (ungeborenes Kind)
REACH Registriernummer: 01-2119490790-32	M-Faktor akut: 1
INDEX-Nummer: 005-011-00-4	M-Faktor chronisch: 1
	H319, H360FD

Für die in diesem Abschnitt nicht vollständig ausgeschriebenen Einstufungen, einschließlich der Gefahrenklassen und der Gefahrenhinweise, ist der volle Wortlaut in Abschnitt 16 aufgeführt.

ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1. Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

Verunreinigte Kleidung sofort entfernen.

Nach Einatmen:
Ruhe, Frischluft, Arzthilfe.

Nach Hautkontakt:
Mit Wasser und Seife gründlich abwaschen.

Nach Augenkontakt:
Mindestens 15 Minuten bei gespreizten Lidern unter fließendem Wasser gründlich ausspülen.

Nach Verschlucken:
Sofort Mund ausspülen und 200-300 ml Wasser nachtrinken, Arzthilfe. Gabe von 50 ml reinem Ethanol in trinkbarer Konzentration.

4.2. Wichtigste akute und verzögerte Symptome und Auswirkungen

Symptome: Die wichtigsten bekannten Symptome und Wirkungen sind in der Kennzeichnung des Produktes (s. Abschnitt 2) und/oder in Abschnitt 11 beschrieben.

(Weitere) Symptome und/oder Wirkungen sind bisher nicht bekannt

4.3. Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Behandlung: Symptomatische Behandlung (Dekontamination, Vitalfunktionen).
Antidot: Gabe von Ethanol.

ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1. Löschmittel

Geeignete Löschmittel:
Wassersprühstrahl, Löschpulver, alkoholbeständiger Schaum, Kohlendioxid

5.2. Besondere, von dem betreffenden Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

gesundheitsschädliche Dämpfe
Entwicklung von Rauch/Nebel. Die genannten Stoffe/Stoffgruppen können bei einem Brand freigesetzt werden.

5.3. Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung:
Umluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

Weitere Angaben:
Gefährdung hängt von den verbrennenden Stoffen und den Brandbedingungen ab. Kontaminiertes Löschwasser muss entsprechend den behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Besondere Rutschgefahr durch ausgelaufenes/verschüttetes Produkt.

6.1. Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Persönliche Schutzkleidung verwenden.

6.2. Umweltschutzmaßnahmen

Verunreinigtes Wasser/Löschwasser zurückhalten. Nicht in die Kanalisation/Oberflächenwasser/Grundwasser gelangen lassen.

6.3. Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Für große Mengen: Produkt abpumpen.
Bei Resten: Mit geeigneten flüssigkeitsbindenden Materialien aufnehmen. Das aufgenommene Material vorschriftsmäßig entsorgen.

6.4. Verweis auf andere Abschnitte

Angaben zur Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen und zu Hinweisen zur Entsorgung können den Abschnitten 8 und 13 entnommen werden.

ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung

7.1. Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Gute Be- und Entlüftung von Lager- und Arbeitsplatz. Gebinde nach Produktentnahme sofort wieder verschließen, da das Produkt die Feuchtigkeit der Luft aufnimmt.

Brand- und Explosionsschutz:
Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

Temperaturklasse: T2 (Zündtemperatur >300 °C).

7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen: Behälter dicht geschlossen an einem trockenen Ort aufbewahren. Die Lagerung in verzinkten Behältern wird nicht empfohlen.

Lagerklasse gemäß TRGS 510 (ursprünglich VCI, Deutschland): (10) Brennbare Flüssigkeiten

7.3. Spezifische Endanwendungen

Bei den relevanten identifizierten Verwendungen gemäß Abschnitt 1 sind die in diesem Abschnitt 7 genannten Hinweise zu beachten.

ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1. Zu überwachende Parameter

Bestandteile mit Grenzwerten für die Exposition am Arbeitsplatz

Um die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen, z.B. Lüftung oder die Notwendigkeit von Atemschutz zu überprüfen, kann eine messtechnische Überwachung des Arbeitsplatzes notwendig sein. Da dies eine spezielle Fachkunde erfordert, sollten dafür nur akkreditierte Messstellen beauftragt werden. Bezüglich geeigneter Verfahren zur Ermittlung inhalativer Exposition sind die europäischen Normen EN 482, 689 und 14042 anzuwenden. Zusätzlich ist die TRGS 402 in Deutschland zu beachten.

107-21-1: Ethandiol

Hauteffekt (OEL (EU))
Der Stoff kann über die Haut aufgenommen werden.
STEL-Wert 104 mg/m3 ; 40 ppm (OEL (EU))
indikativ
TWA-Wert 52 mg/m3 ; 20 ppm (OEL (EU))
indikativ
Einstufung der Kurzzeitexposition: (TRGS 900 (DE)), Dampf und Aerosol
Kategorie I: Stoffe, bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe
AGW 26 mg/m3 ; 10 ppm (TRGS 900 (DE)), Dampf und Aerosol
Spitzenbegrenzung/Überschreitungsfaktor: 2
Summe aus Dampf und Aerosol.
Hauteffekt (TRGS 900 (DE)), Dampf und Aerosol
Der Stoff kann über die Haut aufgenommen werden.

1330-43-4: Dinatriumtetraborat, wasserfrei

Einstufung der Kurzzeitexposition: (TRGS 900 (DE)), Einatembare Fraktion
Gemessen als: Bor (B)
Kategorie I: Stoffe, bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe
AGW 0,5 mg/m3 (TRGS 900 (DE)), Einatembare Fraktion
Gemessen als: Bor (B)
Spitzenbegrenzung/Überschreitungsfaktor: 2
Wenn der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und der Biologische Grenzwert (BGW) eingehalten werden, ist kein Risiko einer Fruchtschädigung zu befürchten (s. TRGS 900, Nummer 2.7).

PNEC
Die Angaben beziehen sich auf die Leitsubstanz

Bestandteile mit PNEC

107-21-1: Ethandiol

Süßwasser: 10 mg/l
Meerwasser: 1 mg/l
sporadische Freisetzung: 10 mg/l
Kläranlage: 199,5 mg/l

Sediment (Süßwasser): 37 mg/kg
Boden: 1,53 mg/kg
Sediment (Meerwasser): 3,7 mg/kg

DNEL
Die Angaben beziehen sich auf die Leitsubstanz

Bestandteile mit DNEL

107-21-1: Ethandiol

Arbeiter: Langzeit-Exposition - lokale Effekte, Inhalation: 35 mg/m3
Arbeiter: Langzeit-Exposition - systemische Effekte, dermal: 106 mg/kg
Verbraucher: Langzeit-Exposition - lokale Effekte, Inhalation: 7 mg/m3
Verbraucher: Langzeit-Exposition - systemische Effekte, dermal: 53 mg/kg

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition

Persönliche Schutzausrüstung

Atemschutz:
Geeigneter Atemschutz bei höheren Konzentrationen oder längerer Einwirkung: Kombinationsfilter organische Gase/Dämpfe und feste und flüssige Partikel (z. B. EN 14387 Typ A-P2)

Handschutz:
Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe (EN 374)
Geeignete Materialien auch bei längerem, direktem Kontakt (Empfohlen: Schutzindex 6, entsprechend > 480 Minuten Permeationszeit nach EN 374):
Nitrilkautschuk (NBR) - 0,4 mm Schichtdicke
Wegen großer Typenvielfalt sind die Gebrauchsanweisungen der Hersteller zu beachten.

Augenschutz:
Schutzbrille mit Seitenschutz (Gestellbrille) (z.B. EN 166)

Körperschutz:
Körperschutzmittel in Abhängigkeit von Tätigkeit und möglicher Einwirkung auswählen, z.B. Schürze, Schutzstiefel, Chemikalienschutzanzug (nach EN 14605 bei Spritzern oder EN ISO 13982 bei Staub)

Allgemeine Schutz- und Hygienemaßnahmen
Gase/Dämpfe/Aerosole nicht einatmen. Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten. Ergänzend zu den Angaben der persönlichen Schutzausrüstung ist das Tragen geschlossener Arbeitskleidung erforderlich. Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen, schnupfen.

ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1. Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

Form:	flüssig
Farbe:	blaugrün
Geruch:	produktspezifisch

Geruchschwelle:		
	Keine einschlägigen Angaben verfügbar.	
pH-Wert:	7,1 - 7,3	
Erstarrungstemperatur:	< -18 °C	(DIN ISO 3016)
Siedepunkt:	>= 165 °C	(ASTM D1120)
Flammpunkt:	> 126,5 °C	(DIN EN 22719; ISO 2719)
Verdampfungsgeschwindigkeit:		
	Kann auf Basis der Henry-Konstante bzw. des Dampfdrucks abgeschätzt werden.	
Entzündlichkeit:	nicht entzündbar	(abgeleitet vom Flammpunkt)
Untere Explosionsgrenze:		
	Für Flüssigkeiten nicht einstufungs- und kennzeichnungsrelevant., Der untere Explosionspunkt kann 5 °C bis 15 °C unter dem Flammpunkt liegen.	
Obere Explosionsgrenze:		
	Für Flüssigkeiten nicht einstufungs- und kennzeichnungsrelevant.	
Zündtemperatur:	> 440 °C	(DIN 51794)
Dampfdruck:	0,2 hPa (20 °C)	
Dichte:	1,122 g/cm3 (20 °C)	(DIN 51757)
Wasserlöslichkeit:	löslich, Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussage ist von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.	
Löslichkeit (qualitativ) Lösemittel:	polare Lösemittel löslich	
Verteilungskoeffizient n-Octanol/Wasser (log Kow):		
	Studie aus wissenschaftlichen Gründen nicht notwendig.	
Selbstentzündlichkeit:	nicht selbstentzündlich	
Thermische Zersetzung:	Keine Zersetzung bei sachgemäßer Lagerung und Handhabung.	
Viskosität, kinematisch:	20 - 30 mm2/s (20 °C)	(DIN 51562)
Explosionsgefahr:	nicht explosionsgefährlich	
Brandfördernde Eigenschaften:	nicht brandfördernd	

9.2. Sonstige Angaben

Mischbarkeit mit Wasser:	
	beliebig mischbar
Hygroskopie:	hygroskopisch

Sonstige Angaben:
Soweit erforderlich sind sonstige physikalische und chemische Kenngrößen in diesem Abschnitt angegeben.

ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

10.1. Reaktivität

Keine gefährlichen Reaktionen, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

Metallkorrosion: Wirkt nicht korrosiv auf Metall.

10.2. Chemische Stabilität

Das Produkt ist stabil, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

10.3. Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Keine gefährlichen Reaktionen bei vorschriftsmäßiger Lagerung und Handhabung.

10.4. Zu vermeidende Bedingungen

Keine zu vermeidenden Bedingungen zu erwarten.

10.5. Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe:
starke Oxidationsmittel

10.6. Gefährliche Zersetzungsprodukte

Gefährliche Zersetzungsprodukte:
Keine gefährlichen Zersetzungsprodukte, wenn die Vorschriften/Hinweise für Lagerung und Umgang beachtet werden.

ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

11.1. Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität

Beurteilung Akute Toxizität:
Nach einmaligem Verschlucken von mäßiger Toxizität. Bei Hautkontakt von geringer Toxizität.

Experimentelle/berechnete Daten:
LD (Mensch) (oral): ca. 1.600 mg/kg

LD50 Kaninchen (dermal): > 2.000 mg/kg
Literaturangabe.

Reizwirkung

Experimentelle/berechnete Daten:
Hautverätzung/-reizung Kaninchen: Nicht reizend.

Ernsthafte Augenschädigung/-reizung Kaninchen: Nicht reizend.

Atemwegs-/Hautsensibilisierung

Beurteilung Sensibilisierung:
Wirkt nicht hautsensibilisierend in Prüfungen am Tier. Aufgrund von Ergebnissen aus Erfahrungen am Menschen kann ein sensibilisierendes Potenzial nicht völlig ausgeschlossen werden.

Keimzellenmutagenität

Keine Daten vorhanden.

Kanzerogenität

Keine Daten vorhanden.

Reproduktionstoxizität

Keine Daten vorhanden.

Entwicklungstoxizität

Angaben zu: Ethandiol
Beurteilung Teratogenität:
Prüfungen an Mäusen und Ratten zeigten nach oraler Aufnahme hoher Dosierungen fruchtschädigende Wirkung, die in einer Studie an Kaninchen nicht auftrat. Mechanistische Studien haben gezeigt, dass das Kaninchen die relevante Spezies für Einstufung für die menschliche Gesundheit ist. Daher, und weil Ethylenglykol am Kaninchen keine Entwicklungstoxizität verursacht, ist eine Einstufung nicht erforderlich.

Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition)

Keine Daten vorhanden.

Toxizität bei wiederholter Gabe und spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition)

Angaben zu: Ethandiol
Beurteilung Toxizität bei wiederholter Verabreichung:
Der Stoff kann bei wiederholter oraler Aufnahme Schädigungen der Nieren verursachen. Der Stoff kann bei wiederholter dermaler Aufnahme großer Mengen Schädigungen der Nieren verursachen.

Aspirationsgefahr

Keine Daten vorhanden.

Sonstige Hinweise zur Toxizität

Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussagen zur Toxikologie wurden von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

12.1. Toxizität

Fischtoxizität:
LC50 (96 h) > 100 mg/l, Leuciscus idus

Aquatische Invertebraten:
EC50 (48 h) > 100 mg/l, Daphnia magna

Wasserpflanzen:
EC50 (72 h) > 100 mg/l, Algen

Mikroorganismen/Wirkung auf Belebtschlamm:
Bei sachgemäßer Einleitung geringer Konzentrationen in adaptierte biologische Kläranlagen sind Störungen der Abbauaktivität von Belebtschlamm nicht zu erwarten.

12.2. Persistenz und Abbaubarkeit

Angaben zur Elimination:
> 70 % DOC-Abnahme (28 d) (OECD 301 A (neue Version)) Leicht biologisch abbaubar.

12.3. Bioakkumulationspotenzial

Bioakkumulationspotential:
Eine Anreicherung in Organismen ist nicht zu erwarten.

12.4. Mobilität im Boden

Beurteilung Transport zwischen Umweltkompartimenten:
Flüchtigkeit: Von der Wasseroberfläche verdampft der Stoff nicht in die Atmosphäre.
Adsorption an Böden: Eine Bindung an die feste Bodenphase ist nicht zu erwarten.

12.5. Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Gemäß Anhang XIII der Verordnung (EG) Nr.1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH): Das Produkt enthält keinen Stoff, der die PBT-Kriterien (persistent/bioakkumulativ/toxisch) oder die vPvB-Kriterien (sehr persistent/sehr bioakkumulativ) erfüllt.

12.6. Andere schädliche Wirkungen

Das Produkt enthält keine Stoffe, die im Anhang I der Verordnung (EG) 2037/2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, aufgeführt sind.

12.7. Zusätzliche Hinweise

Sonstige ökotoxikologische Hinweise:
Produkt nicht ohne Vorbehandlung in Gewässer gelangen lassen.

Das Produkt wurde nicht geprüft. Die Aussagen zur Ökotoxikologie wurden von den Eigenschaften der Einzelkomponenten abgeleitet.

ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

13.1. Verfahren der Abfallbehandlung

Muss unter Beachtung der örtlichen Vorschriften, z. B. einer geeigneten Deponie oder einer geeigneten Verbrennungsanlage, zugeführt werden.

Die Abfallschlüssel sind Empfehlungen des Herstellers auf Grundlage der vorgesehenen Verwendung des Produktes. Andere Verwendungen und spezielle Entsorgungsgegebenheiten beim Anwender können abweichende Abfallschlüssel-Zuordnungen erfordern.

Abfallschlüssel:
16 01 14¤ Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten

Ungereinigte Verpackung:
Nicht kontaminierte Verpackungen können wiederverwendet werden.
Nicht reinigungsfähige Verpackungen sind wie der Stoff zu entsorgen.

ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

Landtransport

ADR

	Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften
UN-Nummer:	Nicht anwendbar
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar
Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar
Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender	Keine bekannt

RID

	Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften
UN-Nummer:	Nicht anwendbar
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar

Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar
Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender	Keine bekannt

Binnenschiffstransport

ADN

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften

UN-Nummer:	Nicht anwendbar
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar
Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar
Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender:	Keine bekannt

Transport im Binnentankschiff / Schiff für Schüttgüter

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften

UN-Nummer:	Nicht anwendbar
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar
Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar

Seeschifftransport

IMDG

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften

UN-Nummer:	Nicht anwendbar
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar
Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar
Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender	Keine bekannt

Sea transport

IMDG

UN number:	Not applicable
UN proper shipping name:	Not applicable
Transport hazard class(es):	Not applicable
Packing group:	Not applicable
Environmental hazards:	Not applicable
Special precautions for user	None known

Lufttransport		**Air transport**	
IATA/ICAO		IATA/ICAO	
Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften			
UN-Nummer:	Nicht anwendbar	UN number:	Not applicable
Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung:	Nicht anwendbar	UN proper shipping name:	Not applicable
Transportgefahrenklassen:	Nicht anwendbar	Transport hazard class(es):	Not applicable
Verpackungsgruppe:	Nicht anwendbar	Packing group:	Not applicable
Umweltgefahren:	Nicht anwendbar	Environmental hazards:	Not applicable
Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender	Keine bekannt	Special precautions for user	None known

14.1. UN-Nummer
Siehe entsprechende Einträge für „UN-Nummer“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.2. Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung
Siehe entsprechende Einträge für „Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.3. Transportgefahrenklassen
Siehe entsprechende Einträge für „Transportgefahrenklasse(n)“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.4. Verpackungsgruppe
Siehe entsprechende Einträge für „Verpackungsgruppe“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.5. Umweltgefahren
Siehe entsprechende Einträge für „Umweltgefahren“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.6. Besondere Vorsichtshinweise für den Anwender
Siehe entsprechende Einträge für „Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender“ der jeweiligen Vorschriften in den Tabellen oben.

14.7. Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code		**Transport in bulk according to Annex II of MARPOL and the IBC Code**	
Vorschrift:	nicht bewertet	Regulation:	Not evaluated
Transport zulässig:	nicht bewertet	Shipment approved:	Not evaluated
Schadstoffname:	nicht bewertet	Pollution name:	Not evaluated

Verschmutzungskategorie:	nicht bewertet	Pollution category:	Not evaluated
Schiffstyp:	nicht bewertet	Ship Type:	Not evaluated

ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

15.1. Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

Verbote, Beschränkungen und Berechtigungen

Anhang XVII der Verordnung (EG) Nr.1907/2006: Nummer auf Liste: 3, 30

Störfallverordnung (Deutschland):
nein

Wassergefährdungsklasse (§8/§10 AwSV (Selbsteinstufung des Gemisches nach Rechenregel)):
(1) Schwach wassergefährdend.

Falls noch andere Rechtsvorschriften anzuwenden sind, die nicht bereits an anderer Stelle in diesem Sicherheitsdatenblatt aufgeführt sind, dann befinden sie sich in diesem Unterabschnitt.

15.2. Stoffsicherheitsbeurteilung

Hinweise zum Umgang mit dem Produkt sind den Abschnitten 7 und 8 dieses Sicherheitsdatenblatts zu entnehmen.

ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

Bewertung der Gefahrenklassen nach Kriterien des UN GHS (in seiner aktuellsten Fassung)

Acute Tox. 4 (oral)
STOT RE (Niere) 2

Voller Wortlaut der Einstufungen, einschließlich der Gefahrenklassen und der Gefahrenhinweise, falls in Abschnitt 2 oder 3 genannt:

Acute Tox.	Akute Toxizität
STOT RE	Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition)
Repr.	Reproduktionstoxizität
Eye Dam./Irrit.	Schwere Augenschädigung/Augenreizung
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H373	Kann die Organe (Niere) schädigen nach längerer oder wiederholter Exposition.
H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.

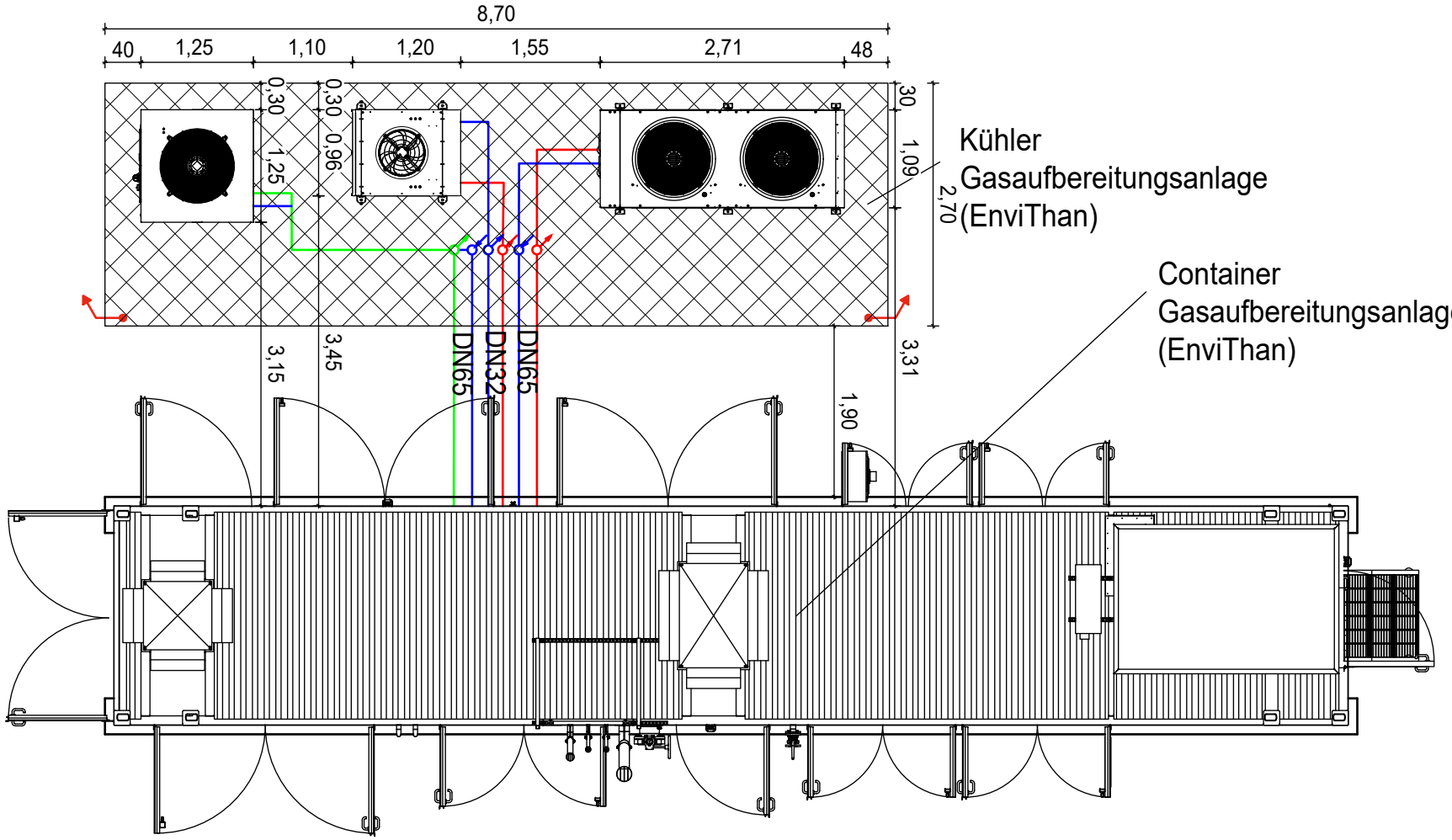
Die vorstehenden Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen und beschreiben das Produkt im Hinblick auf Sicherheitserfordernisse. Die Angaben sind in keiner Weise als Analysenzertifikat oder technisches Datenblatt bzw. als Beschreibung der Beschaffenheit der Ware (Produktspezifikation) anzusehen. Eine vereinbarte Beschaffenheit oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck können aus den im Sicherheitsdatenblatt angegebenen identifizierten Verwendungen nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten.

Senkrechte Striche am linken Rand weisen auf Änderungen gegenüber der vorangehenden Version hin.

3.6 Maschinenaufstellungspläne

Anlagen:

- 3.6.1 Aufstellung Gasaufbereitungsanlage.pdf



Biogasanlage Timphaus (TEE GmbH & Co. KG)

DARSTELLUNG:

Aufstellung Gasaufbereitungsanlage (EnviThan)

Grundriss

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.SG20/3-00	GEZEICHNET:	01.02.2024	J. Freiberger
MAßSTAB:	1:50	GEPRÜFT:	04.11.2024	S. Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

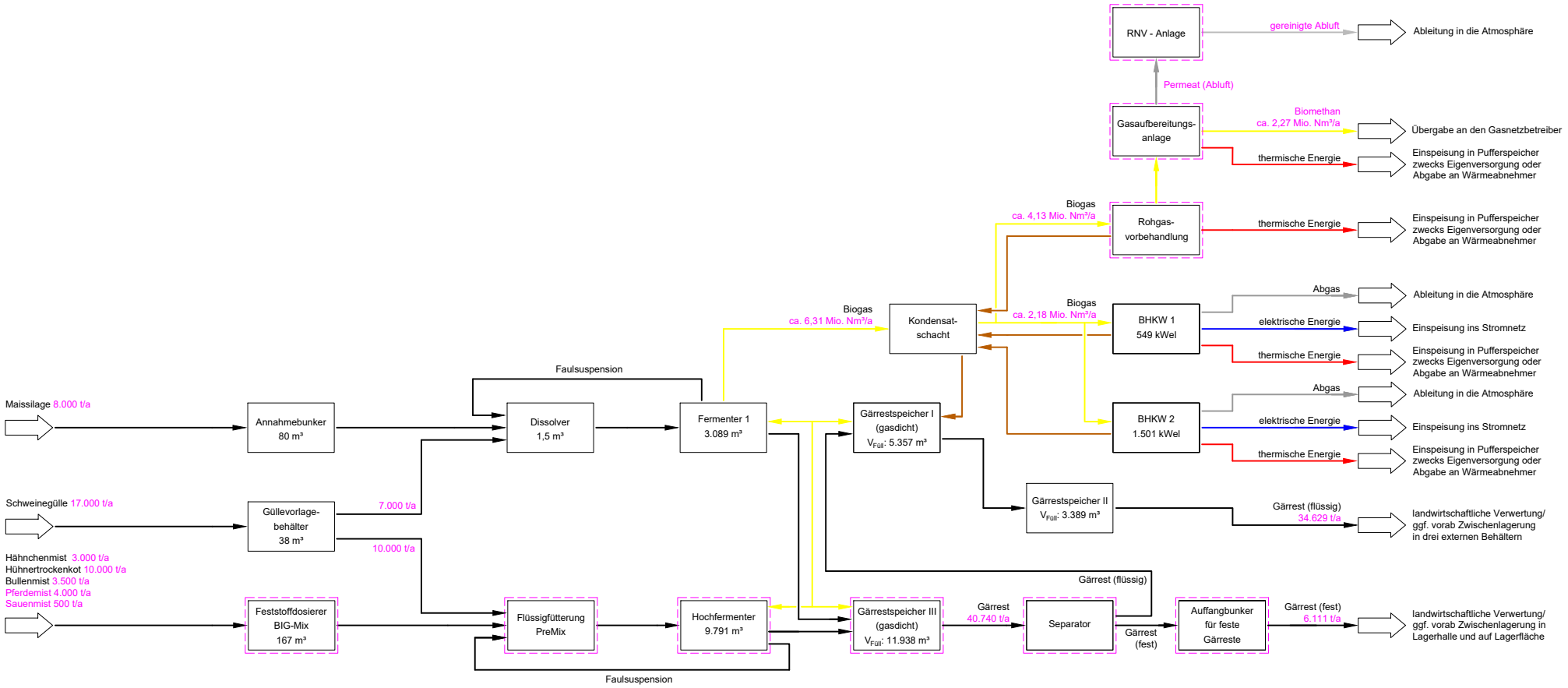
N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.SG20-00-Gasaufbereitung_JEF_SGE.dwg

3.8 Fließbilder

3.8.1 Grundfließbild mit Zusatzinformationen nach DIN EN ISO 10628

Anlagen:

- 3.8.1 Grundfließbild.pdf



- Maissilage
- Gülle / Mist / Gärrest
- Wasser
- Kondensat
- Biogas / Biomethan
- elektrische Energie
- thermische Energie
- Abgas / Abluft
- Änderung / Erweiterung

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus (TEE GmbH & Co. KG)

DARSTELLUNG:

Grundfließbild

Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.VT00/3-01	GEZEICHNET:	18.11.2024	S. Geuker
MAßSTAB:	ohne	GEPRÜFT:	11.12.2024	S. Seiger

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

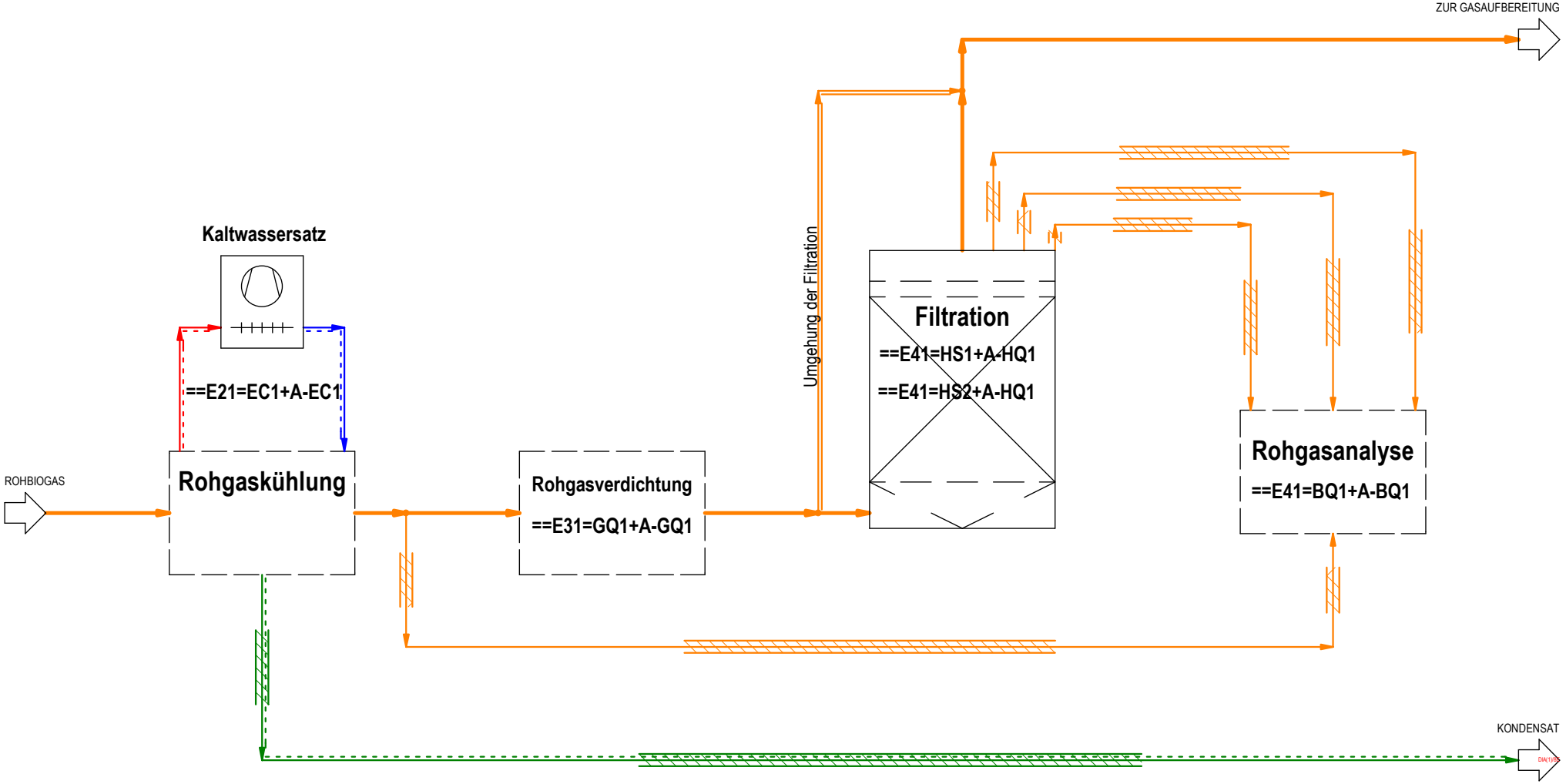
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

N:\Genehmigungsplanung\01_Projekte\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\02 Genehmigungsplanung\Bau_BimSch_Antrag\Abschnitt-0\3.8.1 Grundfließbild_Übergabe.dwg

3.8.2 Verfahrensfließbild nach DIN EN ISO 10628

Anlagen:

- 3.8.2.1 Fließbild Rohgasvorbehandlung.pdf
- 3.8.2.2 Fließbild Gasaufbereitungsanlage.pdf



Interface Point list

Name	Side 1	Side 2	Connection
IP1	BGP	BGUP	Flange
IP2	BGUP	BGP	Flange
IP3	BGP	BGUP	Flange
IP4	BGUP	BGP	Flange
IP5	BGUP	GEU	Flange

Revision list

Rev.	Created by	Description

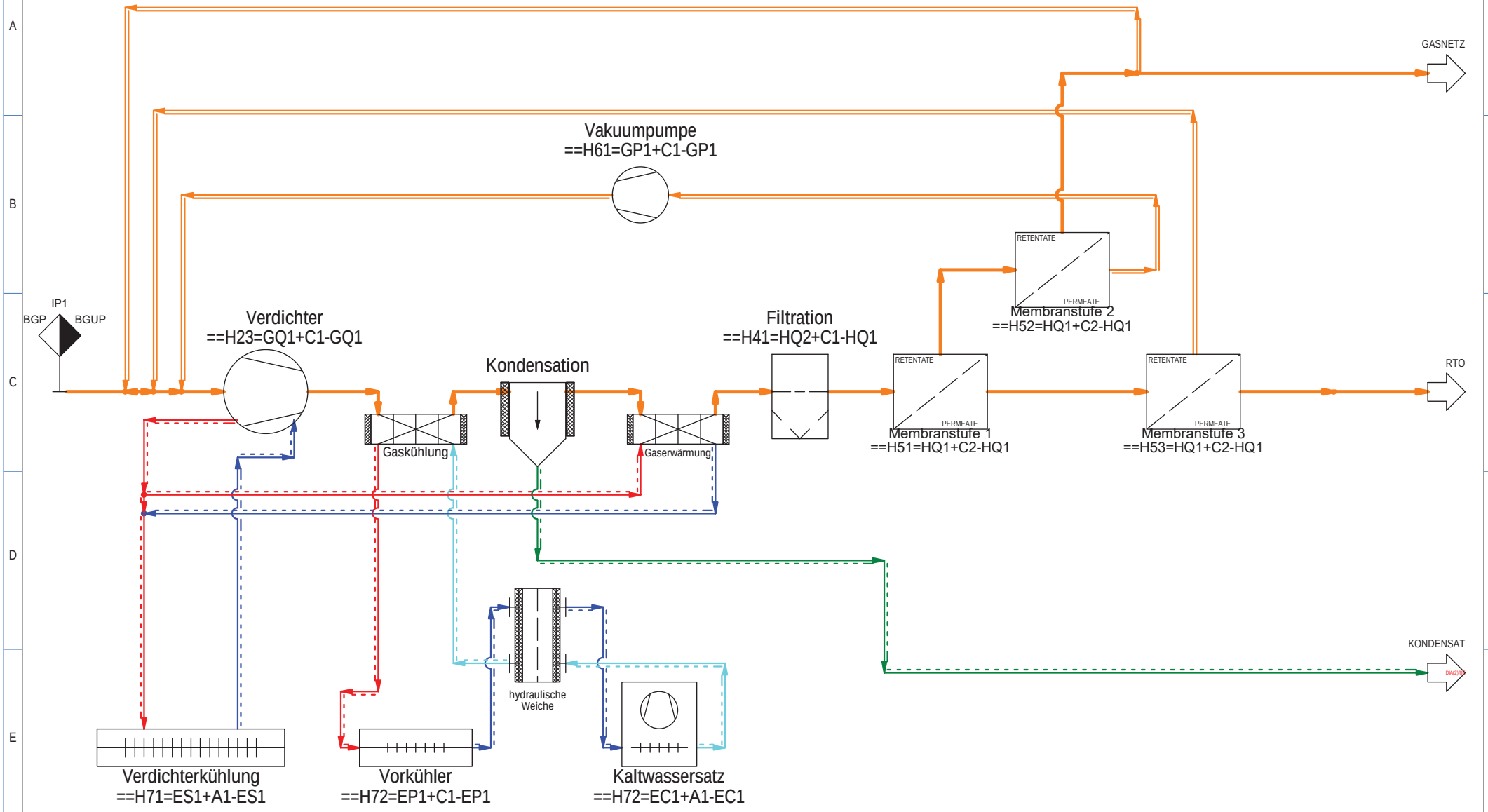
We posses a copyright at our designs. These designs may be used only for the personal use. We ask for return during disuse. Duplication is not allowed.
Unser Urheberrecht an Zeichnungen und Belegen bedingt nur persönlichen Gebrauch und Rückgabe bei Nichtnutzung. Vervielfältigung ist ausgeschlossen.

Project number	Drawing number	Rev.	Date of issue	Page
XX-XXX			15.09.2022	8 / 26

Created by
M. Fehren

Title, Supplementary title
Rohgasbehandlung

EnviTec Anlagenbau
EnviTec Anlagenbau GmbH & Co. KG
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
T +49 25 74 / 88 88-0
F +49 25 74 / 88 88-800
E info@envitec-biogas.de
W www.envitec-biogas.de



Interface Point list

Name	Side 1	Side 2	Connection
IP1	BGP	BGUP	Flange
IP2	BGUP	BGP	Flange
IP3	BGP	BGUP	Flange
IP4	BGUP	BGP	Flange
IP5	BGUP	GEU	Flange

Revision list

Rev.	Created by	Description

We posses a copyright at our designs. These designs may be used only for the personal use. We ask for return during disuse. Duplication is not allowed.
Unser Urheberrecht an Zeichnungen und Belagen bedingt nur persönlichen Gebrauch und Rückgabe bei Nichtnutzung. Vervielfältigung ist ausgeschlossen.

Project number	Drawing number	Rev.	Date of issue	Page
xx-xxx			15.09.2022	7 / 26

Created by
M. Fehren

Title, Supplementary title
Gasaufbereitung

EnviTec Anlagenbau

EnviTec Anlagenbau GmbH & Co. KG
Boschstr. 2 49369 Saerbeck
T +49 25 74 / 88-0
F +49 25 74 / 88-301
E info@envitec-biogas.de
W www.envitec-biogas.de

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: FLiA-2.8-b6

Confidential

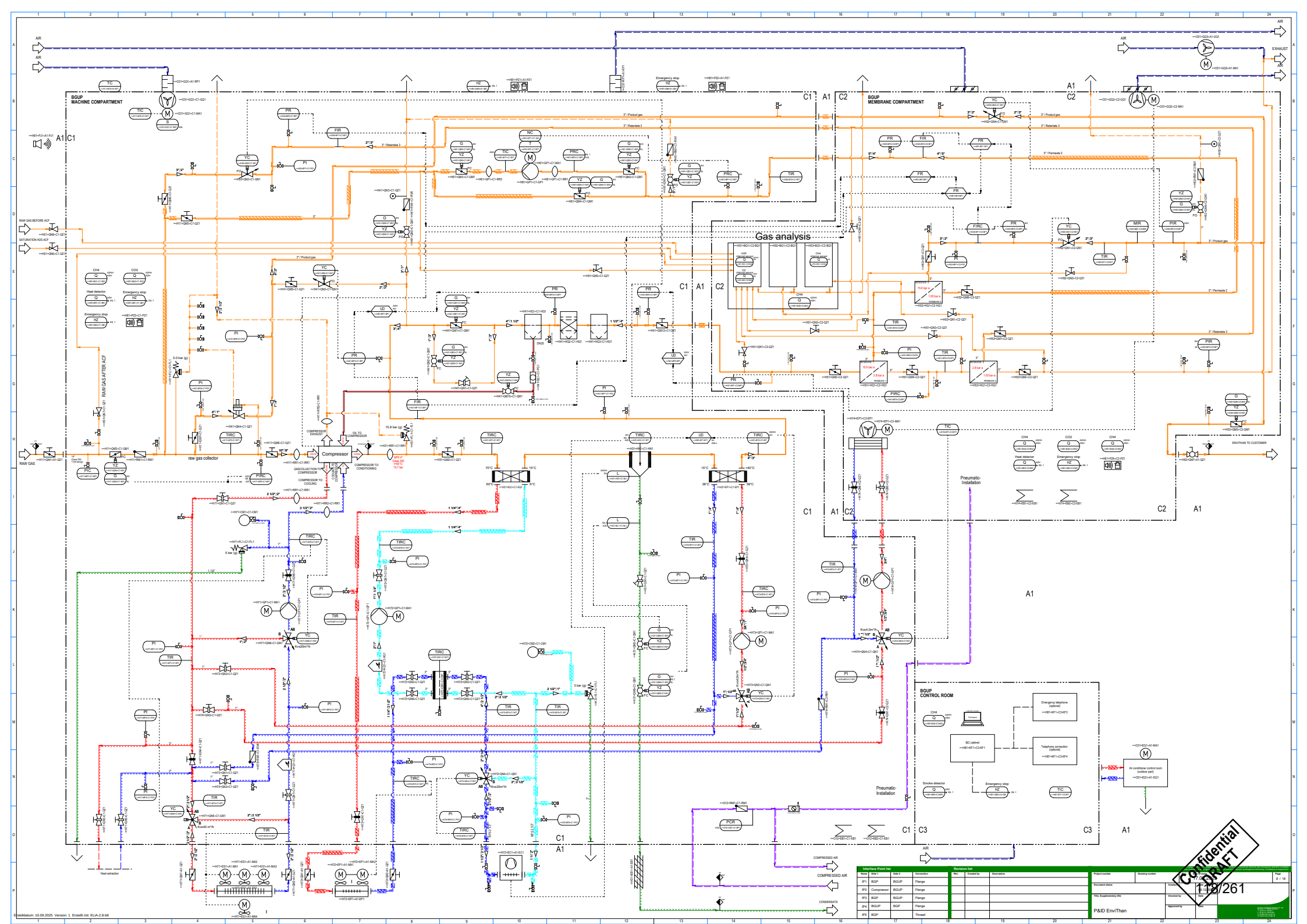
3.8.3 Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder (R+I)

Nachfolgend sind die Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder der Gasaufbereitungsanlage und der RTO-Anlage beigefügt.

Das Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild der Biogasanlage wird im Rahmen der Ausführungsplanung erstellt und spätestens zur Inbetriebnahme vorgelegt.

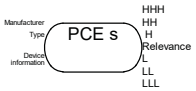
Anlagen:

- 3.8.3.1a R+I - Gasaufbereitungsanlage.pdf
- 3.8.3.1b Legende R+I - Gasaufbereitungsanlage.pdf
- 3.8.3.2 R+I - RTO-Anlage.pdf

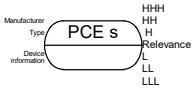

BGUP
MACHINE COMPARTMENT
BGUP
MEMBRANE COMPARTMENT
BGUP
CONTROL ROOM
Gas analysis
Compressor
raw gas collector
RAW GAS AFTER ACF
RAW GAS BEFORE ACF
SATURATION H2S ACF
RAW GAS
ENVITHAN TO CUSTOMER
Heat extraction
Pneumatic-
Installation
COMPRESSED AIR
CONDENSATE
Emergency telephone
(optional)
Telephone connection
(optional)
Emergency stop
Smoke detector
Air conditioner control room
(outdoor part)
Confidential
DRAFT
P&ID EnviThan

Transmitters

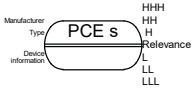
PCE sensor
lokal interface



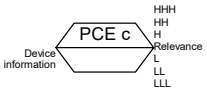
PCE sensor
central control room

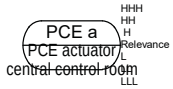


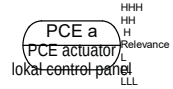
PCE sensor
lokal control panel



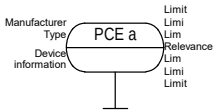
PCE control
function







PCE actuator
central control room



PCE Category		PCE Processing function							
T	Temperature	**D**	Difference	**A**	Alarm	**YS**	Position switch	**HZ**	Emergency stop
P	Pressure	**I**	Indicator	**S**	Switching	**YC**	Position control		
L	Level	**C**	Control	**Z**	Safety-relevant	**NS**	Frequence switch		
F	Flow	**R**	Record	**H**	High point	**NC**	Frequence control		
Q	Quality / Quantity			**L**	Low point				
U	PCE leading function			**O**	End position monitoring				
S	Speed / Frequence								
Y	Actuator								

Lines

Gases

- Combustible gas main flow line / Brennbares Gas Hauptlinie
- Combustible gas / Brennbares Gas
- Combustible gas recirculation line / Brennbares Gas Rückführungslinie
- Exhaust gas / Abgas
- Non combustible gases / Nicht brennbare Gase
- Air / Luft
- Compressed air / Druckluft
- Oxygen

Water

- Hot water / Heißes Wasser
- Cool water / Kaltes Wasser
- Chilled water / Gekühltes Wasser
- Condensate / Kondensat
- Waste water / Schmutzwasser
- Untreated water / Unbehandeltes Wasser

Oil & substrate

- Oil / Öl
- Substrate main flow line / Substrat Hauptlinie
- Substrate / Substrat

Others

- Actuation-, Control-,Signal line / Aktor-, Kontroll-, Signallinie

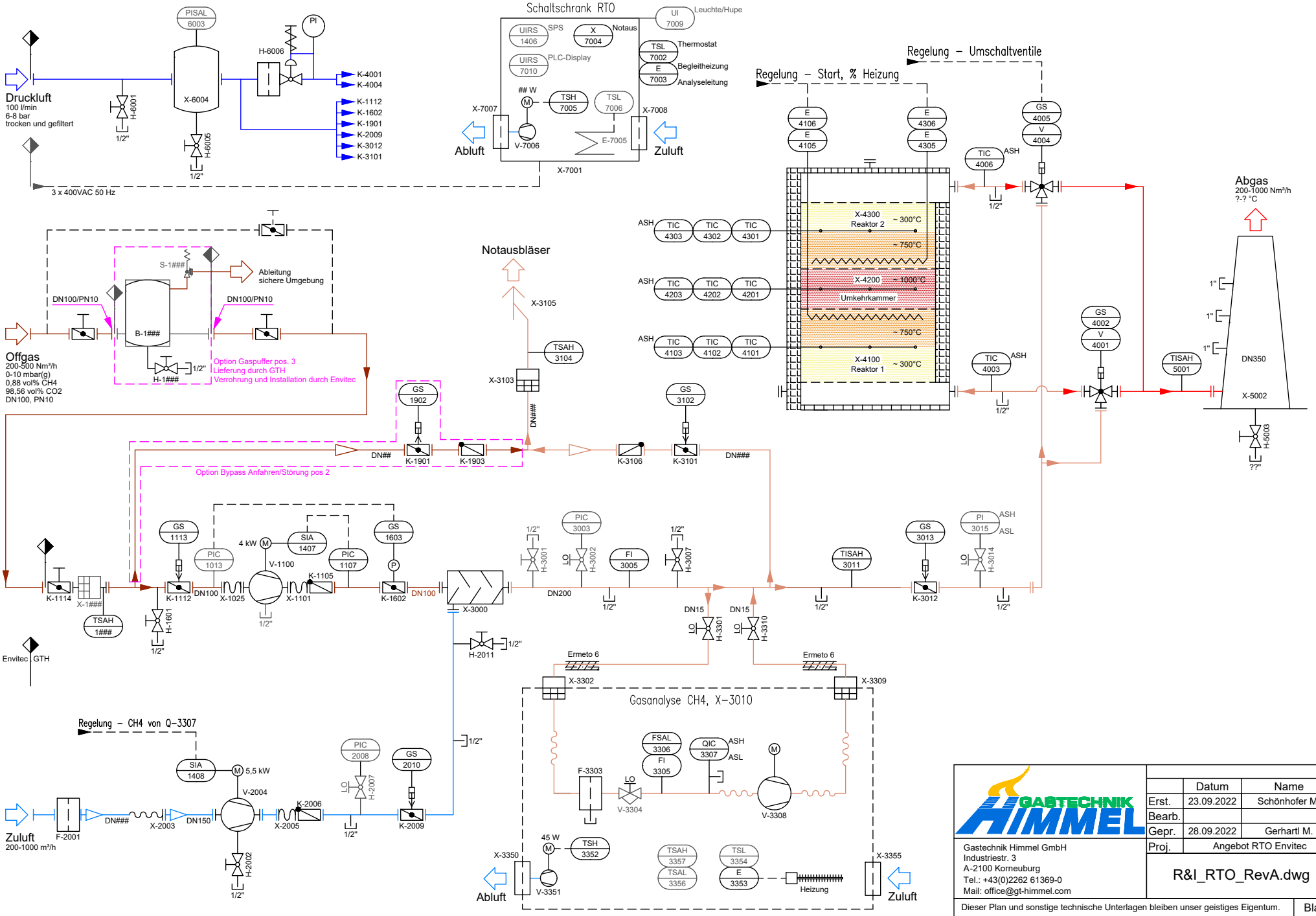
Zu verwenden sind die folgenden Linienbreiten nach DIN EN ISO 10628-1:
a) 1,0 mm (0,4 M) für Hauptfließlinien;
b) 0,5 mm (0,2 M) für graphische Symbole für Apparate und Maschinen, ausgenommen Armaturen und Rohrleitungs-zubehör, Rechtecke zur Darstellung von Grundoperationen, Anlageteilen usw., untergeordnete Fließlinien und Energieträger- und Hilfssystemleitungen
c) 0,25 mm (0,1 M) für graphische Symbole für Armaturen und Rohrleitungszubehör, Zeichen für Mess-, Steuer- und Regelfunktionen, Steuer- und Signalleitungen, Bezugslinien und sonstige Hilfslinien.
Linienbreiten unter 0,25 mm (0,1 M) dürfen nicht verwendet werden.

We posses a copyright at our designs. These designs may be used only for the personal use. We ask for return during disuse. Duplication is not allowed.
Unser Urheberrecht an Zeichnungen und Bellagen bedingt nur persönlichen Gebrauch und Rückgabe bei Nichtnutzung. Vervielfältigung ist ausgeschlossen.

Project number	Drawing number	Rev.	Date of issue	Page
		00	17.02.2023	6 / 18

Document status	Created by	Date
Title, Supplementary title: Caption	Checked by	Date
	Approved by	Date

EnviTec Anlagenbau
EnviTec Anlagenbau GmbH & Co. KG
Boschstr. 2, 48369 Saerbeck
T +49 25 74 / 88 88-0
F +49 25 74 / 88 88-800
E info@envitec-biogas.de
W www.envitec-biogas.de



	Datum	Name
Erst.	23.09.2022	Schönhofer M.
Bearb.		
Gepr.	28.09.2022	Gerhartl M.
Proj.	Angebot RTO Envitec	

Gastechnik Himmel GmbH
Industriestr. 3
A-2100 Korneuburg
Tel.: +43(0)2262 61369-0
Mail: office@gt-himmel.com

R&I_RTO_RevA.dwg

Dieser Plan und sonstige technische Unterlagen bleiben unser geistiges Eigentum.
Jede Verwertung oder Vervielfältigung bedarf unserer ausdrücklichen Zustimmung.
Masstechnische Änderungen dieser Zeichnung sind vorbehalten.

Blatt 1 / 1

120/261

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

3.9 Sonstiges

Anlagen:

- 3.9.1 Feststoffdosierer BIG-Mix V - Produktdatenblatt Konrad Pumpe - 167 m3.pdf
- 3.9.2 Flüssigfütterungssystem PreMix - Produktdatenblatt Vogelsang (Auszug).pdf
- 3.9.3 Separator PSG 5.5-750 - Produktdatenblatt Stallkamp (Auszug).pdf
- 3.9.4.1 Produktdatenblatt, dbds GmbH.pdf
- 3.9.4.2a Technisches Datenblatt Außenmembran, Verseidag.pdf
- 3.9.4.2b Technisches Datenblatt Innenmembran, Verseidag.pdf
- 3.9.4.3a Bauaufsichtliches Prüfzeugnis Außenmembran.pdf
- 3.9.4.3b Bauaufsichtliches Prüfzeugnis Innenmembran.pdf
- 3.9.4.4 Technisches Datenblatt Radialgebläse, Funken GmbH.pdf
- 3.9.4.5 Produktdatenblatt Tragluftüberwachung, Ex-Tox GmbH.pdf
- 3.9.4.6 Betriebsanleitung Drucküberwachung, Endress + Hauser AG.pdf
- 3.9.4.7a Produktdatenblatt Seilzugsensor, WayCon GmbH.pdf
- 3.9.4.7b Technisches Datenblatt Seilzugsensor, WayCon GmbH.pdf
- 3.9.5 Hochfermenter - Produktdatenblatt.pdf
- 3.9.6 Aktivkohlefilter Rohgasvorbehandlung - Produktdatenblatt (Auszug).pdf
- 3.9.7.1 Gaskühlung Rohgasvorbehandlung - Produktdatenblatt.pdf
- 3.9.7.2 Gaskühlung Rohgasvorbehandlung GK 500 - Datenblatt (Auszug).pdf
- 3.9.8.1 RTO-Anlage - Produktdatenblatt.pdf
- 3.9.8.2 RTO-Anlage - Technische Daten.pdf

KONRAD PUMPE GMBH
UNSERE TECHNIK BEWEGT.

BIG-Mix V

Feststoffdosierer für Biogas- und Recyclinganlagen

UNSERE TECHNIK BEWEGT.

Wir von der Konrad Pumpe GmbH haben es uns zur Aufgabe gemacht, einen wertvollen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Biogas- und Recyclingbranche zu leisten. Dafür entwickeln und produzieren wir hochwertige Dosierer für unsere Kunden weltweit.

Als familiengeführtes Unternehmen seit 1830 sind wir erfahren in der Entwicklung und Herstellung von Anlagen und Maschinen für den Einsatz in der Biogas- und Agrartechnik sowie in der Industrie. Unsere besondere Kompetenz liegt in der Lager-, Aufbereitungs- und Fördertechnik für den Einsatz im Biomasse- und Recyclingbereich.

Um den hohen Qualitätsansprüchen unserer Kunden gerecht zu werden, verbauen wir primär Edelstähle. So garantieren wir höchste Betriebssicherheit bei langer Lebensdauer.

Unser unternehmerisches Denken und Handeln spiegelt sich in unseren Produkten wider, die für Fortschritt, Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit stehen. Dafür geben wir täglich unser Bestes – aus Liebe zu unserer Arbeit und für eine bessere Umwelt, die wir nachhaltiger gestalten.

Erstelldatum: 10.09.2025 Versi

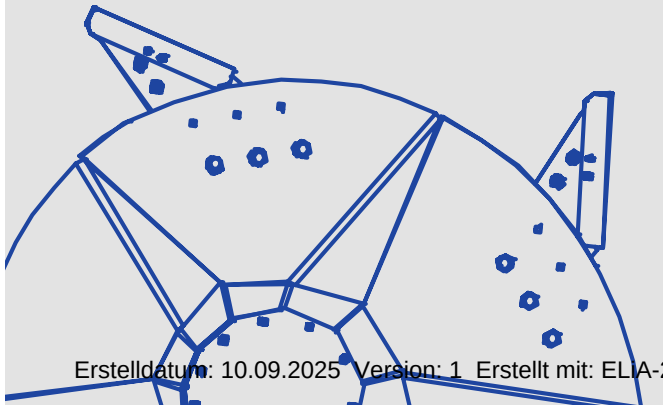
BIG-Mix V120/400

BIG-Mix V

Der BIG-Mix V ist ein Feststoffdosierer zum Bevorraten, Aufarbeiten und Dosieren von Feststoffen und Substraten für den Biogas- und Recyclingbereich.

FUNKTIONSPRINZIP

Im BIG-Mix V befinden sich 16 einzeln über Hydraulikzylinder angetriebene Edelstahl-Schubleisten, die das Substrat in einen fest verschraubten Misch- und Dosierbereich fördern. Über eine vertikale Mischschnecke wird das Substrat aufgearbeitet und zuverlässig an eine nachfolgende Einbringtechnik wie z. B. Förderschnecken übergeben.



DIE STÄRKEN

Qualitätsmerkmale im Detail.

LANGLEBIG

HOCHWERTIGE VERARBEITUNG

Das Grundgerüst der Anlage sowie weiterer technischer Komponenten besteht aus Edelstahl. Das Metall ist äußerst robust, weshalb Sie auf lange Sicht auf die Einsatzbereitschaft und Funktionstüchtigkeit Ihres Dosierers zählen können.

FLEXIBEL

INTENSIVE AUFBEREITUNG

Im BIG-Mix V werden unterschiedliche sowie anspruchsvolle Substrate zuverlässig aufbereitet und dosiert. Dazu zählen Feststoffe wie Festmist, Grassilage, Maisstroh, Hühnertrockenkot, Zuckerrüben und Grünschnitt.

ERPROBT

BEWÄHRTE TECHNIK

Die heutige Konstruktion ist das Ergebnis langjähriger Expertise. Um den Ansprüchen unserer Kunden gerecht zu werden, entwickeln wir unsere Anlagentechnik kontinuierlich weiter. So können wir ein Qualitäts-produkt anbieten, das technisch ausgereift ist und sich durch eine hohe Betriebssicherheit und eine lange Lebensdauer auszeichnet.

GROSSVOLUMIG

LÄNGERE INTERVALLE

Modellabhängig können im BIG-Mix V zwischen 45 bis 315 m³ Substrat gelagert und verarbeitet werden. Individuelle Anpassungen der Komponenten an die Aufstellsituation sind durch unsere Eigenkonstruktion und Fertigung möglich.

EFFIZIENT

HOHE WIRTSCHAFTLICHKEIT

Der BIG-Mix V besticht durch eine hohe Vorschubleistung. Mit einer Schubbodenförderung, die über einen Füllstandsradar reguliert wird, gelingt der gleichmäßige Transport der Substrate in den Misch- und Dosierbereich. Das reduziert Verschleiß- und Energiekosten auf ein Minimum.

MADE IN GERMANY

EIGENE FERTIGUNG

Von der Idee bis zur Inbetriebnahme – alle Entwicklungs- und Fertigungsschritte erfolgen bei uns im Haus. Als Ergebnis erhalten Sie eine maßgefertigte, kundenindividuelle Anlagenlösung, die Ihnen unsere fachkundigen Monteure vor Ort errichten und in Betrieb nehmen.

RINDERMIST

PFERDEMIST

ZUCKERRÜBENSCHNITZEL

GEMÜSEABFÄLLE

GRASSILAGE

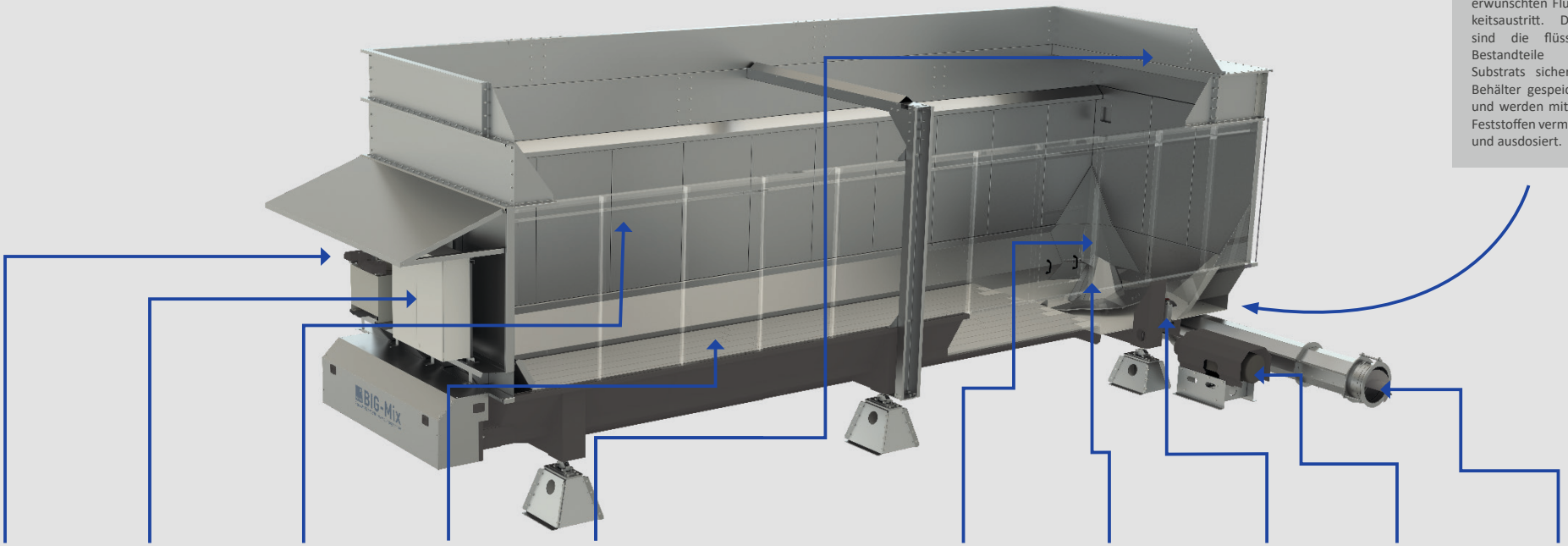
SCHWEINEMIST

DIE TECHNIK

Bewährt. Robust. Langlebig.

Geschweißte Bodenwanne

Die einteilig verschweißte Bodenwanne ist dicht und verhindert unerwünschten Flüssigkeitsaustritt. Damit sind die flüssigen Bestandteile des Substrats sicher im Behälter gespeichert und werden mit den Feststoffen vermischt und ausdosiert.



Hydraulikaggregat

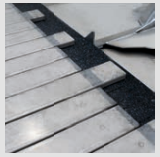
Der Antrieb der Schubleisten erfolgt über ein elektrisch angetriebenes Hydraulikaggregat, das serienmäßig mit einem Ölmangelschalter ausgestattet ist.

Schaltschrank

Der BIG-Mix V verfügt über einen Schaltschrank mit hauseigener speicherprogrammierbarer Steuerungstechnik („SPS-Steuerung"). Darüber sind alle erforderlichen Leistungs- und Steuerprozesse, wie z. B. das Wiegesystem zentral miteinander verbunden und garantieren das perfekte Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten.

Großer Lagerbehälter

Ein Lagerbehälter mit einem Volumen zwischen 45 und 315 m³ im größten Modelltyp bietet genügend Platz zum Bevorraten und Dosieren. Der produktberührende Bereich im Inneren des Behälters ist aus stabilem Edelstahl gefertigt.



Schubleistensystem

Am Schubboden sind hydraulisch betriebene Schubsegmente aus Edelstahl verbaut. Diese gleiten über dem Behälterboden auf einem verschleißfesten Lagerkunststoff und fördern das Füllgut in den Misch- und Dosierbereich.

Füllstandsmessung

Der Füllstand im Misch- und Dosierbereich wird serienmäßig über einen Radarsensor überwacht. Weiteres Substrat wird erst wieder über die Schubleisten in den Dosierbereich gefördert, wenn ein gewisser Füllstand unterschritten wurde.

Aufbereitungs- & Dosierbereich

Zur Aufbereitung und Dosierung des bevorrateten Substrats werden serienmäßig verbaute Misch- und Dosierschnecken eingesetzt. Diese sind aus Edelstahl und sind in ihrer Beschaffenheit äußerst robust.

Edelstahl-schneidmesser

Die an den Misch- und Dosierschnecken verschraubten Edelstahlschneidmesser lockern Klumpen und lösen größere Substratbrocken. So wird eine mögliche Brückenbildung im Vorratsbehälter vermieden.

Ölausgleichsbehälter

Die aus Edelstahl gefertigte Komponente gewährleistet eine einfache Kontrolle des optimalen Ölfüllstandes im Planetenwinkelgetriebe.

Antriebstechnik

Der Antrieb erfolgt über robuste Elektromotoren (je nach Ausführung mit Stirnradgetriebe), die über eine Gelenkwelle Leistung auf das Planetenwinkelgetriebe übertragen. Wir bieten sie in den Leistungsklassen von 11 bis 22 und 30 kW an.

Förder-schneckentechnik

Nach der Aufbereitung wird das Substrat zuverlässig in eine von uns entwickelte Förderschneckentechnik zugeführt. Darüber wird das Substrat direkt in den Fermenter oder in eine nachfolgende Zerkleinerungs- oder Pumpentechnik beschickt.

STEUERUNG & EINBINDUNG

Bedienung per Touchscreen

Hauseigene Steuerungstechnik

Ein hochwertiges Web-Panel ist das Steuerrad des BIG-Mix V. Der Monitor verfügt über eine zentrale Schnittstelle mit eigener Softwareprogrammierung. Das Tool gibt vielfältige Möglichkeiten zur Verwendung der Anlage vor. Per Touch steuern Sie so darüber verschiedene Misch- und Dosierrezepturen an. Daneben bieten Ihnen weitere Optionen wie Online-Services höchste Kontrolle und Betriebssicherheit.

WEB-PANEL

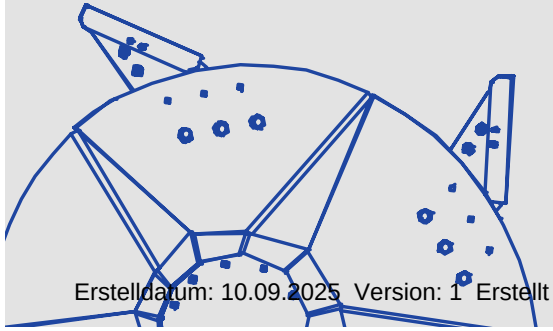
Das Web-Panel ist das Steuerelement der Anlage. Das im Edelstahlgehäuse mit Wetterschutzhaube verbaute Display kann an einer bedienerfreundlichen Stelle am BIG-Mix V angebracht werden und ist bei Bedarf an weitere Schnittstellen einzubinden.

SOFTWARE

Über die benutzerfreundliche Oberfläche sind sämtliche Misch- und Dosierprogrammierungen vorgegeben. Darüber können Steuerungen bis hin zu einem vollautomatischen Mischprozess nach Vorgabe einer vordefinierten Rezeptur („AUTO-Mix Steuerung“) sowie einem automatischen Dosierprozess zum Ausdosieren innerhalb einer bestimmten Zeit („AUTO-Feed Steuerung“) bedient und eingesehen werden. Zusätzlich bietet die Programmierung verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten, wie z.B. eine Fernsteuerung und Fernwartung bei einer Fehleranalyse. Unser Service-Mitarbeiter hat so schnellen Zugriff auf Ihre Daten und kann den Fehler innerhalb kürzester Zeit beheben. Das bietet Ihnen höchste Ausfallsicherheit bei geringem Kosten-, Zeit- und Ressourcenaufwand.

WIEGESYSTEM

Ein LED-Display mit gut sichtbarer Anzeige gibt Ihnen Auskunft zum befüllten Gewicht der Anlage. Analog zum Web-Panel ist die LED-Anzeige des Wiegesystems in einer Wetterschutzhaube aus Edelstahl geschützt und kann ebenfalls an einer anwenderfreundlichen Position am BIG-Mix V montiert werden.



BIG-Mix V120/400

VNC-VIEWER

Die SPS-Steuerung verfügt über eine Ethernet-Schnittstelle. Damit können Sie den BIG-Mix V auch außerhalb seiner Reichweite bedienen. Hierzu muss die Steuerung lediglich mit dem auf der Anlage befindlichen Netzwerk in Verbindung treten und schon können Sie die Abläufe des BIG-Mix V über PC, Tablet oder Smartphone einsehen.

MASSGESCHNEIDERTE KONZEPTE

Sicher. Wirtschaftlich. Langlebig.

Anlagen konstruiert nach individuellem Kundenbedarf

Der BIG-Mix V ist ein Serienprodukt in maßgefertigter Ausführung. Vor der Konstruktion Ihrer Anlage prüfen wir die örtlichen Gegebenheiten und berücksichtigen die speziellen Anforderungen, unter denen Sie Ihren Betrieb führen. Daraufhin erarbeiten wir mit Ihnen ein maßgeschneidertes, qualitativ hochwertiges und wirtschaftliches Konzept, das Ihnen den größtmöglichen Nutzen und höchste Einsatzbereitschaft für Ihre Biogasanlage bietet.

MODELL
BIG-Mix V60/300
mit 61 m³ Ladevolumen

- Mischschneckenantrieb 1x 22 kW
- Austrag über die horizontale Förderschnecke TYP 450 auf ein externes Flüssigeintragsystem
- Wiegesystem KP
- Substratverarbeitung: Grassilage, Grünschnitt und Agrarabfälle

MODELL
2x BIG-Mix V120/400
mit je 126 m³ Ladevolumen

- Mischschneckenantrieb 1x 22 kW
- Austrag über die horizontale Förderschnecke TYP 450 auf ein externes Flüssigeintragsystem
- Wiegesystem TYP KP
- Substratverarbeitung: Festmist, Kuhmist und Hühnertrockenkot

MODELL
BIG-Mix V150/400
mit 156 m³ Ladevolumen

- Mischschneckenantrieb 1x 22 kW
- Austrag über die horizontale Förderschnecke TYP 450 auf ein externes Flüssigeintragsystem
- Wiegesystem KP
- Substratverarbeitung: Festmist, Pferdemist und Schweinemist

UMFANGREICHES ZUBEHÖR

Zusatznutzen durch Extras

Maßgeschneiderte Komponenten mit Mehrwert

Steigern Sie den Profit Ihrer Anlage durch Upgrades auf weiteres Zubehör. Diese bieten Ihnen Vorteile wie mehr Komfort, maximale Effizienz, höhere Lebensdauer und verbesserte Wirtschaftlichkeit Ihrer Anlage. Analog zum Dosierer werden alle Zusatzkomponenten am Standort Sendenhorst gefertigt. So erschaffen wir maßgeschneiderte Lösungen, die perfekt auf die Bauart Ihres Dosierers abgestimmt sind und Ihren kundenindividuellen Sonderwünschen entsprechen.

BIG-Mix V120/300

Automatisches Schmiersystem

Zur Automatisierung des Schmiervorgangs bieten wir ein automatisches Schmiersystem, das den Wellendichtring des Getriebes der Misch- und Dosierschnecke in Intervallen mit Fett versorgt. Das schafft eine hohe Betriebssicherheit bei geringem Personalaufwand.

Abdeckung

Eine hydraulisch betätigte Abdeckung dient zur Minderung von Emissionen und Witterungseinflüssen. Die stabile Konstruktion in Segmentbauweise besteht aus Edelstahl und ist optional über eine Funkfernbedienung steuerbar.

Überladeschutz

Zur Vermeidung des Überladens des Behälters kann ein Überladeschutz Abhilfe schaffen. Die Ausrüstung besteht aus Aufbausegmenten in Edelstahl und ist ausschließlich für Anlagen ohne Abdeckung geeignet.

Aufstiegsleiter

Einen sicheren Aufstieg zur Einsicht in den Behälter gewährt Ihnen die feuerverzinkte und geschweißte Aufstiegsleiter. Das Zubehör ist bis zu einer Leiterhöhe von 4,9 m lieferbar und auf Kundenwunsch an verschiedenen Stellen am Dosierer zu montieren. Ein zusätzlicher Rückenschutz wird ab einer Leiterhöhe von 2,9 m gemäß geltender Sicherheitsstandards mit verbaut.

Revisionsöffnung

Zur einfacheren Durchführung von Wartungsarbeiten bieten wir den BIG-Mix optional mit einer Revisionsöffnung an, die an der Behälterseitenwand angebracht wird.

Wiegefußerhöhung

Zum Ausgleich des Höhenunterschieds zwischen der Unterbauschnecke und der nachfolgenden Einbringtechnik können robuste Wiegefußerhöhungen installiert werden. Diese sind aus verzinktem Stahl und in verschiedenen Bauhöhen verfügbar.

Verschleißbeschichtung

Die Stand- und Lebensdauer der Dosier- und Förderschnecken lassen sich unter Verwendung gewisser Substratarten positiv von einer Verschleißbeschichtung beeinflussen. Die durch ein spezielles Auftragsverfahren beschichteten Materialzonen verhindern die vorzeitige Abnutzung und stärken die Widerstandsfähigkeit der Dosier- und Förderschnecken.

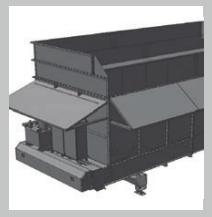
Funkfernbedienung

Mit einer Funkfernbedienung der Schutzklasse IP67 lassen sich einfach und mit hoher Reichweite unterschiedliche Funktionen bedienen. Per Knopfdruck lässt sich darüber unter anderem die Abdeckung oder die Bedienung der „AUTO-Mix Software“ steuern.

Beladeschutz „unten“

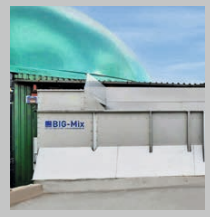
Beladeschutz

Um zu vermeiden, dass das Substrat in den Wartebereich des BIG-Mix V fällt, kann ein zusätzlicher Beladeschutz montiert werden. Hierbei handelt es sich um eine Maßanfertigung, die in zwei Ausführungsarten angeboten wird. Beide Varianten sind nicht fest an der Ladekante oder Betonmauer verbunden, um das Wiegeergebnis nicht zu verfälschen.



Beladeschutz „oben“

Der Beladeschutz schützt den Wartungsraum vor herabfallendem Substrat. Zur Aussteifung wird die Wand ca. alle 3 m zur Maschinenwand hin abgestrebt.



Beladeschutz „unten“

Die Konstruktion aus Edelstahl wird auf die vorliegende Begrenzungsmauer geschraubt und lose an die Maschinenwand angelehnt.

BIG-Mix V170/400

EINBRINGTECHNIK

Austrag über Förderschnecken

Technik aus einer Hand

Als Spezialist in der Umsetzung kompletter Maschinensysteme empfiehlt sich der Austrag über die bewährte Konrad Pumpe GmbH Förderschneckentechnik. Dank der flexiblen Übergabe gehen wir gezielt auf Ihre Wünsche ein und bieten differenzierte Lösungstechniken, die mit den eigenen Dosieranlagen und mit den nachfolgenden Einbringtechniken unterschiedlicher Hersteller kompatibel sind. Auf Kundenwunsch können diese Förderschnecken den internationalen ATEX-Richtlinien ausgelegt werden.

Ganz gleich, ob Ihr ausdosiertes Substrat über einen Direkteintrag in den Fermenter oder auf ein weiterführendes Flüssigeintragsystem zugeführt werden soll – wir entwickeln sichere und wirtschaftliche Konzepte für Ihre individuelle Nutzung.

TYP 600

Fermenterschnecke

Die Fermenterschnecke TYP 600 nach ATEX beschickt direkt den Fermenter. Hierfür ist der BIG-Mix V mit einer Schieberöffnung ausgestattet.

TYP 360

Unterbau- und Fermenterschnecke

Ist ein Fermenter aufgrund seiner örtlichen Gegebenheit an einem Hang erbaut oder ins Erdreich eingelassen, lässt sich das Substrat über unser zweiteiliges Förderschneckensystem TYP 360 sicher und zuverlässig beschicken. Die Förderschneckentechnik besteht in dem Fall aus einer Unterbau- und einer Fermenterschnecke nach ATEX.

TYP 450

Förderschnecke auf Flüssigeintrag

Mit der Förderschnecke TYP 450 auf Flüssigeintrag wird über einen konstanten Förderstrom der Flüssigeintrag beschickt. Mit diesem System können alle gängigen Flüssigeintragsysteme versorgt werden.

TYP 450

TYP 450

Zweiteiliges Förderschneckensystem

Das zweiteilige Förderschneckensystem TYP 450 beschickt einen Prallzerkleinerer mit bis zu 40 m³ Feststoffen pro Stunde, während ein Kompensator beide Systeme voneinander entkoppelt. Mit einem maßgefertigten Übergabekasten aus Edelstahl wird das gewählte Flüssigeintragsystem betriebssicher beschickt.

TYP 450

Doppelförderschnecke

Am BIG-Mix V können bis zu zwei Förderschnecken montiert werden. So lassen sich zeitgleich zwei Flüssigeintragsysteme oder zwei Zerkleinerungsaggregate verlässlich und energiesparend beschicken. Hierbei wird die Förderleistung flexibel auf die täglich wechselnden Substrate sowie auf die nachfolgende Zerkleinerungstechnik geregelt und angesteuert.

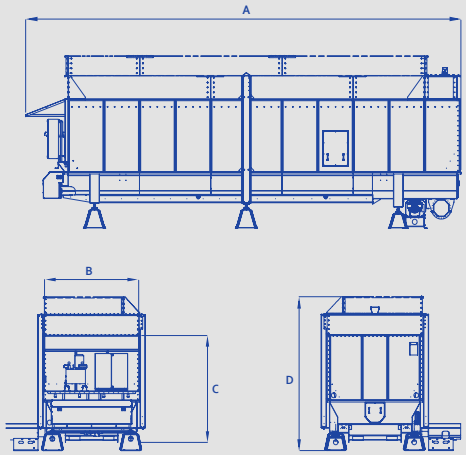
BIG-Mix V120/400

MODELLÜBERSICHT

Varianten und Erweiterungsmodule

Für jede Anwendung die passende Lösung

Der BIG-Mix V ist das ideale System zur Bevorratung, Aufbereitung und Dosierung für Biogasanlagen. In Abhängigkeit zur Anlagengröße, zu den auszudosierenden Substraten sowie den gewünschten Beladeintervallen stehen Ihnen verschiedene Modelltypen mit unterschiedlichen Ausstattungsmöglichkeiten zur Verfügung.



Modelltyp	Lade-volumen / Tonnage (ca.)	A - Gesamt-länge	B - Behälter-breite	C- Bauhöhe Ladekante	D- Bauhöhe gesamt	Antriebs-leistung Schub-segmente	Antriebs-leistung Misch-schnecke
V45/300	44 m³/31 t	7 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V45/300/70	71 m³/49 t	11,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V50/300	52 m³/37 t	8 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V50/300/86	87 m³/61 t	13,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V60/300	30 m³/42 t	9 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V60/300/100	103 m³/72 t	15,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V65/300	68 m³/48 t	10 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V65/300/117	119 m³/83 t	17,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V75/300	76 m³/53 t	11 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V75/300/133	135 m³/94 t	19,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V80/300	84 m³/59 t	12 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V80/300/148	151 m³/105 t	21,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V90/300	92 m³/64 t	13 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V90/300/167	167 m³/116 t	23,5 m	3,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V100/300	105 m³/73 t	13 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V100/300/190	190 m³/133 t	23,5 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW
V110/300	114 m³/80 t	14 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V110/300/208	208 m³/146 t	25,5 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW
V120/300	123 m³/86 t	15 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V120/300/226	226 m³/158 t	27,5 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW
V130/300	132 m³/92 t	16 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V130/300/244	244 m³/171 t	29,5 m	3,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW
V100/400	103 m³/72 t	10 m	4,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V100/400/184	188 m³/131 t	20 m	4,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V120/400	125 m³/87 t	12 m	4,0 m	3,3 m	3,9 m	7,5 kW	22 kW
V120/400/226	232 m³/162 t	24 m	4,0 m	3,3 m	3,9 m	2x 7,5 kW	22 kW
V150/400	155 m³/108 t	14 m	4,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V150/400/286	289 m³/202 t	26 m	4,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW
V170/400	167 m³/116 t	15 m	4,0 m	3,7 m	4,3 m	7,5 kW	22 kW
V170/400/310	289 m³/219 t	28 m	4,0 m	3,7 m	4,3 m	2x 7,5 kW	22 kW

FULL-SERVICE

Für Ihren Erfolg.

Wir sind für Sie da!

Nach der Inbetriebnahme sind wir Ihr professioneller Partner, der die Betriebsbereitschaft Ihrer Anlage nachhaltig unterstützt. Wir bieten Ihnen einen umfassenden Service, der Ihnen bei jedem Anliegen Fachkompetenz, schnelle Verfügbarkeit und hohe Bereitschaft sowie Flexibilität bietet. Damit sichern wir den wirtschaftlichen Erfolg Ihres Betriebes.

Betreuung

Von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zur Montage und Wartung – in jeder Situation steht Ihnen unser geschultes Personal beratend und begleitend zur Seite.

Maßanfertigung

Für jede Anlage schaffen wir kundenindividuelle Lösungen. Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten erarbeiten unsere Konstrukteure ein maßgefertigtes, wirtschaftliches und langlebiges Konzept.

Fachgerechte Montage

Unsere fachkundigen Monteure sind am Liefertermin vor Ort und übernehmen die Montage und Inbetriebnahme Ihres BIG-Mix V. Im Anschluss schulen sie Ihr Personal in der Bedienung der Anlage.

Wartungsarbeiten

Um die Langlebigkeit Ihres BIG-Mix V zu gewährleisten, empfehlen wir Ihnen, Ihre Anlage in regelmäßigen Abständen durch unsere Monteure warten zu lassen.

Ersatzteile auf Lager

Aufgrund unserer hohen Fertigungstiefe sind Ersatz-, Verschleiß- und sogar Spezialbauteile auch kurzfristig lieferbar.

Notdienst

Bei Notfällen können Sie uns auch außerhalb der Geschäftszeiten an 365 Tagen im Jahr erreichen. Die Dienstzeiten unserer Notdienstbereitschaft entnehmen Sie unter:
www.pumpegmbh.de/notdienst

Sichern Sie sich mit dem BIG-Mix V ein solides System zum Bevorraten, Mischen und Dosieren Ihrer Substrate!

IHRE VORTEILE

- ☑ **Qualitätsgeprüfte und bewährte Konstruktion „Made in Germany“**
- ☑ **Großzügiges Lagervolumen**
- ☑ **Zuverlässige Verarbeitung auch von anspruchsvollen Substratarten**
- ☑ **Komfortable Bedienung**
- ☑ **Geringer Energieverbrauch**
- ☑ **Vielfältige Modelltypen für jede Anlagengröße**
- ☑ **Kompatibel mit Komponenten anderer Hersteller**
- ☑ **Upgrade durch weiteres Zubehör möglich**
- ☑ **Full-Service**

SIE HABEN INTERESSE AM BIG-Mix V?

KONTAKTIEREN SIE UNSER VERTRIEBSTEAM:

E-MAIL: sales@pumpegmbh.de
FON: +49 (0) 2526 / 9329-0
FAX: +49 (0) 2526 / 9329-25

Konrad Pumpe GmbH
Schörmelweg 24
D-48324 Sendenhorst
www.pumpegmbh.de

KONRAD PUMPE GMBH

UNSERE TECHNIK BEWEGT.

Der Spezialbetrieb für den Anlagenbau

1830 als Schmiede gegründet, sind wir von der Konrad Pumpe GmbH heute ein innovativer Spezialbetrieb für den Maschinen- und Anlagenbau mit ca. 80 Mitarbeitern. Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, einen wertvollen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit Abfallstoffen zu leisten. Dafür produzieren wir maßgeschneiderte Maschinenkomponenten für vielfältige Anwendungen wie Dosier- und Fördersysteme inklusive Schaltschrank- und Steuerungsbau für Biogas- und Recyclinganlagen.

BIOGASTECHNIK

Wir produzieren hochwertige und robuste Dosieranlagen für den Biogas- und Recyclingbereich, die für unterschiedliche Nutzungen ausgerichtet sind. Unsere bewährte Produktpalette besticht durch hohe Qualität, Langlebigkeit und einen energieeffizienten Einsatz in der Verarbeitung anspruchsvoller Substrate.

DOSIERTECHNIK

Für den landwirtschaftlichen Sektor bauen wir Dosiertechnik und Anmischbehälter für unterschiedliche Futtermittel. Unsere Maschinen eignen sich für verschiedene Einsatzbereiche und zeichnen sich durch ihre Funktionalität und Flexibilität aus, die den höchsten Ansprüchen an Qualität, Performance und Langlebigkeit genügen.

MASCHINENBAU

Eine hochmoderne CNC- und Lasertechnik gehört zur Grundausstattung unseres hauseigenen Maschinenparks. Dort entstehen Spezialanfertigungen und Eigenentwicklungen für vielerlei Anwendungen im Landwirtschaft- und Industriebereich. Vorrangig werden dabei Stahl und Edelstähle verarbeitet.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten

Konrad Pumpe GmbH | Schörmelweg 24 | 48324 Sendenhorst
T +49 (0) 2526/ 9329-0 | www.pumpegmbh.de | info@pumpegmbh.de

INNOVATIVE FESTSTOFFDOSIERUNG

Maschinen und Systeme für bakteriengerechte Fermenterbeschickung

VOGELSANG
ENGINEERED TO WORK

DARAUF KÖNNEN SIE SICH VERLASSEN

Qualität, Erfahrung und Sachverstand als Garanten für zukunftsfähige Technik

Schon mit Erfindung der elastomerbeschichteten Drehkolbenpumpe bewies Vogelsang-Innovationsgeist im Bereich Landwirtschaft und entwickelte sich zu einem weltweit führenden Maschinenbauunternehmen. Auch im Biogassektor leisteten die Vogelsang-Entwickler Pionierarbeit mit einigen der ersten speziell auf die Branche abgestimmten Produkte.

Ob Pump- oder Zerkleinerungstechnik, Feststoffdosierer oder Desintegrationssysteme – auf der Basis unserer vielfältigen Erfahrung und beständiger Forschungsarbeit entwickeln wir neben äußerst funktionalen Komponenten auch ganze Systeme, die die langfristig effiziente Biogasproduktion und störungsfreie Abläufe in der gesamten Gärstrecke sichern.

Sowohl die Produktion als auch die Materialqualität unserer Maschinen zeugen von verantwortungsbewusstem Handeln im Sinne unserer Kunden. Ihre einfache Handhabung, die kompakte Bauform und die Anpassungsfähigkeit unserer Produkte dienen der Steigerung des Ertrags ebenso wie der Nachhaltigkeit. Deshalb setzen Anlagenbetreiber weltweit auf Vogelsang-Lösungen, um auf neue Gegebenheiten oder Gesetzesvorgaben effektiv reagieren zu können.

VOGELSANG: EINFACH MEHR BIOGAS

Zuverlässige Feststoffdosierer für die effiziente Biogasproduktion

Biogastechnik muss sicher und effizient sein, um einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu ermöglichen. Die Fermenterbeschickung hat dabei eine Schlüsselfunktion. Daher haben wir Systeme für die bakteriengerechte Feststoffdosierung in angemaischter Form entwickelt. Dank dieser für die Mikroorganismen optimalen Fütterung steigern sie den Gasertrag und reduzieren den Energiebedarf fürs Mischen, Rühren und Pumpen. Eine Tatsache, die sogar wissenschaftlich geprüft und bestätigt wurde.

Der Know-how-Vorsprung
Die von uns entwickelten und immer weiter perfektionierten Systeme für die Feststoffdosierung sind international im Einsatz und stellen ihre Qualität täglich unter Beweis. Forschung, kontinuierliche Anpassungen und innovative Features sorgen für maximale Effizienz und Wirtschaftlichkeit bei der Biogasproduktion.

Flüssigfütterung: die effizientere Art der Fermenterbeschickung
Die Art und Weise der Feststoffdosierung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage. Generell gilt: je gründlicher die Aufbereitung, desto höher die Gasausbeute. Untersuchungen wie zum Beispiel das EU-Forschungsprojekt „EU-AGRO BIOGAS" belegen den Vorteil der Fütterung mit gut angemaischten Kofermenten. Wichtig ist dabei die individuelle Abstimmung der Technik auf die Anlage und die Inputstoffe. Hier bietet Vogelsang mit dem CC-Mix und dem PreMix sowie dem EnergyJet für fast alle Konzepte und Inputstoffe eine passende Lösung, um die Gasausbeute der Biogasanlage zu optimieren.

Vogelsang-Feststoffdosierer im Überblick

EnergyJet®:
Flüssigfütterungssystem für NawaRo und Reststoffe

Faserige, strukturreiche, abrasive und fremdkörperbeladene Biomasse wie Mais-, Grassilage, GPS und Mist störungsfrei in angemaischter Form einbringen

- Integrierte Separation scheidet überschüssige Feuchtigkeit ab und sorgt für einen bruchsicheren Stopfen
- Anmaischschnecke vermischt Feststoffe und Flüssigkeit (z. B. Gülle oder Rezirkulat) zu einer Biosuspension
- Geschlossene Mischkammer vermeidet Gasemissionen

CC-Mix:
wirtschaftliches Flüssigfütterungssystem

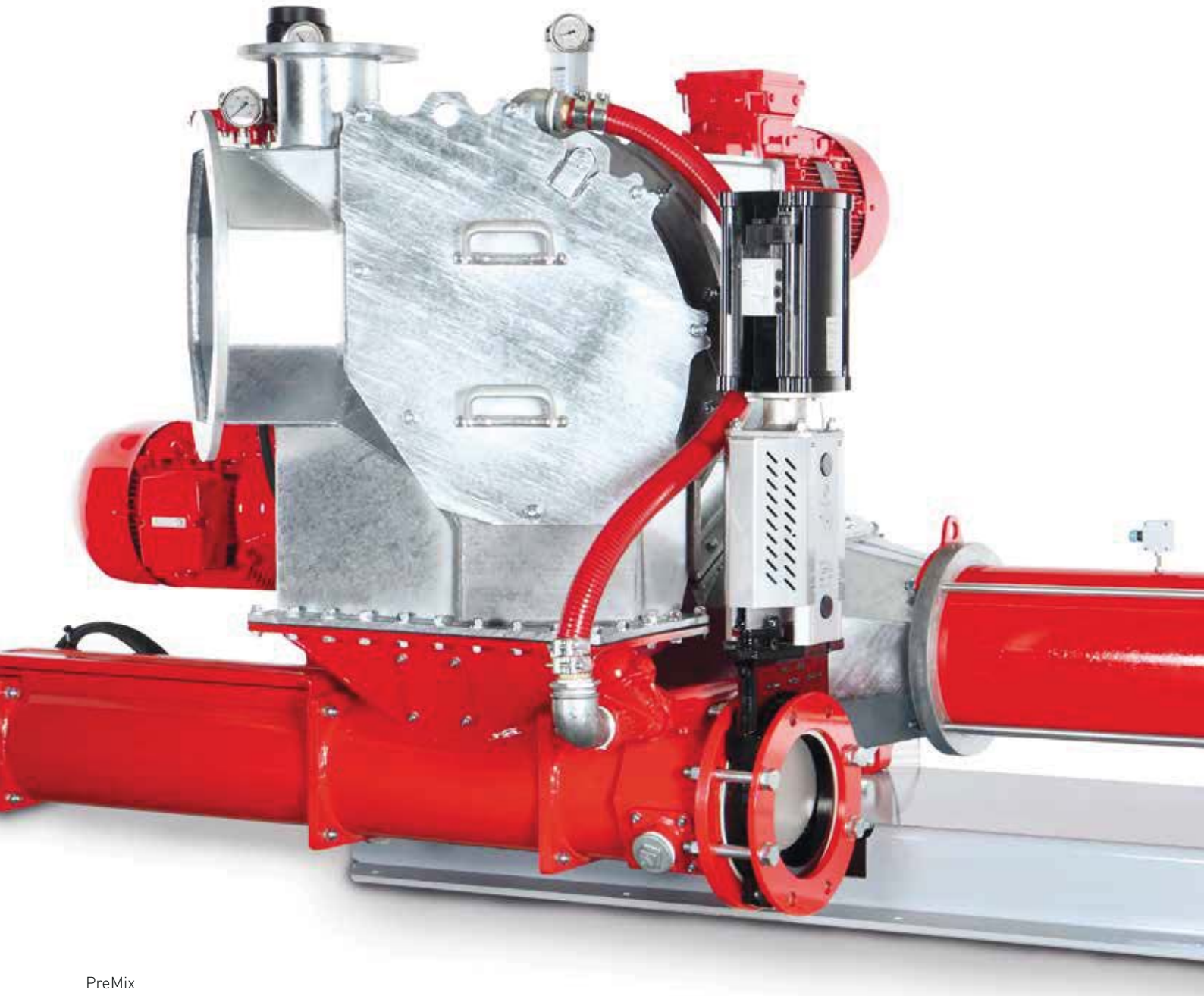
Rieselfähige klassische NawaRo und pastöse Kofermente wie Maissilage, trockene Tiernahrung oder Gemüsereste wirtschaftlich anmaischen und einbringen

- Energieeffizientes Vermischen von Feststoffen und Flüssigkeit dank einzigartigen Aufbaus
- Schutz vor Schwergut durch integrierten Steinfangkasten
- Einfach zu integrieren dank vielfältiger Anbindungsmöglichkeiten für die Feststoffzufuhr und kompakter Abmaße

PreMix®:
universales Flüssigfütterungssystem

Die große Bandbreite unterschiedlichster Substrate von breiigen Speise- und Lebensmittelresten über großvolumige Früchte bis hin zu trockenem und langfaserigem (Mais-)Stroh optimal aufbereitet einbringen

- Einzigartiges 4-in-1 Konzept zum Abscheiden, Anmaischen, Zerkleinern und Fördern mit nur einer Einheit
- Scheidet Fremdkörper zuverlässig ab, reduziert Störstoffe auf eine unproblematische Größe
- Beschickt die Fermenter mit optimal bakteriengerecht zerkleinerter und aufbereiteter Biomasse



PreMix

Leistung
Der PreMix steht für vier clever kombinierte Arbeitsschritte in einer kompakten Einheit zur Einbringung unterschiedlichster Kofermente.

Aufbau und Funktionsweise
Das universale PreMix-System ist eine Kombination unserer wartungsfreundlichen Exzenterschneckenpumpe (CC-Serie) mit dem effektiven RotaCut-Nasszerkleinerer.

Schon während die seitlich durch eine Förderschnecke in das System eingebrachten Kofermente mit der parallel zugeführten flüssigen Phase (z.B. Rezirkulat, Gülle) in der großzügigen Mix-Kammer vermengt werden, scheidet der PreMix eventuelle Fremdkörper ab. Mittels des RotaCut werden in der Biosuspension enthaltene grobe und faserige Bestandteile zerkleinert und das Medium wird optimal homogenisiert, bevor es in die Fermenter dosiert wird.

Da die Kofermente in einer bakteriengerecht angemaischten und pumpfähigen Suspension vorliegen, beschickt ein PreMix unkompliziert mehrere Fermenter. Durch das Abscheiden von Fremdkörpern und Zerkleinern von Störstoffen wird zudem die Standzeit der Pumpeinheit gesteigert. Gleichzeitig schafft die gründliche Aufbereitung optimale Voraussetzungen für hohe Gasausbeuten.

Der kompakte PreMix passt dank seiner platzsparenden Bauweise in jede Anlage und lässt sich daher auch besonders einfach nachrüsten.

Wartung und Instandsetzung
Ein Merkmal des PreMix ist die hohe Service- und Wartungsfreundlichkeit. Alle Arbeiten inklusive Verschleißteilewechsel können schnell und einfach vor Ort erfolgen. Das reduziert Betriebsunterbrechungen auf ein Minimum. Der innovative Schwenkmechanismus ermöglicht Wartung und Teilewechsel an der Pumpeinheit, ohne Teile der Rohrleitung zu demontieren. Das Schneidwerk ist durch die große Serviceklappe gut zugänglich. So lassen sich Schneidmesser und -sieb mit wenigen Handgriffen austauschen.

Einsatzbereiche
Dank des multifunktionalen Aufbaus des PreMix kann er mit den unterschiedlichsten Kofermenten beschickt werden und bereitet sie zuverlässig auf. Dazu gehören zum Beispiel breiige Speise- und Lebensmittelreste, großvolumige Früchte oder auch trockene NawaRo wie Stroh oder holziges Gras.

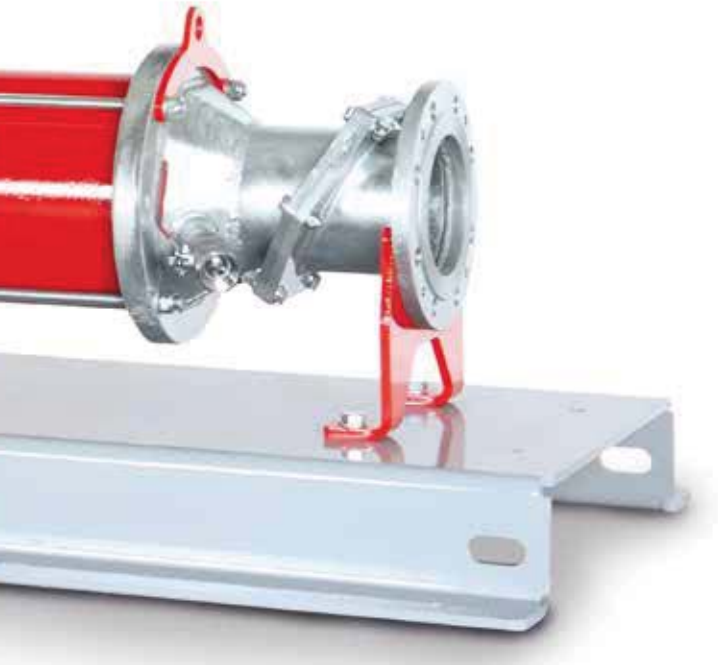
Fremdkörper schneller ausschleusen mit dem Debris Removal System
Je nach Wahl der Kofermente können bei der Feststoffdosierung große Mengen an Fremdkörpern anfallen. Die Entnahme war bisher mit einigem Aufwand verbunden, weshalb es sich lohnt, den PreMix mit dem innovativen Debris Removal System (DRS) von Vogelsang zu ergänzen. Das Ausschleusen der durch die Anlage abgeschiedenen Fremdkörper erfolgt mit dem DRS im laufenden Betrieb, der PreMix muss dabei weder abgeschaltet noch geöffnet werden.

Im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen ist der Vorgang dank DRS in einem Sechstel der Zeit erledigt und kann mithilfe einer entsprechenden Steuerung sogar teilautomatisiert werden. Darüber hinaus werden mit dem Schwergut nur ca. 15 Liter Medium ausgeschleust. Dabei werden nicht nur Unregelmäßigkeiten bei der Feststoffdosierung vermieden, es müssen auch nur geringe Mengen Suspension zurückgeführt werden.

GROSSE BANDBREITE, GERINGER AUFWAND

Der vielseitige PreMix® für die Aufbereitung breiiger, großvolumiger und trockener Kofermente

Wer als Biogasanlagenbetreiber möglichst flexibel auf das breitgefächerte Angebot an Kofermenten reagieren möchte, braucht eine ebenso anpassungsfähige Feststoffdosierung. Vor allem, wenn mehr anspruchsvolle und schwer zu verarbeitende Biomasse wie Mist, Ganzpflanzensilage, aber auch Biomüll bzw. Lebensmittelreste und Speiseabfälle verwertet werden sollen. Derart grobe und fremdkörperbelastete Inputstoffe machen eine gründliche Zerkleinerung und Aufbereitung vor der Fermenterbeschickung unabdingbar.



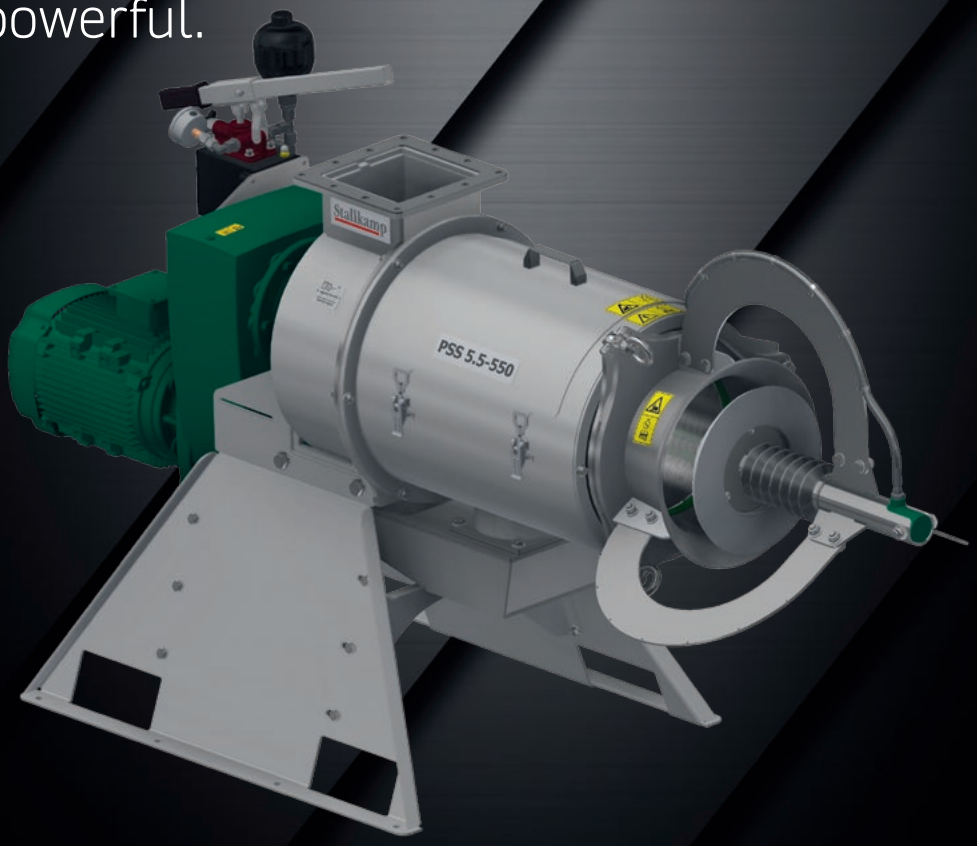
Vorteile des PreMix®

- Bereitet unterschiedlichste Kofermente zu einer angemaischten, homogenen Biosuspension auf
- Abscheiden von Schwergut und Zerkleinern von groben Bestandteilen/Fasern vor der Pumpeinheit
- Einfach zu integrieren dank kompakter Abmaße
- Beschickung mehrerer Fermenter möglich
- Einfacher und schneller Service vor Ort

Stallkamp

Zuverlässig und kraftvoll.

Reliable and powerful.



Innovativ | Bedienerfreundlich | Wartungsarm
Innovative | User-friendly | Low-maintenance

www.stallkamp.de

MADE IN GERMANY

Pressschnecken-Separatoren

Press screw separators

Separieren lohnt sich!

Funktionsweise

Unsere Pressschnecken-Separatoren sind bestens geeignet, um ein Medium in eine feste und eine flüssige Fraktion zu trennen. Das zu separierende Medium befindet sich im Siebkorb. Die flüssige Fraktion läuft durch das Sieb, wobei sich die feste Fraktion ans Sieb anlegt.
Durch eine gepanzerte Pressschnecke wird dieses Sieb permanent gereinigt und der Feststoff Richtung Auswurf transportiert. Der einstellbare Gegendruck am Auswurf regelt dabei die gewünschte Trockenheit des Feststoffes.

Anwendungen

- Zum einfacheren Ausbringen von Rinder- und Schweinegülle oder zur Produktion von Einstreugut in der Landwirtschaft
- Trennung der Fest- und Flüssigstoffe vor und nach dem Vergärungsprozess bei Biogasanlagen
- Separieren von Gemüseabfällen wie beispielweise Kartoffelschalen in der Lebensmittelindustrie, von Panseninhalten in Schlachtbetrieben, von Brennschlempe in Brennereien

Separation is profitable!

Functionality

Our press screw separators are best suited for separating a medium into its solid and liquid constituents. The medium to be separated is located in the screen basket. The liquid part goes through the screen, whereas the solid part is caught by the screen.
This screen is permanently cleaned by a plated stainless steel press screw, which conveys the solid material to the outlet building up a plot. In this process the adjustable counterpressure at the outlet controls the required dryness of the solid material.

Applications

- For the easy distribution of cattle and pig manure or for the production of bedding material in agriculture
- Separating solid and liquid matter before and after the digester process in biogas plants
- Separating vegetable waste, for example potato peelings in the food industry, rumen contents in meat packing plants, mash in distilleries, waste water treatment plants

Vorteile

- Bis zu 10–25 % Entlastung von Güllelagerstätten*
- Export von organischen Nährstoffüberhängen
- Verbesserung der Transportfähigkeit / Wirtschaftlichkeit
- Produktion von Einstreumaterial für Liegeboxen in Kuhställen
- Reduzierte Schwimmschichten im Endlager, der Energieaufwand zum Rühren verringert sich
- Bessere Düngewirkung
- Gülle infiltriert schneller in den Boden, dadurch weniger Verätzungen und Futterverschmutzungen beim Düngen von Grünland
- Kein Verstopfen beim Ausbringen von separierter Dünngülle mit Schleppschlauchverteilern
- Einhaltung gesetzlicher Lagerfristen durch Reduzierung des benötigten Flüssiglagervolumens fällt leichter

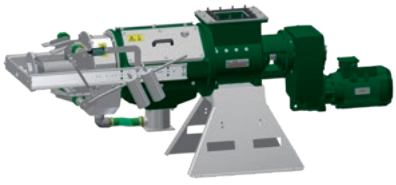
* abhängig von der Ausgangsflüssigkeit

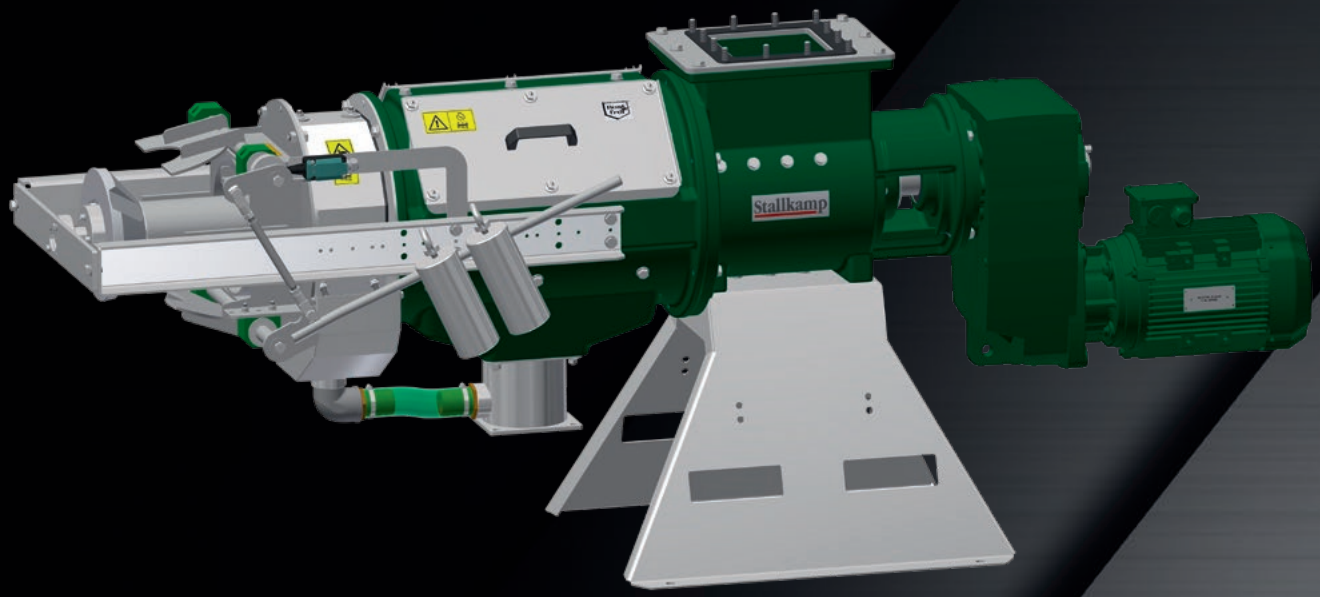
Advantages

- Between 10-25 % burden eased on manure depots*
- Export of organic nutrient surpluses
- Improvement of transport capability/efficiency
- Production of bedding material for pens in cowsheds
- Reduced floating layers in the final storage site; less energy is required for stirring
- Improved fertilising effect
- The uptake to the plant is more quickly, meaning less corrosion and feed contamination
- No blockages when distributing separated effluent using drag hose spreaders
- Compliance with statutory storage durations becomes easier by reducing the liquid storage volume required

* depending on the liquid discharge

Separatorenprogramm | Separator Portfolio

Modell	Separator	Mobile Einheit | Mobile unit	
PSS 2.2-400	 PSS 2.2-400	 PSS 2.2-400 Mobile Einheit Small Small mobile unit	 PSS 2.2-400 ComPress
PSS 4/5.5-550	 PSS 4/5.5-550	 PSS 4/5.5-550 Mobile Einheit Small Small mobile unit	 PSS 4/5.5-550 Mobile Einheit Large Large mobile unit
PSG 4/5.5-600 **PSG 5.5-750**	 PSG 4/5.5-600 PSG 5.5-750	 PSG 4/5.5-600 PSG 5.5-750 Mobile Einheit Small Small mobile unit	 PSG 4/5.5-600 PSG 5.5-750 Mobile Einheit Large Large mobile unit



PSG 4/5.5-600 5.5-750

Pressschnecken-Separator Guss

Cast iron press screw separator

PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Aufbau des PSG

- Widerstandsfähiges Maschinengehäuse aus Guss mit Einlasskammer und 2 seitlichen Reinigungsöffnungen
- Zulauf für die zu separierende Flüssigkeit
- Auslaufstutzen mit Vierkantflansch für die gefilterte Flüssigkeit
- Feinspaltiger, robuster Siebzylinder aus rostfreiem Edelstahl
- Aufgepanzerte, zweigängige Pressschnecke aus rostfreiem Edelstahl mit präziser Passung an das Sieb
- Getriebemotor
- Feststoffauslass aus Edelstahl; Klappen stufenlos über Gegengewicht zur Steuerung des Restfeuchtegehalts einstellbar
- Untergestell/Befestigungsrahmen aus rostfreiem Edelstahl

PSG structure

- Heavy machine housing made from cast iron with inlet chamber and 2 separate cleaning holes
- Inlet for the fluid to be separated
- Outlet ports with square flange for the filtered fluid
- Robust, fine-mesh screen cylinder made from stainless steel
- Plated, two-way press screw made from stainless steel with precision fit for the screen
- Drive motor
- Solids outlet made from stainless steel; flaps steplessly adjustable via counterweight for controlling the residual moisture content
- Subframe/fastening frame made from stainless steel

Vorteile:

- Effiziente Separationsleistung bei hoher Durchsatzleistung
- Einfache Steuerung des Separators
- Beidseitig gelagerte Pressschnecke
- Kontinuierlicher Prozess
- Sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis durch den Einsatz eines Gussgehäuses
- Geringer Energieverbrauch

Advantages:

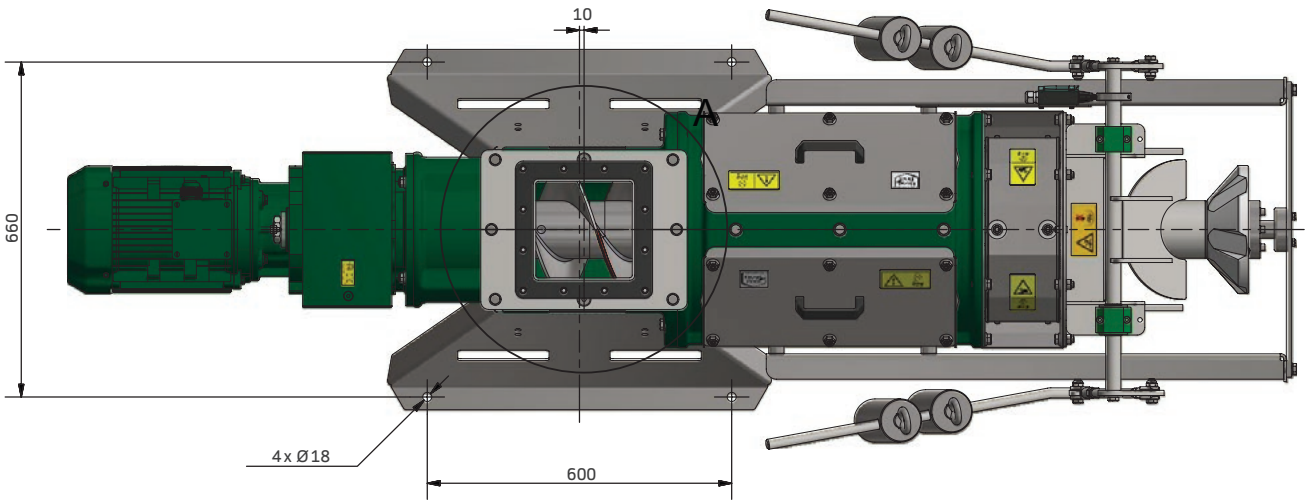
- Efficient separation performance with high throughput
- Simple separator control
- Bilaterally mounted press screw
- Continuous process
- Excellent price/performance ratio due to cast iron housing
- Low energy consumption

Anwendungen:

- Biogasanlagen: Separation von Gärresten
- Landwirtschaft und Tierhaltung: Separation von Gülle
- Vorbereitung für Green Bedding
- Schlachthöfe: z. B. Separation von Pansen- u. Darminhalten
- Lebensmittelindustrie: z. B. Separation von Gemüseabfällen
- Brennereien und Brauereien: Entwässerung von Maische und Getreideschlempe

Applications:

- Biogas plants: Separation of fermentation residues
- Agriculture and animal husbandry: Separation of manure
- Green bedding
- Abattoirs: e.g. separation of rumen and intestinal contents
- food industry and meat packing industry: e.g. separation of vegetable waste
- Distilleries and breweries: Dehydrating mash and distiller's grains



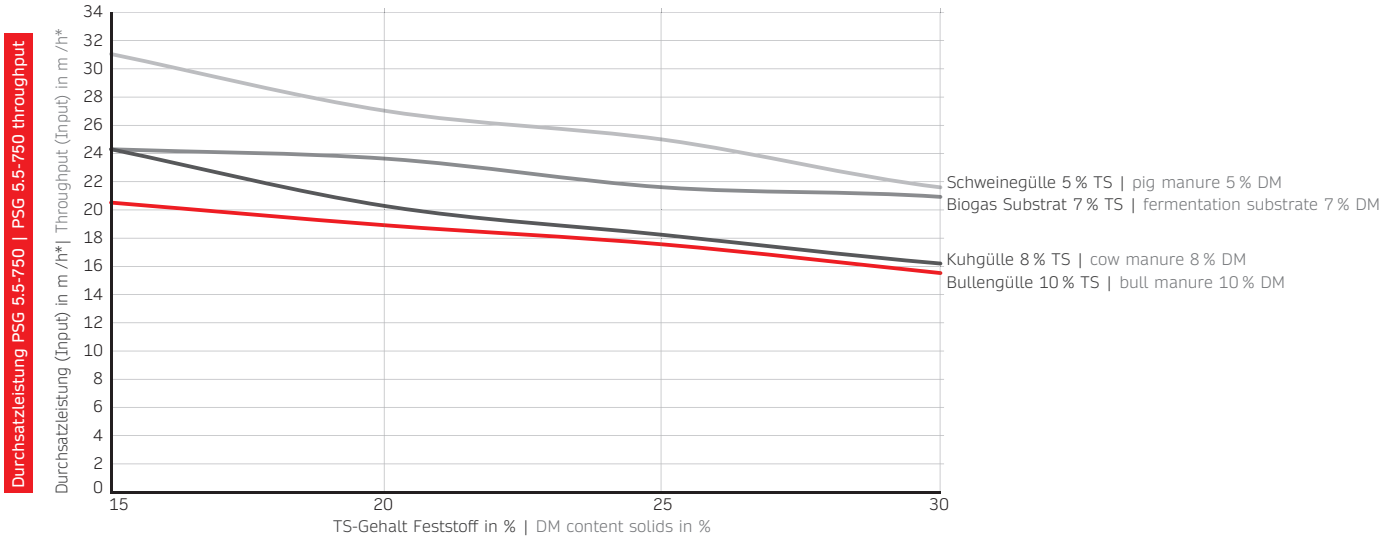
PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Die PSG-mEL unterscheidet sich von der PSG-mES durch den Auffangbehälter mit Teleskopstützen und die Abführpumpe zur Entleerung des Behälters.

The PSG-mEL differs from the PSG-mES with respect to the hopper with telescopic supports and the discharge pump for emptying the container.

Technische Daten | Technical data

	Mobile Einheit Small **Small mobile unit**	**Mobile Einheit Large** **Large mobile unit**
Separator Separator	Getriebemotor: 4/5,5 kW | Drive motor: 4/5.5 kW Drehzahl: 30 U/min | Rotational speed: 30 rpm Spaltsiebkorb: Ø 254 mm, L = 600/750 mm | Screen basket: Ø 254 mm, L = 600/750 mm Spaltweiten: 0,35 /0,50/0,75/1,00 mm (andere Weiten auf Anfrage) Gap widths: 0.35 /0.50/0.75/1.00 mm (other widths upon request) Durchsatz: 5–25 m³/h | Throughput: 5–25 m³/h	Getriebemotor: 4/5,5 kW | Drive motor: 4/5.5 kW Drehzahl: 30 U/min | Rotational speed: 30 rpm Spaltsiebkorb: Ø 254 mm, L = 600/750 mm | Screen basket: Ø 254 mm, L = 600/750 mm Spaltweiten: 0,35 /0,50/0,75/1,00 mm (andere Weiten auf Anfrage) Gap widths: 0.35 /0.50/0.75/1.00 mm (other widths upon request) Durchsatz: 5–25 m³/h | Throughput: 5–25 m³/h
Vorlagebehälter Hopper	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch
Zuführpumpe Supply pump	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder/Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder/Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR
Auffangbehälter Hopper	–	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch
Abführpumpe Discharge pump	–	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder/Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR
Steuerung Control system	Durchbruchsicherung | Rupture safeguard Amperemeter | Amperemeter CEE-Stecker: 32/63 A | CEE connector: 32/63 A Externe Signale: Input/output | External signals: Input/output	Durchbruchsicherung | Rupture safeguard Amperemeter | Amperemeter CEE-Stecker: 32/63 A | CEE connector: 32/63 A Externe Signale: Input/output | External signals: Input/output
Abmessungen L x B x H (mm) Dimensions L x W x H (mm)	2.450 x 1.140 x 2.400 Variiert je nach Pumpenauswahl Varies due to the different pump options	2.590 x 1.700 x 2.500 Variiert je nach Pumpenauswahl Varies due to the different pump options
Gewicht (kg) Weight (kg)	ca. 950	ca. 1.500



Durchsatzleistung bei Sieb 0,5 mm; bei Sieb 1,0 mm + ca. 20 % | Throughput with 0.5 mm screen; with 1.0 mm screen + approx. 20%

*Die Durchsatzleistung kann je nach Beschaffenheit der Gülle abweichen | Throughput may differ depending on the nature of the manure

PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Funktionsweise des PSG

Der Pressschnecken-Separator trennt kontinuierlich und vollautomatisch Feststoffe von Flüssigkeiten. Das zu separierende Gemisch wird von oben in die Einlasskammer gepumpt und durch die Pressschnecke in das horizontale Sieb befördert. Im letzten Teilbereich des Siebes befindet sich die Presszone, in der die letzte Restfeuchte aus dem Feststoff gepresst wird. Es entsteht ein sich permanent erneuernder, kompakter Feststoffkuchen, der trocken aus dem Feststoffauslass der Maschine heraus-gedrückt wird. Dieser lässt sich problemlos in einfachen Behältern auffangen. Die separierte Flüssigkeit fließt durch den Auslass unten am Maschinengehäuse. Aufgrund der engen Toleranzen wird das Sieb auf der Innenseite von der Pressschnecke permanent sauber gehalten.

Funktionsweise des Gegenlagers

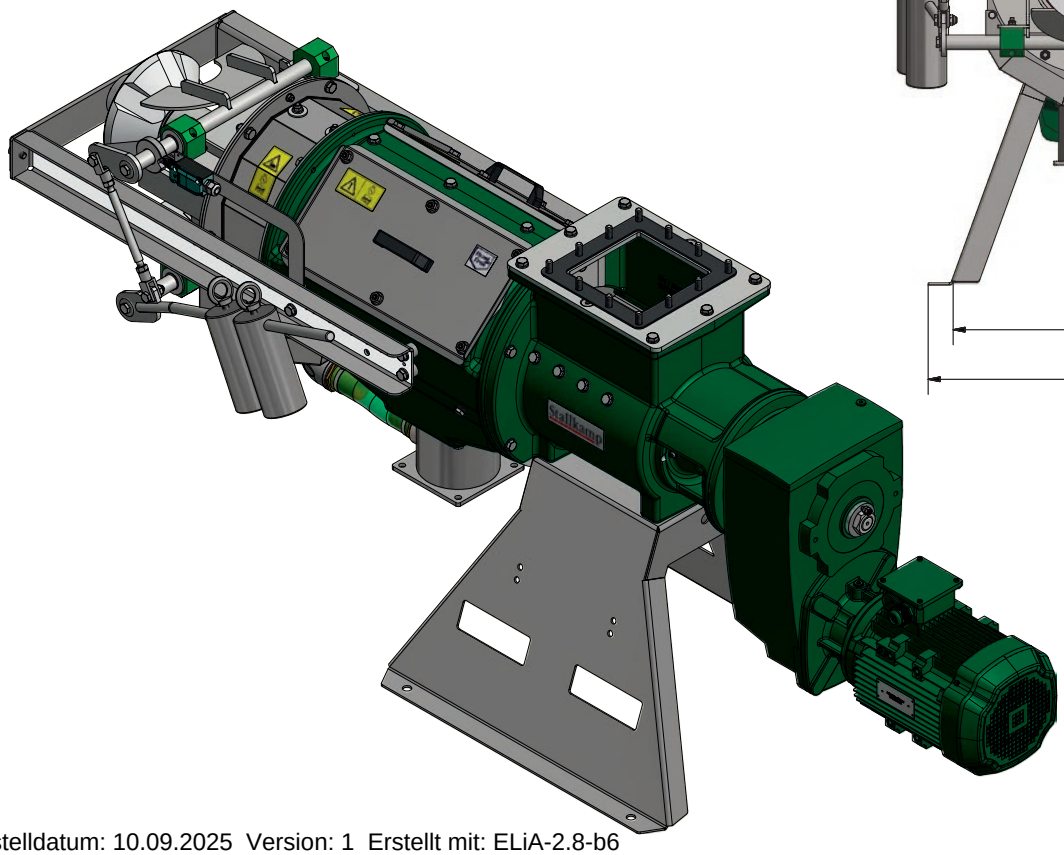
Zur Verschleißreduzierung an Sieb und Pressschnecke insbesondere bei hohen Trockenstoffgehalten wird die Pressschnecke zusätzlich über ein Gegenlager an der Auswurfseite gelagert.

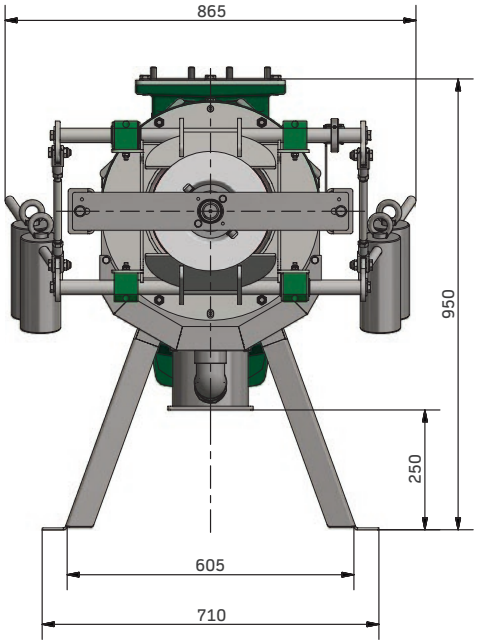
Functionality of the PSG

The press screw separator continuously separates solid materials from liquids in a fully automated manner. The mixture to be separated is pumped into the inlet chamber from above and conveyed into the horizontal screen by the press screw. The pressing zone is located in the final sub-section of the screen, where even the tiniest particles are separated from the liquid. A permanently regenerating, compact solid cake emerges, which is pushed out of the solids outlet of the machine in a dry state. This can be collected effortlessly in simple tanks. The separate liquid flows through the outlet below on the machine housing. Due to the tight tolerances, the screen is kept permanently clean on the inside of the press screw.

Functionality of the counter bearing

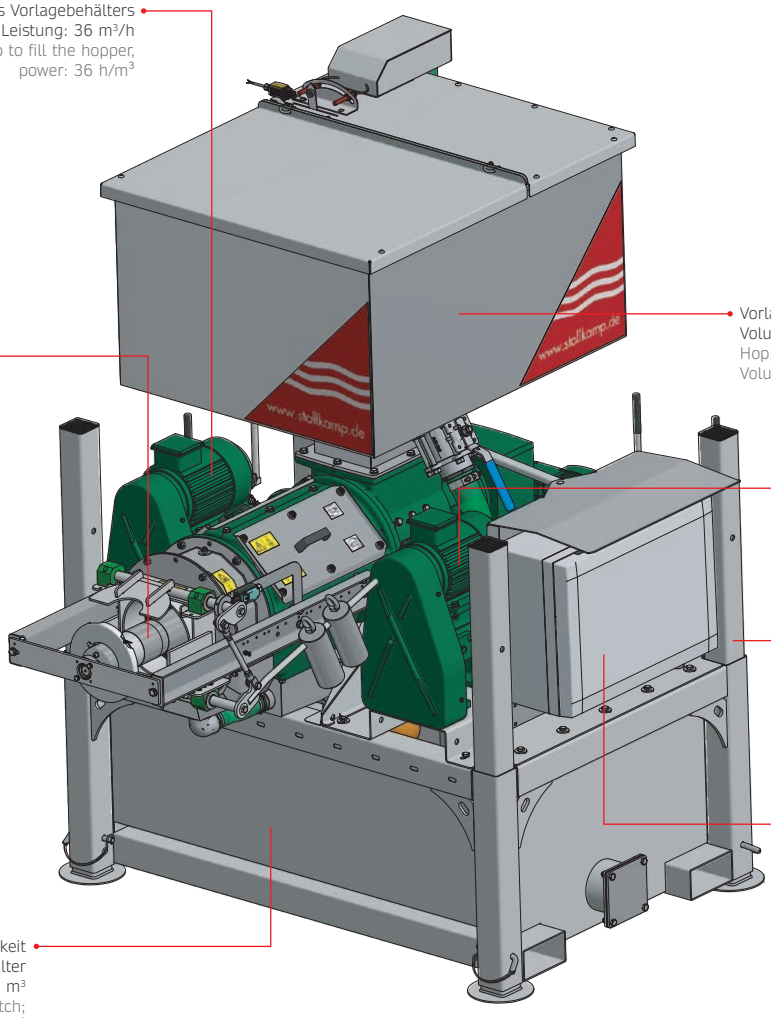
To reduce wear on the screen and press screw, especially in the case of high volumes of dry matter content, the press screw is additionally supported by a counter bearing on the outlet side.





PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

PSG-mEL 5.5-750 Mobile Einheit Large
PSG-mEL 5.5-750 Large mobile unit



Zuführpumpe zur Befüllung des Vorlagebehälters
Leistung: 36 m³/h
Feeding pump to fill the hopper,
power: 36 h/m³

Pressschneckenseparator
Press screw separator

Vorlagebehälter inkl. Schwimmerschalter
Volumen: 0,85 m³
Hopper with float switch;
Volume: 0,85 m³

Abführpumpe zum Abpumpen
der separierten Flüssigkeit
Leistung: 36 m³/h
Discharge pump to support
the separated liquid,
power: 36 h/m³

Stütze: +2 x 500 mm Höhe
Support: + 2 x 500 mm additional height

Steuerung
Control panel

Behälter für separierte Flüssigkeit
inkl. Schwimmerschalter
Volumen: 0,85 m³
Hopper with float switch;
Volume: 0,85 m³

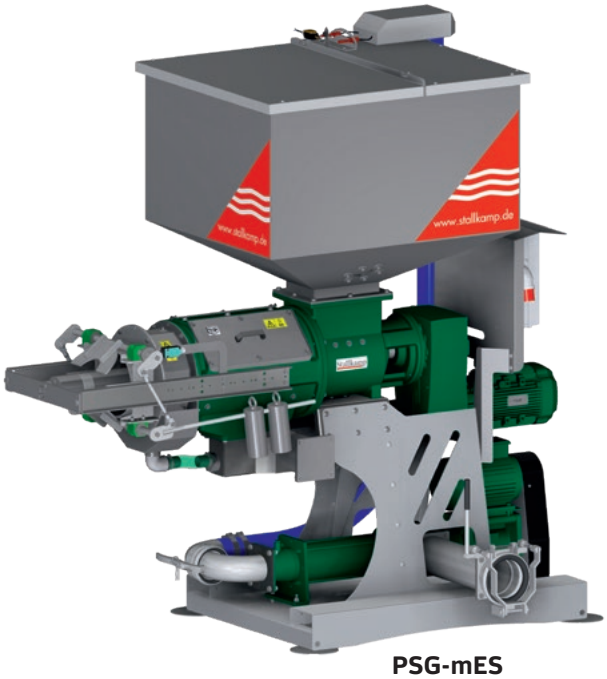
Vorteile der mobilen Einheiten
- Universell einsetzbar
- Komplette Einheit inkl. Steuerung und Pumpe(n)
- Aufeinander abgestimmte Komponenten
- Überbetrieblich einsetzbar

Advantages of mobile units
- Can be used anywhere
- Complete unit, including control system and pump(s)
- Harmonised components
- Can be used in different plants

PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Gärrestseparation mit dem PSG.
Separation of digestate with PSG.

PSG-mEL



PSG-mES

Für den PSG-mEL sind folgende Pumpen-Kombinationen erhältlich:

- Zuführpumpe HEX und Abführpumpe HEX
- Zuführpumpe HEX und Abführpumpe DKP
- Zuführpumpe DKP und Abführpumpe DKP

The following pump combinations are available:

- Supply pump HEX und discharge pump HEX
- Supply pump HEX und discharge pump DKP
- Supply pump DKP und discharge pump DKP

Stallkamp

Alle Angaben in diesem Prospekt erfolgten nach bestem Wissen und beruhen auf sorgfältiger Prüfung; eine Haftung ist ausgeschlossen. All details in this brochure are given in accordance with the best of knowledge and are carefully checked; liability is not accepted.

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4 · Industriegebiet West
49413 Dinklage · Germany
T. +49 4443 96 66-0 · F. +49 4443 96 66-60
info@stallkamp.de · www.stallkamp.de

| pumpen
| lagern
| rühren
| separieren

dbds Deutsche Biogas Dach-Systeme

Dach-Systeme für Biogasanlagen.

Innovative Lösungen einer starken Partnerschaft.

Roof systems for biogas plants.

Innovative solutions for a strong partnership.

dbds – ganzheitliche Kompetenz für Dach-Systeme von Biogasanlagen.
dbds – integrated competence for roof systems for biogas plants.

Herkunft und Heimat.

Die Abkürzung dbds steht für Deutsche Biogas Dach-Systeme GmbH und für einen Zusammenschluss etablierter Fachleute und Unternehmen, die sich seit Jahren auf die Bereiche Biogas- und Industrieanlagenbau spezialisiert haben. Als fester Partner in diesem Zusammenschluss hat jeder dieser Spezialisten durch seine Leistungen und Innovationen eigene Standards gesetzt und so zu Erfolg und Stärke dieses Zusammenschlusses beigetragen.

Neben Know-how und Erfahrung verbindet die Partner der dbds eine gemeinsame Philosophie. Dazu gehört es, Aufgaben mit absoluter Präzision, Effizienz und größtmöglicher Kundenorientierung umzusetzen: technisch, zeitlich und wirtschaftlich. Mit dieser Philosophie und mit diesem Anspruch ist die dbds zu einem führenden Anbieter von Gasspeichersystemen in den Bereichen landwirtschaftliche und industrielle Biogasanlagen geworden.
Die Heimat der dbds mit den Unternehmensbereichen Vertrieb, Entwicklung und Produktion ist in Kreuzau, Nordrhein-Westfalen, Deutschland.

Close to home.

The abbreviation dbds stands for Deutsche Biogas Dach-Systeme GmbH and for the combination of established experts and (individual) firms that have specialised in the fields of biogas and industrial plant construction for years. Every single permanent partner is a specialist who has set his own standards in service and innovation, thereby contributing to the success and strength of the combination.

Along with know-how and experience, the dbds partners share a common philosophy. That means that absolute precision, efficiency and the greatest possible customer orientation are implemented: with technology, timeliness and economy. With this philosophy and ambition, dbds is one of the leading suppliers in the field of agricultural and industrial biogas plants as well as wastewater treatment plants.
dbds with its sales, development and production divisions has its home in Kreuzau, North Rhine Westphalia, Germany.

Gemeinsame Werte.
Gemeinsame Ziele.

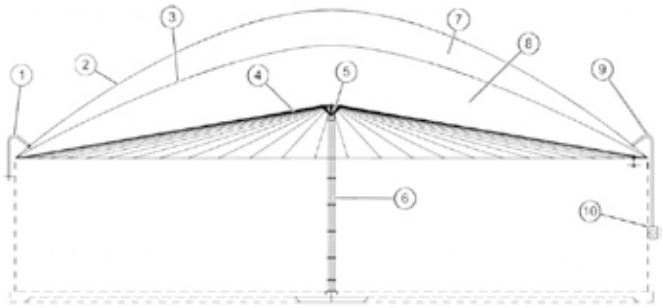
Qualität, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Effizienz: Unter diesen Stichworten machen wir die Ziele unserer Kunden zu unseren eigenen. Dabei verstehen wir das Vertrauen unserer Kunden in die Werte der dbds als eine Investition. Wir arbeiten kontinuierlich daran, dass sich diese Investition bestmöglich auszahlt. Tag für Tag entwickeln wir die Leistungen, Prozesse und Standards weiter, um so hinsichtlich Technologie, Prozesssicherheit oder Wirtschaftlichkeit immer neue Maßstäbe zu setzen – sowohl für industrielle und landwirtschaftliche Betreiber wie auch für Anlagenbauer und Entwickler.

Alle unsere Produkte haben ihre Marktreife in eingehenden Langzeittests und Feldversuchen bewiesen. Bei der Beratung wie auch in der Entwicklung und Umsetzung einer dbds Lösung stehen die verschiedenen individuellen Ansprüche unserer Kunden und die jeweiligen Einsatz- und Anwendungsbereiche im Mittelpunkt. So werden alle Eigenschaften und Qualitätsmerkmale unserer Systeme mit Rücksicht auf die Prozesse, in denen sie später eingesetzt werden, entwickelt. Dieser Blick über den eigenen Tellerrand hinaus ist unser Garantieversprechen für größtmögliche Sicherheit. Dafür überwachen, dokumentieren und bewerten wir alle unsere Fertigungsschritte und die unserer Lieferanten durch eine umfassende Qualitätssicherung.

Common values.
Common goals.

Quality, safety, reliability and efficiency: these are the virtues with which we have adopted our customers' objectives. We understand our customers' confidence in the value of dbds as an investment. We work continuously to assure the best possible return on this investment. Day-for-day we continue to develop our services and processes to set new standards in terms of technology, process safety or efficiency – for industrial and agricultural operations as well as for plant builders and developers.

All our products have proven their market maturity in thorough long-term tests and field trials. The various individual demands of our customers and their respective uses and applications constitute the focus of advice, development and implementation of a dbds solution. Thus all properties and quality specifications of our systems are developed to take account of the processes in which they are to be implemented later. Our guarantee of the greatest possible safety is the result of thinking outside our own box. Therefore we monitor, document and evaluate all of our manufacturing stages and those of our suppliers using comprehensive quality assurance procedures.



1. Luftaustritt
2. Außenmembran
3. Innenmembran
4. Gurtlage
5. Kronring
6. Mittelstütze
7. Luftraum
8. Gasraum
9. Lufteintritt
10. Stützluftgebläse

1. Air outlet
2. Outer membrane
3. Inner membrane
4. Belt system
5. Crown ring
6. Centre support
7. Air layer
8. Gas compartment
9. Air inlet
10. Support air blower

Zweischalige Dach-Systeme

Die dbds Doppelmembran-Dach-Systeme werden für Behälter

- bis zu einem Durchmesser von **40 m,**
- bis zu einem Gasbetriebsdruck von **20 mbar** und
- bis zu einem Gasspeichervolumen von **6.500 m³** geliefert.

Die Dach-Systeme können auf Behältern aus Beton, Edelstahl sowie emailliertem Stahl montiert werden. Je nach Kundenwunsch und Anforderung werden die nachfolgend aufgeführten Komponenten des Dach-Systems individuell abgestimmt, ausgewählt und gefertigt.

Das Material der Doppelmembran ist ein PVC-beschichtetes Polyestergewebe, das speziell für die Anwendung als Biogasspeicher entwickelt und produziert wird. Das Material ist schwer entflammbar nach DIN 4102 B1 und UV-beständig. Es kommen Materialien mit Flächengewichten von 800 g/m² bis 1.500 g/m² zum Einsatz. Die Gasdurchlässigkeit der Membranen liegt zwischen <200 cm³/(m² d bar) und <500 cm³/(m² d bar). Standardfarben sind Silbergrau, ähnlich RAL 7001, und Moosgrün, ähnlich RAL 6005. Die Doppelmembranen können auch auf Wunsch in Sonderfarben geliefert werden. Das Material wird hochfrequenzverschweißt. In der Außenmembran sind Luftein- und Luftauslässe sowie Kondensat-Ablassstopfen eingearbeitet. Auf der Innenmembran werden Hohlsäume konfektioniert, die als Führung des Füllstandsgurtes bzw. -schlauchs dienen. Eine Wetterschutzfolie wird auf dem Behälterrand montiert und dient zum Ableiten von Regenwasser. Die Größe des Gasspeichervolumens kann individuell mit dem Kunden abgestimmt werden.

Double-shell roof systems

The dbds double-membrane roof systems are designed for containers

- up to a diameter of **40 m**
- up to a gas operating pressure of **20 mbar**
- up to a gas storage volume of **6,500 m³**

The roof systems can be fitted to containers made out of concrete, steel or enamelled steel. Depending on the customer's wishes and requirements, the following components on the roof system can be individually adapted, selected and manufactured.

The material used for the double-membrane roof system is a PVC-coated polyester fabric, which has been especially developed and produced for use with biogas tanks. The material is flame-retardant according to DIN 4102 B1 and UV-resistant. Materials with a weight of 800 g/m² to 1,500 g/m² are used. The gas permeability of the membrane is between <200 cm³/(m² d bar) and <500 cm³/(m² d bar). It is available in the standard colours of silver grey (similar to RAL 7001) and moose green (similar to RAL 6005). However, the double-membrane roof system can also be delivered in special colours on request. The material is high-frequency welded. Air inlets and outlets, as well as a condensate drain plug, are incorporated into the outer membrane. Hemmed sleeves are built into the inner membrane to act as guides for the filling level belt and hose. A protective weatherproof film is attached to the container edge and serves to drain off rainwater. The volume of the gas tank can be individually agreed with the customer.

Einschalige Dach-Systeme

Die einschaligen Biogasbehälterabdeckungen können in der Ausführung „gasdicht“ oder „geruchsdicht“ geliefert werden.

Das Material der einschaligen Dächer ist ein PVC-beschichtetes Polyestergewebe, das speziell für die Anwendung als Biogasspeicher entwickelt und produziert wird. Das Material ist schwer entflammbar nach DIN 4102 B1 und UV-beständig. Es kommen Materialien mit Flächengewichten von 800 g/m² bis 1.500 g/m² zum Einsatz. Die Gasdurchlässigkeit der Membranen liegt zwischen <200 cm³/(m² d bar) und <500 cm³/(m² d bar). Standardfarben sind Silbergrau, ähnlich RAL 7001, und Moosgrün, ähnlich RAL 6005. Die Membranen können auch auf Wunsch in Sonderfarben geliefert werden. Das Material wird hochfrequenzverschweißt.

Der Lieferumfang besteht dabei aus folgenden Komponenten:

- Membran
- Mittelstütze
- Hochpunkt oder verstellbarer Hochpunkt
- Befestigungssystem (Klemmschiene) oder Abspannrohre für die Hohlsaumtasche
- optional: Serviceöffnungen
- prüffähige Statik
- Dokumentation
- Montage

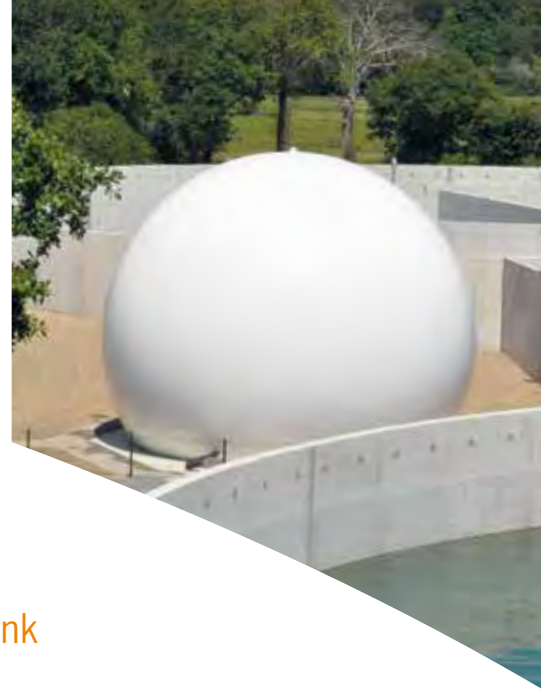
Single-shell roof systems

The single-shell biogas container roof systems can be delivered in “gas-tight” or “odour-tight” versions.

The material used for the single-shell roof system is a PVC-coated polyester fabric, which has been especially developed and produced for use with biogas tanks. The material is very flame-retardant according to DIN 4102 B1 and UV-resistant. Materials with a weight of 800 g/m² to 1,500 g/m² are used. The gas permeability of the membrane is between <200 cm³/(m² d bar) and <500 cm³/(m² d bar). It is available in the standard colours of silver grey (similar to RAL 7001) and moose green (similar to RAL 6005). However, the membranes can also be delivered in special colours on request. The material is high-frequency welded.

The scope of delivery includes the following components:

- Membrane
- Centre support
- High point or adjustable high point
- Attachment system (clamping rails) or a tensioning pipe for the hemmed sleeves
- Optional: service openings
- Verifiable statics
- Documentation
- Installation



Externe Gasspeicher

Externe Gasspeicher bieten ein zusätzliches Gasspeichervolumen, um Produktionsschwankungen, Verbrauchsschwankungen, Volumenänderung auf Grund von Temperaturschwankungen sowie den Stillstand der Verbraucher auszugleichen oder produziertes Gas zur späteren Nutzung zu speichern.

- Gasspeichervolumen bis **5.000 m³**
- Gasbetriebsdruck zwischen **20 und 35 mbar**

Befestigung des Gasspeichers

Der Gasspeicher ist auf der Betonbodenplatte mit Befestigungsringen aus Edelstahl befestigt (innere Membran, äußere Membran). Bei der Herstellung der Bodenplatte brauchen keine Bauteile eingelassen zu werden.

Technische Ausstattung, inklusive:

- Füllstandsmessung
- Hydraulikwächter
- Regulierklappe
- Gasdrucksensor
- Biogas-Ausströmüberwachung

External gas tank

External gas tanks offer additional gas storage capacity in order to compensate for production fluctuations, consumption fluctuations, volume changes due to variations in temperature and consumer devices becoming idle, as well as to store already produced gas for future use.

- Gas storage volumes up to **5,000 m³**
- Gas operating pressures between **20 and 35 mbar**

Anchoring the gas tank

The gas tank is anchored to the concrete floor slab using attachment rings made out of stainless steel (inner membrane, outer membrane). No components need to be embedded into the floor slab during its manufacture.

Technical features, including:

- Filling level gauge
- Hydraulic guard
- Pressure relief valve
- Gas pressure sensor
- Biogas outlet monitor

dbds Deutsche Biogas Dach-Systeme GmbH
Am Burgholz 15, 52372 Kreuzau, Germany

Phone +49 2421 59183-0
Fax +49 2421 59183-59
e-mail info@dbds-gmbh.de
www.dbds-gmbh.de

VERSEIDAG
COATING AND COMPOSITE

Produktdatenblatt
Product datasheet

B71290 Classic 900 AS für Biogasanwendungen
B71290 Classic 900 AS for biogas installations

Faserstoff des Trägergewebes Support cloth Tissu	DIN 60001	PES
Beschichtungsart Type of coating Nature de l`enduit		versiegeltes PVC sealed PVC PVC sigillé
Flächengewicht Total weight Masse totale	DIN EN ISO 2286-2	900 g/m^2
Höchstzugkraft K/S Tensile strength warp/weft Resistance a la traction en chaine/en trame	DIN EN ISO 1421	4700 / 4500 N/5 cm
Weiterreißkraft K/S Tear Resistance Resistance à la Déchirure en chaine/en trame	DIN 53363	550 / 500 N
Haftung Adhesion Adhésion	DIN 53357	150 N/5 cm
Oberflächenwiderstand bei 23°C/30% rel. Luftfeuchtigkeit Surface resistivity @23°C/30% rel. humidity		≤5x10^{10} Ω
Gasdurchlässigkeit (Methan) Permeability to methane Perméabilité á méthane	ISO 7229	< 150 ml / (m^2·d·atm)
Brandverhalten Fire behaviour Réaction au feu	DIN 4102	B1
Temperaturbeständigkeit Temperature resistance	DIN EN 1876-1 (Kälte/cold) IVK/Pkt. 5 (Wärme/heat)	- 30°C – + 70°C

Haftungsausschluss: Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor. Werte ohne Toleranzangaben sind Nennwerte mit einer Toleranz von ± 5%. Die Angaben entsprechen unserem heutigen Kenntnisstand und sollen ohne Rechtsverbindlichkeit informieren.
Disclaimer: We reserve modifications of the mentioned values for technical reasons. Values without tolerance statements are values with a tolerance of ± 5%. The information corresponds with our latest knowledge and is offered without liability.

duraskin®
The reliable protection

VERSEIDAG
COATING AND COMPOSITE

Produktdatenblatt
Product datasheet

B71180 Classic 800 AS für Biogasanwendungen
B71180 Classic 800 AS for biogas installations

Faserstoff des Trägergewebes Support cloth Tissu	DIN 60001	PES
Beschichtungsart Type of coating Nature de l`enduit		versiegeltes PVC sealed PVC PVC sigillé
Flächengewicht Total weight Masse totale	DIN EN ISO 2286-2	800 g/m^2
Höchstzugkraft K/S Tensile strength warp/weft Resistance a la traction en chaine/en trame	DIN EN ISO 1421	3400 / 3000 N/5 cm
Weiterreißkraft K/S Tear Resistance Resistance à la Déchirure en chaine/en trame	DIN 53363	350 / 300 N
Haftung Adhesion Adhésion	DIN 53357	140 N/5 cm
Oberflächenwiderstand bei 23°C/30% rel. Luftfeuchtigkeit Surface resistivity @23°C/30% rel. humidity		≤5x10^{10} Ω
Gasdurchlässigkeit (Methan) Permeability to methane Perméabilité á méthane	ISO 7229	< 350 ml / (m^2·d·atm)
Brandverhalten Fire behaviour Réaction au feu	DIN 4102	B1
Temperaturbeständigkeit Temperature resistance	DIN EN 1876-1 (Kälte/cold) IVK/Pkt. 5 (Wärme/heat)	- 30°C – + 70°C

Haftungsausschluss: Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor. Werte ohne Toleranzangaben sind Nennwerte mit einer Toleranz von ± 5%. Die Angaben entsprechen unserem heutigen Kenntnisstand und sollen ohne Rechtsverbindlichkeit informieren.
Disclaimer: We reserve modifications of the mentioned values for technical reasons. Values without tolerance statements are values with a tolerance of ± 5%. The information corresponds with our latest knowledge and is offered without liability.

duraskin®
The reliable protection

Prüfinstitut Hoch
Lerchenweg 1
D-97650 Fladungen
Tel.: 09778–7480-200
Fax: 09778–7480-209
hoch.fladungen@t-online.de
www.brandverhalten.de

Hoch
Fladungen

Prüfinstitut für das Brandverhalten von Bauprodukten, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hoch
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

P-BAY26-090647

ANERKANNTE PRÜF-, ÜBERWACHUNGS- UND ZERTIFIZIERUNGSSTELLE
Hoch
Fladungen

Antragsteller: **VERSEIDAG-INDUTEX GmbH**
Industriestraße 56
D-47803 Krefeld

Gegenstand: **Beidseitig PVC-beschichtetes und lackiertes Polyestergewebe „Duraskin® B71290 Classic 900“**
entsprechend VV TB NRW[1)], Lfd. Nr. C 3.4
als schwerentflammbarer Baustoff der Baustoffklasse B1[2)]

Ausstellungsdatum: 29. Juli 2019

Geltungsdauer: 31. Juli 2024[3)]

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis umfaßt 4 Seiten.

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis regelt die Herstellung und Verwendung des oben genannten Gegenstandes als Baustoff der Baustoffklasse DIN 4102 - B1 (schwerentflammbar).

Der oben genannte Gegenstand erfüllt die Anforderungen der Baustoffklasse DIN 4102 – B1.

Aufgrund dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses ist der oben genannte Gegenstand nach den deutschen Landesbauordnungen verwendbar.

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis ersetzt allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis P-BAY26-090647 vom 08.06.2016, das bis zum 31.07.2019 gültig war. Für den Gegenstand ist erstmals am 30.07.2009 ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis ausgestellt worden.

1) Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen für das Land Nordrhein-Westfalen, Ausgabe Januar 2019
2) DIN 4102-1 (Ausgabe Mai 1998)
3) Verlängerung auf Antrag

A Allgemeine Bestimmungen

1. Mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis ist die Verwendbarkeit des Bauproduktes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
2. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
3. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte erteilt.
4. Hersteller und Vertreiber des Bauproduktes haben unbeschadet weiter gehender Regelungen in den „Besonderen Bestimmungen" dem Verwender des Bauproduktes Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis an der Verwendungsstelle vorliegen muß. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zu Verfügung zu stellen.
5. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Prüfinstitutes Hoch, Fladungen. Text und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis nicht widersprechen. Übersetzungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses müssen den Hinweis „Vom Prüfinstitut Hoch, Fladungen, nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
6. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses können nachträglich ergänzt oder geändert werden, insbesondere, wenn technische Erkenntnisse dies erfordern.

B Besondere Bestimmungen

1. Gegenstand des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses und Verwendungs- / Anwendungsbereich

1.1. Gegenstand

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für die Herstellung und Verwendung eines beidseitig mit PVC beschichtetem und lackierten Polyestergewebe **„Duraskin® B71290 Classic 900"** genannt, als schwerentflammbarer Baustoff (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach DIN 4102-1[2)].

1.2. Verwendungs- / Anwendungsbereich

1.2.1. Das Bauprodukt darf für membrane Wand- und Deckenbespannungen verwendet werden, sowie für membrane Wand- und Dachtragwerke oder Sonnenschutzeinrichtungen, die fest installiert sein müssen.
Die Standsicherheit der aus diesem beschichtetem Gewebe hergestellten membranen Konstruktionen (Anschlüsse, Verbindungen, gegebenenfalls Unterkonstruktion) ist nicht Gegenstand dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses.

1.2.2. Das Bauprodukt ist nur schwerentflammbar, wenn es zu gleichen oder anderen flächigen Baustoffen einen Abstand von mehr als 40 mm aufweist.

1.2.3. Das Bauprodukt zeigt brennendes Abtropfen/Abfallen.

1.2.4. Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt nur, soweit Anforderungen nach VV TB NRW [1)], Lfd. Nr. C 3.4 zu erfüllen sind. Es enthält keine Aussagen zur Erfüllung von Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz oder an mechanische Eigenschaften.

1.2.5. Der Nachweis des Gesundheits- und Umweltschutzes ist nicht Gegenstand dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses. Hierfür sind gegebenenfalls weitere Nachweise notwendig.

2. Anforderungen an das Bauprodukt

2.1. Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1. Das Bauprodukt muß aus einem Trägergewebe aus Polyester (Flächengewicht ≈ 300 g/m²) mit einer beidseitigen, grünen oder grauen PVC- und Lackbeschichtung bestehen.
Das Flächengewicht des so beschichteten und lackierten Gewebes muß 900 g/m² ± 5% betragen.

2.1.2. Das Bauprodukt muß die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach DIN 4102-1 erfüllen.

2.1.3. Die Zusammensetzung des Bauproduktes muß den beim Prüfinstitut Hoch hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.4. Die Liste der Prüfzeugnisse, die als Grundlage für die Erteilung dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses diente, ist beim Prüfinstitut Hoch hinterlegt.

2.2 Herstellung und Kennzeichnung

2.2.1. Herstellung

Bei der Herstellung des Bauproduktes sind die Bestimmungen des Abschnittes 2.1 einzuhalten.

2.2.2 Kennzeichnung

Das Bauprodukt oder die Verpackung muß vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der deutschen Bundesländer gekennzeichnet werden.
Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 3 zum Übereinstimmungsnachweis erfüllt sind.
Das Ü-Zeichen ist auf den Bauprodukten oder auf den Verpackungen (als solche gilt auch der Beipackzettel) oder, wenn dies nicht möglich ist, auf den Lieferscheinen anzubringen.
Folgende Angaben sind auf den Bauprodukten, auf den Lieferscheinen oder auf den Verpackungen anzubringen:

- Produktname
- Übereinstimmungszeichen (Ü) mit
  - -- Name des Herstellers
  - -- Prüfzeugnisnummer P-BAY26-090647
  - -- Bildzeichen oder Name der Zertifizierungsstelle
- Herstellwerk
- Baustoffklasse schwerentflammbar (DIN 4102-B1) - brennend abtropfend/abfallend

3. Übereinstimmungsnachweis

3.1. Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauproduktes mit den Bestimmungen dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses muß für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat (ÜZ, §24 MBO) auf Grundlage der werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauproduktes nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.
Für die Erteilung eines Übereinstimmungszertifikates und die Durchführung der Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

3.2. Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle[4)] einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses entsprechen. Die Maßnahmen des Herstellers zur Aufrechterhaltung und Durchführung seiner werkseigenen Produktionskontrolle sind nach Art, Umfang und Häufigkeit der Kontrollen, sowohl Prüfungen als auch Überwachungsmaßnahmen einschließen können, zu beschreiben.

4) Hierbei ist die DIN 18 200 „Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten" Ausgabe Mai 2000 zu beachten.

Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:
- Bezeichnung des Bauproduktes
- Art der Kontrolle
- Datum der Herstellung und der Kontrolle des Bauproduktes
- Ergebnis der Kontrollen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen zur werkseigenen Produktionskontrolle müssen mindestens 5 Jahre aufbewahrt und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorgelegt werden. Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen und die betroffenen Produkte auszusondern. Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist sicherzustellen, dass Bauprodukte, die nicht den Anforderungen entsprechen, nicht mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet werden und Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen sind. Nach Abstellung des Mangels ist – soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich – die betreffende Kontolle unverzüglich zu wiederholen.

3.3. Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich. Für die Durchführung der Fremdüberwachung sind die "Richtlinien zum Übereinstimmungsnachweis"[5)] maßgebend. Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauproduktes durchzuführen. Bei der laufenden Fremdüberwachung sind Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung und Zertifizierung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind der zuständigen obersten Baubehörde auf Verlangen vorzulegen.

4. Bestimmungen für die Ausführung

4.1. Beim Einbau des Bauproduktes muss zu flächigen Baustoffen ein Abstand von mehr als 40mm eingehalten werden.

4.2. Der Bauherr bzw. die von ihm beauftragten am Bau Beteiligten sind für die Standsicherheit der verwendeten Gewebe einschließlich ihrer Befestigung untereinander und mit der Tragkonstruktion in eigener Fachkompetenz verantwortlich.

4.3. Die Oberflächen des Bauproduktes dürfen nicht zusätzlich mit Anstrichen, Kaschierungen oder ähnlichem versehen werden.

4.4. Da das Produkt brennendes Abtropfen/Abfallen zeigt, sind für die Verwendung die jeweils gültigen bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften zu beachten.

5. Rechtsgrundlage

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird aufgrund von § 22 der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen - Landesbauordnung (BauO NRW), in der Bekanntmachung der Neufassung vom 01. März 2000 in Verbindung mit in Verbindung mit der VV TB NRW [1)], Lfd. Nr. C 3.4, erteilt.
Nach den Landesbauordnungen der Länder gilt dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Fladungen.

6. Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis kann binnen eines Monats nach Ausstellung Widerspruch eingelegt werden. Dieser ist schriftlich oder zur Niederschrift beim Prüfinstitut Hoch einzulegen. Maßgeblich für die Rechtzeitigkeit ist der Zeitpunkt des Eingangs der Widerspruchsschrift im Prüfinstitut.

Der Leiter der Prüfstelle:

(Dipl.-Ing.(FH) Andreas Hoch)

Fladungen, den 29. Juli 2019

5) Die "Richtlinien zum Übereinstimmungsnachweis schwerentflammbarer Baustoffe (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung" sind in den "Mitteilungen des Deutschen Institutes für Bautechnik" vom 01. April 1997 veröffentlicht.

Prüfinstitut Hoch
Lerchenweg 1
D-97650 Fladungen
Tel.: 09778–7480-200 Fax: 09778–7480-209
hoch.fladungen@t-online.de www.brandverhalten.de

Hoch
Fladungen

Prüfinstitut für das Brandverhalten von Bauprodukten, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hoch
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

P-BAY26-100601

ANERKANNTE PRÜF-, ÜBERWACHUNGS- UND ZERTIFIZIERUNGSSTELLE
Hoch
Fladungen

Antragsteller: **VERSEIDAG-INDUTEX GmbH**
Industriestraße 56
D-47803 Krefeld

Gegenstand: **Polyestergewebe beidseitig mit PVC beschichtet und lackiert „Duraskin® B71180 Classic 800“**
entsprechend VV TB NRW[1)], Lfd. Nr. C 3.4
als schwerentflammbarer Baustoff der Baustoffklasse B1[2)]

Ausstellungsdatum: 28. Mai 2019

Geltungsdauer bis: 31. Mai 2024[3)]

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis umfaßt 4 Seiten.

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis regelt die Herstellung und Verwendung des oben genannten Gegenstandes als Baustoff der Baustoffklasse DIN 4102 - B1 (schwerentflammbar).

Der oben genannte Gegenstand erfüllt die Anforderungen der Baustoffklasse DIN 4102 – B1.

Aufgrund dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses ist der oben genannte Gegenstand nach den deutschen Landesbauordnungen verwendbar.

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis ersetzt das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis P-BAY26-100601 vom 24.03.2017, das bis zum 31.05.2019 gültig war. Für den Gegenstand ist erstmals am 16.06.2010 ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis ausgestellt worden.

1) Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen für das Land Nordrhein-Westfalen, Ausgabe Januar 2019
2) DIN 4102-1 (Ausgabe Mai 1998)
3) Verlängerung auf Antrag

A Allgemeine Bestimmungen

1. Mit dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis ist die Verwendbarkeit des Bauproduktes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
2. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
3. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte erteilt.
4. Hersteller und Vertreiber des Bauproduktes haben unbeschadet weiter gehender Regelungen in den „Besonderen Bestimmungen" dem Verwender des Bauproduktes Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis an der Verwendungsstelle vorliegen muß. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zu Verfügung zu stellen.
5. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Prüfinstitutes Hoch, Fladungen. Text und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis nicht widersprechen. Übersetzungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses müssen den Hinweis „Vom Prüfinstitut Hoch, Fladungen, nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
6. Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses können nachträglich ergänzt oder geändert werden, insbesondere, wenn technische Erkenntnisse dies erfordern.

B Besondere Bestimmungen

1. Gegenstand des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses und Verwendungs- / Anwendungsbereich

1.1. Gegenstand

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt für die Herstellung und Verwendung eines beidseitig mit PVC beschichtetem und lackierten Polyestergewebe **„Duraskin® B71180 Classic 800"** genannt, als schwerentflammbarer Baustoff (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach DIN 4102-1[2)]

1.2. Verwendungs- / Anwendungsbereich

1.2.1. Das Bauprodukt darf für membrane Wand- und Deckenbespannungen verwendet werden, sowie für membrane Wand- und Dachtragwerke oder Sonnenschutzeinrichtungen, die fest installiert sein müssen.
Die Standsicherheit der aus diesem beschichtetem Gewebe hergestellten membranen Konstruktionen (Anschlüsse, Verbindungen, gegebenenfalls Unterkonstruktion) ist nicht Gegenstand dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses.

1.2.2. Das Bauprodukt ist nur schwerentflammbar, wenn es zu gleichen oder anderen flächigen Baustoffen einen Abstand von mehr als 40 mm aufweist.

1.2.3. Das Bauprodukt zeigt brennendes Abtropfen/Abfallen.

1.2.4. Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis gilt nur, soweit Anforderungen nach VV TB NRW[1)], Lfd. Nr. C 3.4 zu erfüllen sind. Es enthält keine Aussagen zur Erfüllung von Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz oder an mechanische Eigenschaften.

1.2.5. Der Nachweis des Gesundheits- und Umweltschutzes ist nicht Gegenstand dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses. Hierfür sind gegebenenfalls weitere Nachweise notwendig.

2. Anforderungen an das Bauprodukt

2.1. Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1. Das Bauprodukt muß aus einem Trägergewebe aus Polyester (Flächengewicht ≈ 210 g/m²) mit einer beidseitigen, grünen oder grauen PVC- und Lackbeschichtung bestehen.
Das Flächengewicht des so beschichteten und lackierten Gewebes muß 850 g/m² ± 5% betragen.

2.1.2. Das Bauprodukt muß die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach DIN 4102-1 erfüllen.

2.1.3. Die Zusammensetzung des Bauproduktes muß den beim Prüfinstitut Hoch hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.4. Die Liste der Prüfzeugnisse, die als Grundlage für die Erteilung dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses diente, ist beim Prüfinstitut Hoch hinterlegt.

2.2 Herstellung und Kennzeichnung

2.2.1. Herstellung

Bei der Herstellung des Bauproduktes sind die Bestimmungen des Abschnittes 2.1 einzuhalten.

2.2.2 Kennzeichnung

Das Bauprodukt oder die Verpackung muß vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der deutschen Bundesländer gekennzeichnet werden.
Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 3 zum Übereinstimmungsnachweis erfüllt sind.
Das Ü-Zeichen ist auf den Bauprodukten oder auf den Verpackungen (als solche gilt auch der Beipackzettel) oder, wenn dies nicht möglich ist, auf den Lieferscheinen anzubringen.
Folgende Angaben sind auf den Bauprodukten, auf den Lieferscheinen oder auf den Verpackungen anzubringen:

- Produktname
- Übereinstimmungszeichen (Ü) mit
  - -- Name des Herstellers
  - -- Prüfzeugnisnummer P-BAY26-100601
  - -- Bildzeichen oder Name der Zertifizierungsstelle
- Herstellwerk
- Baustoffklasse schwerentflammbar (DIN 4102-B1) - brennend abtropfend/abfallend

3. Übereinstimmungsnachweis

3.1. Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauproduktes mit den Bestimmungen dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses muß für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat (ÜZ, §24 MBO) auf Grundlage der werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauproduktes nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.
Für die Erteilung eines Übereinstimmungszertifikates und die Durchführung der Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

3.2. Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle[4)] einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses entsprechen. Die Maßnahmen des Herstellers zur Aufrechterhaltung und Durchführung seiner werkseigenen Produktionskontrolle sind nach Art, Umfang und Häufigkeit der Kontrollen, sowohl Prüfungen als auch Überwachungsmaßnahmen einschließen können, zu beschreiben.

4) Hierbei ist die DIN 18 200 „Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten“ Ausgabe Mai 2000 zu beachten.

Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauproduktes
- Art der Kontrolle
- Datum der Herstellung und der Kontrolle des Bauproduktes
- Ergebnis der Kontrollen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen zur werkseigenen Produktionskontrolle müssen mindestens 5 Jahre aufbewahrt und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorgelegt werden. Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen und die betroffenen Produkte auszusondern. Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist sicherzustellen, dass Bauprodukte, die nicht den Anforderungen entsprechen, nicht mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet werden und Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen sind. Nach Abstellung des Mangels ist – soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich – die betreffende Kontolle unverzüglich zu wiederholen.

3.3. Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich. Für die Durchführung der Fremdüberwachung sind die "Richtlinien zum Übereinstimmungsnachweis"[5)] maßgebend. Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauproduktes durchzuführen. Bei der laufenden Fremdüberwachung sind Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung und Zertifizierung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind der zuständigen obersten Baubehörde auf Verlangen vorzulegen.

4. Bestimmungen für die Ausführung

4.1. Beim Einbau des Bauproduktes muss zu flächigen Baustoffen ein Abstand von mehr als 40mm eingehalten werden.

4.2. Der Bauherr bzw. die von ihm beauftragten am Bau Beteiligten sind für die Standsicherheit der verwendeten Gewebe einschließlich ihrer Befestigung untereinander und mit der Tragkonstruktion in eigener Fachkompetenz verantwortlich.

4.3. Die Oberflächen des Bauproduktes dürfen nicht zusätzlich mit Anstrichen, Kaschierungen oder ähnlichem versehen werden.

4.4. Da das Produkt brennendes Abtropfen/Abfallen zeigt, sind für die Verwendung die jeweils gültigen bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften zu beachten.

5. Rechtsgrundlage

Dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis wird aufgrund von § 22 der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen - Landesbauordnung (BauO NRW), in der Bekanntmachung der Neufassung vom 01. März 2000 in Verbindung mit in Verbindung mit der VV TB NRW[1)], Lfd. Nr. C 3.4, erteilt.
Nach den Landesbauordnungen der Länder gilt dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis in allen Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Fladungen.

6. Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen dieses allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis kann binnen eines Monats nach Ausstellung Widerspruch eingelegt werden. Dieser ist schriftlich oder zur Niederschrift beim Prüfinstitut Hoch einzulegen. Maßgeblich für die Rechtzeitigkeit ist der Zeitpunkt des Eingangs der Widerspruchsschrift im Prüfinstitut.

Der Leiter der Prüfstelle:

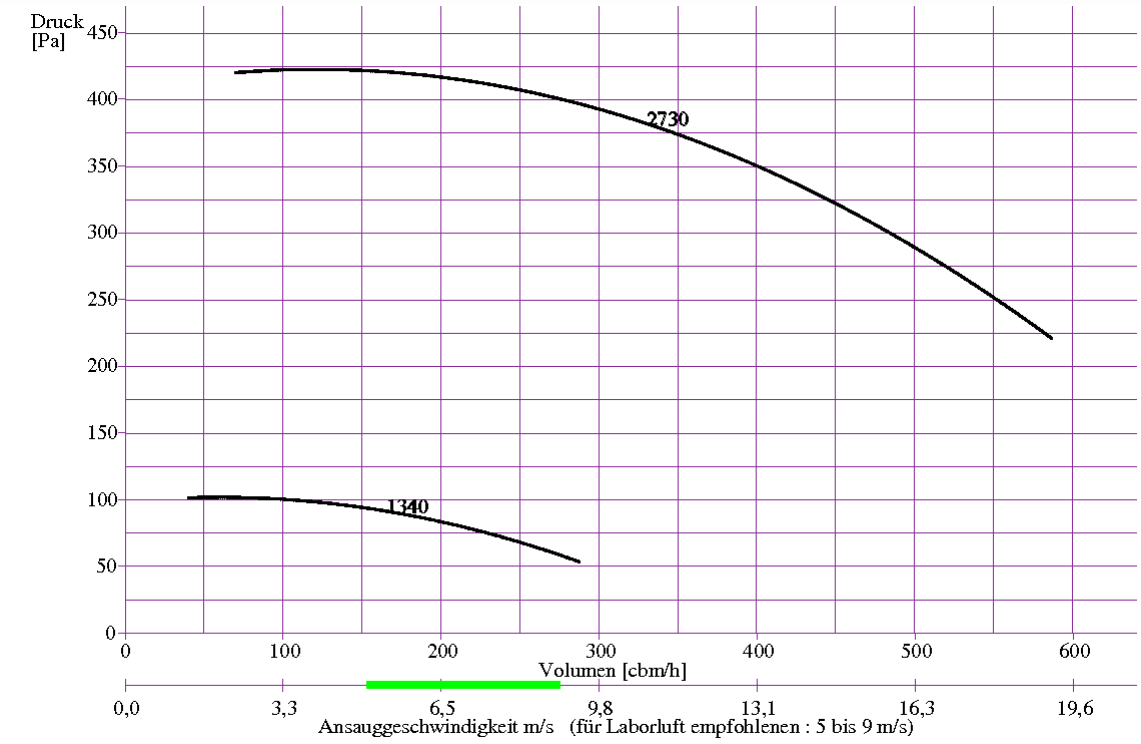
(Dipl.-Ing.(FH) Andreas Hoch)

Fladungen, den 28. Mai 2019

ANERKANNTE PRÜF-, ÜBERWACHUNGS- UND ZERTIFIZIERUNGSSTELLE Hoch Fladungen

5) Die "Richtlinien zum Übereinstimmungsnachweis schwerentflammbarer Baustoffe (Baustoffklasse DIN 4102-B1) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung" sind in den "Mitteilungen des Deutschen Institutes für Bautechnik" vom 01. April 1997 veröffentlicht.

Kennlinie

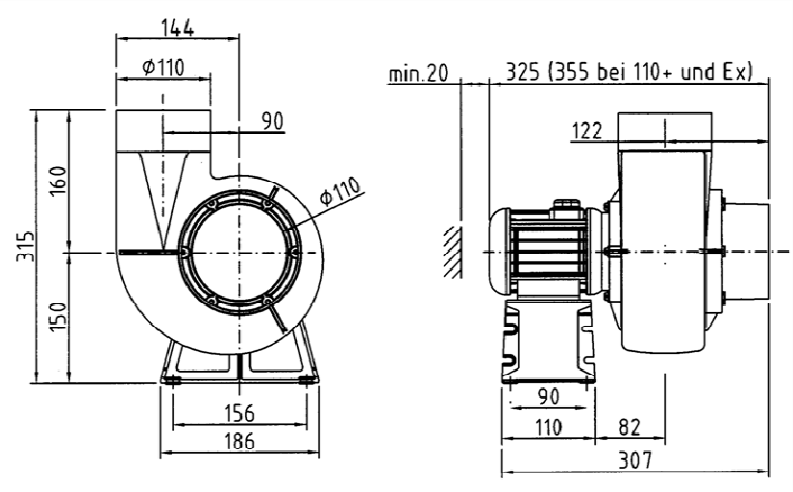


Schallpegelangaben angelehnt an DIN 45635, inkl. Motor

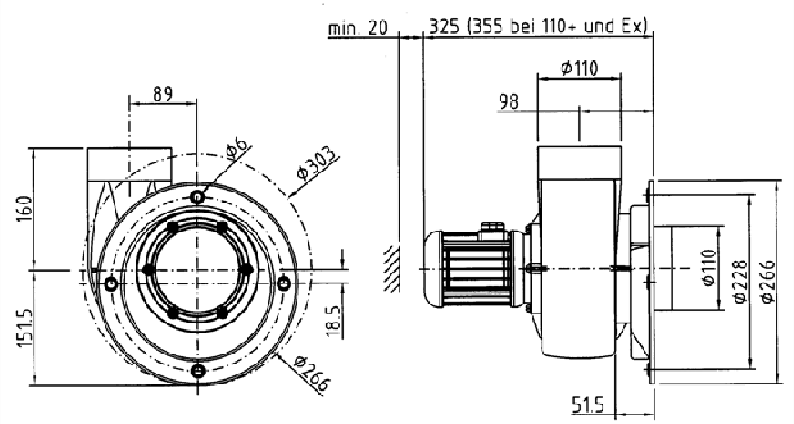
Freiansaug-/Freiausblas-Schalleistungspegel A-bewertet; Lw5A = Lw6A									Freiansaug-/ Freiausblas-Schalldruckpegel 1 m Entfernung Lp5A = Lp6A	Messflächen-schalldruckpegel 1 m Entfernung Lp2A mit angeschl. Rohrleitungen
Drehzahl	Oktavmittenfrequenzen [Hz]									
[1/min]	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**dB(A)**	**dB(A)**
2850	20	28	69	36	35	32	26	18	61	55
1450	3	46	16	17	16	12	5	2	38	34

Abmaße

Konsolenausführung



Flanschausführung



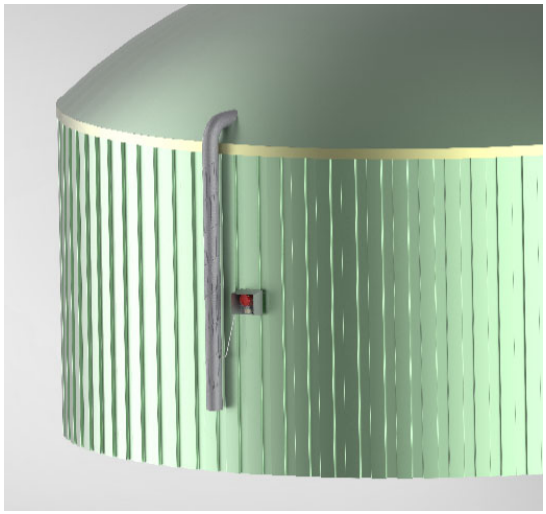
Leistungs– und Motordaten

Typ	Artikel-Nr.	Volumen-strom m³/h	Druck-differenz Pa	Schutzart	Pol-zahl	Sync. Drehz. bei 50 Hz	von 10 Hz	bis 60 Hz	Motor-leistung kW	Nennstrom (A) bei 400V/50Hz bzw. 230V/50Hz	Bau-größe	Bau-art
FRv 110/2/C/PTO	1000699	85 - 590	425 - 220	PTO	2	3000	*	*	0,09	0,36	50	B14/IP55
FRv 110/2/F/PTO	1000658	85 - 590	425 - 220	PTO	2	3000	*	*	0,09	0,36	50	B14/IP55
FRv 110/4/C/PTO	1000701	40 - 285	100 - 55	PTO	4	1500	*	*	0,06	0,35	50	B14/IP55
FRv 110/4/F/PTO	1000700	40 - 285	100 - 55	PTO	4	1500	*	*	0,06	0,35	50	B14/IP55
FRv 110/2/C/EX	1000657	85 - 590	425 - 220	EExe II T3	2	3000	nicht möglich	nicht möglich	0,18	0,53	63	B14/B34/IP55
FRv 110/2/F/EX	1000698	85 - 590	425 - 220	EExe II T3	2	3000	nicht möglich	nicht möglich	0,18	0,53	63	B14/B34/IP55
FRv 110/4/C/EX	1000703	40 - 285	100 - 55	EExe II T3	4	1500	nicht möglich	nicht möglich	0,12	0,48	63	B14/B34/IP55
FRv 110/4/F/EX	1000702	40 - 285	100 - 55	EExe II T3	4	1500	nicht möglich	nicht möglich	0,12	0,48	63	B14/B34/IP55

* FU-Betrieb ist mit Sondermotoren (IN) möglich - allpolige Sinusfilter einsetzen!
Bei FU-Betrieb kann, wegen der hohen Spannungsspitzen **keine Garantie** für die Lebensdauer der Motoren übernommen werden.

Tragluftüberwachung an Biogasanlagen
***ExTox* TL-5000-STD**
Artikel-Nr.: 420123

Detailansicht *ExTox* TL-5000-STD



Montagebeispiel *ExTox* TL-5000-STD

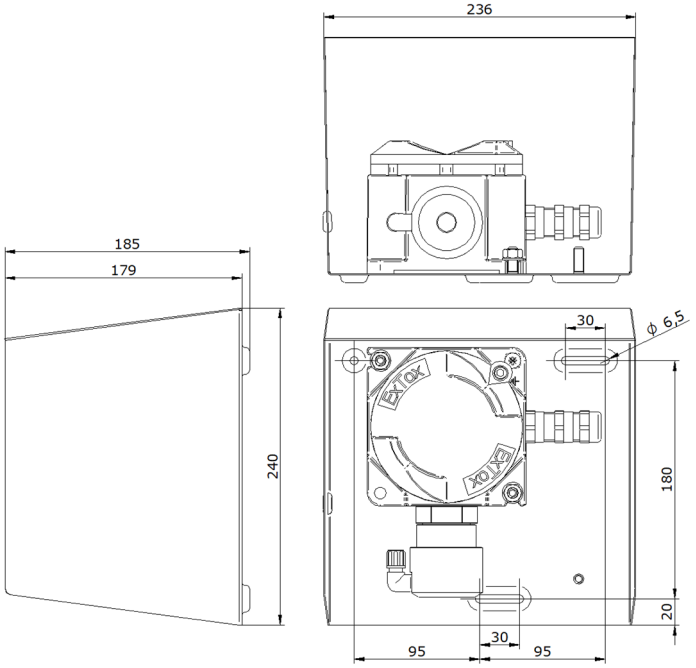
Beschreibung:	Überwachung von Tragluft-Membransystemen an Biogasanlagen: Kostengünstige Lösung für Membransysteme mit Staudruck am Ausblasende. Frühes Erkennen von Undichtigkeiten, so dass Kosten durch Gasverluste und Gefährdungen für Personal, Anlage und Umwelt vermieden werden können. Das Set besteht aus einem explosionsgeschützt ausgeführten Transmitter mit Wetterschutzhaube und allen benötigten Teilen für die Messgaszuführung.
Funktionsmerkmale	
Messgrößen/Messbereiche:	0 bis 5000 ppm Methan
Messprinzip:	Metalloxid-Halbleiter
Betriebsart	Kontinuierliche Messung
Messgasförderung:	Differenz(stau)druck im Tragluftsystem
Differenz(stau)druck:	≥ 2 hPa (mbar) und ≤ 10 hPa (mbar)
Maximale Entfernung zur Messgasentnahmestelle:	ca. 1,5 m (Installationshinweise beachten)
Anschluss an Messstelle:	▪ Selbstabdichtender EPDM-Niet-Schlauchadapter ▪ PE-Schlauch 6/8 mm, 2 m (nicht verlängerbar) ▪ TL-Messadapter für Transmitter (Im Lieferumfang enthalten)
Auswertung Messsignal:	*ExTox* Gaswarnzentralen oder ExTox IMC
Einsatzbereich	
Temperatur:	-20 °C bis 55°C
Feuchte:	10 r.F bis 90 r.F (Kondensation vermeiden)
Druck (Umgebungsatmosphäre):	800 hPa bis 1100 hPa
Wetterschutz:	Edelstahl-Haube (im Lieferumfang enthalten)

Installationshinweise

- Die Messgas-Entnahmestelle muss in Tragluft-Strömungsrichtung vor der Staudruckklappe liegen. Der Staudruck gegenüber Atmosphäre muss dort mindestens 2 hPa (mbar) und darf nicht mehr als 10 hPa (mbar) betragen.
- Der Transmitter TL-5000-STD wird in der Nähe der Ausblasöffnung angebracht. Zum Schutz des Transmitters vor atmosphärischen Einflüssen, insbesondere direkter Sonneneinstrahlung, wird er mit einer Wetterschutzhaube ausgerüstet. Dadurch wird ein stabiles Messverhalten auch bei diesen kleinen Methan-Konzentrationen sichergestellt. Die Wetterschutzhaube darf nicht entfernt werden.
- Der Anschluss für die Messgaszufuhr zum Transmitter erfolgt über einen einfach zu installierenden, selbstabdichtenden EPDM-Niet-Schlauchadapter. In der Ausblasleitung ist nur eine 24 mm-Bohrung erforderlich. Der Gastransport zum Sensor wird durch den Staudruck am Ausblasende sichergestellt, eine Gasförderpumpe wird nicht benötigt.
- Die Verlegung der (nicht isolierten) Messgasleitung muss mindestens auf einer Länge von 30 cm hinter Entnahmestelle aufsteigend erfolgen; siehe Montagehinweise auf Seite 3. Die mitgelieferte Messgasleitung darf verkürzt, aber nicht verlängert werden.
- Der Transmitter TL-5000-STD muss für Wartungsarbeiten zugänglich montiert sein.

Tragluftüberwachung an Biogasanlagen
***Ex*Tox TL-5000-STD**
Artikel-Nr.: 420123

Mechanische Daten



Gewicht:	ca. 4 kg
Werkstoff:	▪ Gehäuse: Aluminiumguss, lackiert ▪ Sensorblock und Wetterschutzhaube: Edelstahl
Schutzart:	IP 65 (ausgenommen Gaseinlass)
Lagertemperatur:	-25 °C bis +60 °C

Elektrische Daten

Versorgungsspannung:	24 ± 6 V DC
Strom-/Leistungsaufnahme:	80 mA / 2 W
Schnittstelle:	▪ 4…20 mA, aktiv ▪ lineare Kalibrierkurve
Max. Bürde:	500 Ω
Kabeleinführung:	M 16 x 1,5, Kabeldurchmesser 4-8,5 mm
Anschlussbelegung:	Steckklemme im Transmittergehäuse U+ Versorgungsspannung 24 V GND Masse (Versorgungsspannung und Stromausgang) 4-20mA Stromausgang 4-20 mA
Leitung:	*Ex*Tox-Kabel 4 x 0,8 mm oder gleichwertig
Leitungslänge:	Abhängig vom Widerstand der verwendeten Kabel; bei Verwendung von *Ex*Tox-Kabel (Aderwiderstand 9 Ω/km): maximal 1000 m

Konformität

EG-Richtlinien:	▪ 2014/30/EU (EMV) ▪ 2014/34/EU (ATEX) y 0158 ð II 2G (geeignet für Zone 1 und 2)
Baumusterprüfung:	BVS 04 ATEX E 066 X (EN 60079-0 und EN 60079-1) mit 1. und 2. Nachtrag
Zündschutzart:	Ex db IIC T4 (-20 °C ≤ T_{amb} ≤ 60 °C) Gb
Messfunktion:	▪ Messtechnische Eigenschaften für Detektion von kleinen Konzentrationsanstiegen zur frühen Erkennung von Leckagen ausgelegt ▪ Funktionale Eigenschaften gemäß Anforderungen an Gaswarngeräte DIN EN 60079-29-1 ausgelegt

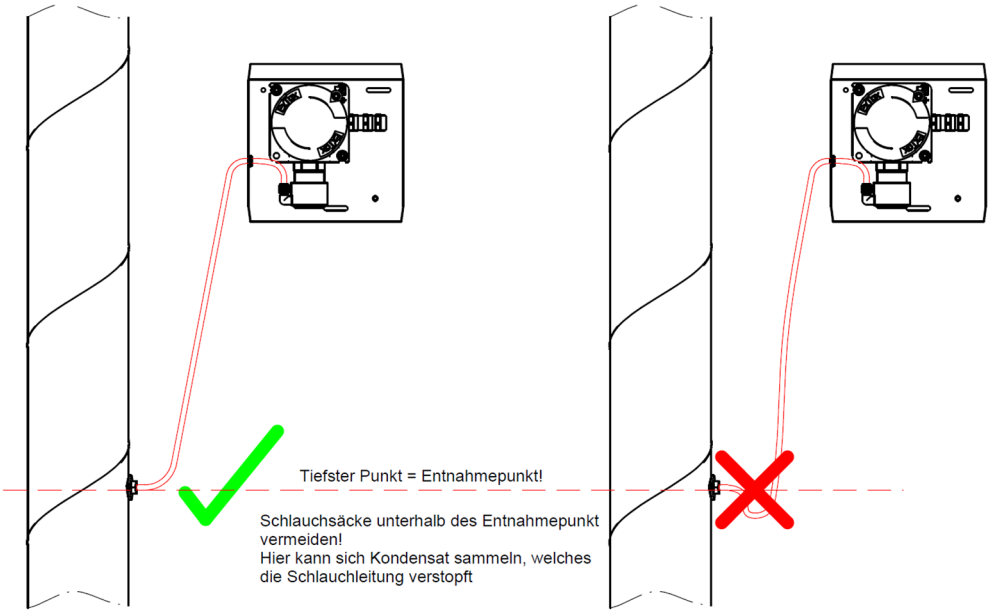
Mitgeltende Unterlagen

- Betriebsanleitung *Ex*Tox Transmitter ExSens(-I) und Sens(-I)
- Datenblatt Transmitter Serien ExSens und Sens: Allgemeine Einsatzhinweise

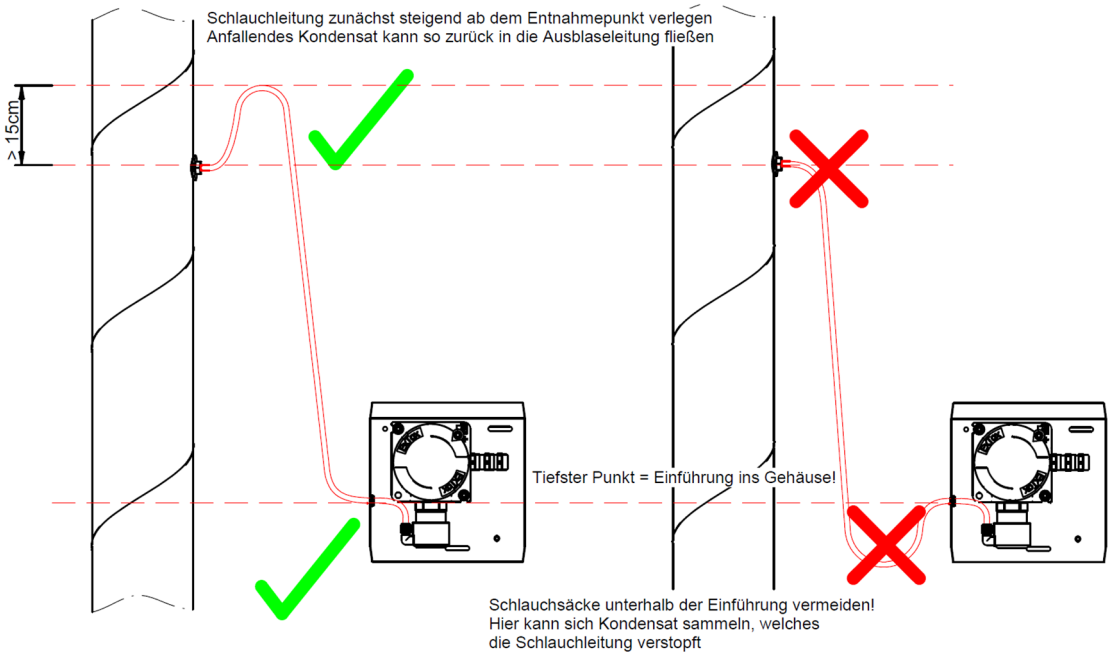
Tragluftüberwachung an Biogasanlagen
***ExTox* TL-5000-STD**
Artikel-Nr.: 420123

Montagehinweise

Montage oberhalb der Entnahmestelle (empfohlen):



Montage unterhalb der Entnahmestelle:

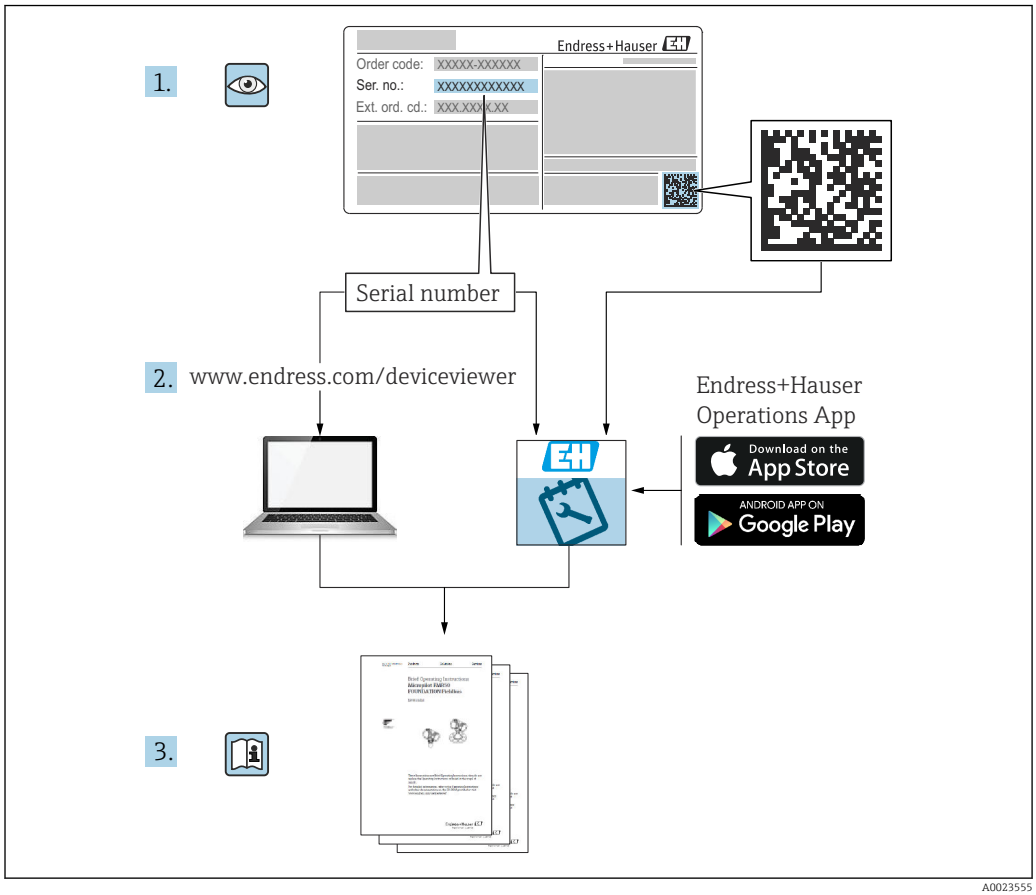


(Technische Änderungen vorbehalten)

Betriebsanleitung
Cerabar PMC11, PMC21, PMP11, PMP21, PMP23

Prozessdruckmessung
Drucktransducer zur sicheren Messung und Überwachung von Absolut- und Relativdruck

Endress+Hauser
People for Process Automation



- Dokument so aufbewahren, dass das Dokument bei Arbeiten am und mit dem Gerät jederzeit verfügbar ist.
- Um eine Gefährdung für Personen oder die Anlage zu vermeiden: Kapitel "Grundlegende Sicherheitshinweise" sowie alle anderen, arbeitsspezifischen Sicherheitshinweise im Dokument sorgfältig lesen.
- Der Hersteller behält sich vor, technische Daten ohne spezielle Ankündigung dem entwicklungstechnischen Fortschritt anzupassen. Über die Aktualität und eventuelle Erweiterungen dieser Anleitung gibt Ihre Endress+Hauser Vertriebsstelle Auskunft.

Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise zum Dokument 4
1.1 Dokumentfunktion 4
1.2 Verwendete Symbole 4
1.3 Dokumentation 5
1.4 Begriffe und Abkürzungen 6
1.5 Turn down Berechnung 6

2 Grundlegende Sicherheitshinweise . . 8
2.1 Anforderungen an das Personal 8
2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 8
2.3 Arbeitssicherheit 9
2.4 Betriebssicherheit 9
2.5 Produktsicherheit 9

3 Produktbeschreibung 10
3.1 Produktaufbau 10
3.2 Funktionsweise 11

4 Warenannahme und Produktidentifizierung 12
4.1 Warenannahme 12
4.2 Produktidentifizierung 13
4.3 Lagerung und Transport 14

5 Montage 15
5.1 Montagemaße 15
5.2 Montagebedingungen 15
5.3 Einfluss der Einbaulage 15
5.4 Montageort 16
5.5 Montage der Profildichtung für Universal-Prozessadapter 17
5.6 Montagehinweise bei Sauerstoffanwendungen 17
5.7 Montagekontrolle 18

6 Elektrischer Anschluss 19
6.1 Anschluss Messeinheit 19
6.2 Schaltvermögen 21
6.3 Anschlussbedingungen 21
6.4 Anschlussdaten 21
6.5 Anschlusskontrolle 22

7 Bedienungsmöglichkeiten 23
7.1 Aufsteckanzeige PHX20 (optional) 23

8 Diagnose und Störungsbehebung . . . 26
8.1 Fehlersuche 26
8.2 Verhalten des Ausgangs bei Störung 26
8.3 Entsorgung 26

9 Wartung 26
9.1 Außenreinigung 27

10 Reparatur 28
10.1 Allgemeine Hinweise 28
10.2 Rücksendung 28
10.3 Entsorgung 28

11 Zubehör 29
11.1 Einschweißadapter 29
11.2 Prozessadapter M24 29
11.3 Aufsteckanzeige PHX20 30
11.4 Steckerbuchsen M12 30

12 Technische Daten 32
12.1 Eingang 32
12.2 Ausgang 36
12.3 Leistungsmerkmale der keramischen Prozessmembrane 38
12.4 Leistungsmerkmale der metallischen Prozessmembrane 40
12.5 Umgebung 42
12.6 Prozess 44

Stichwortverzeichnis 46

1 Hinweise zum Dokument

1.1 Dokumentfunktion

Diese Anleitung liefert alle Informationen, die in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus des Geräts benötigt werden: Von der Produktidentifizierung, Warenannahme und Lagerung über Montage, Anschluss, Bedienungsgrundlagen und Inbetriebnahme bis hin zur Störungsbeseitigung, Wartung und Entsorgung.

1.2 Verwendete Symbole

1.2.1 Warnhinweissymbole

⚠ GEFAHR

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen wird.

⚠ WARNUNG

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.

⚠ VORSICHT

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.

HINWEIS

Dieser Hinweis enthält Informationen zu Vorgehensweisen und weiterführenden Sachverhalten, die keine Körperverletzung nach sich ziehen.

1.2.2 Elektrische Symbole

Schutzleiteranschluss: ⏚

Eine Klemme, die geerdet werden muss, bevor andere Anschlüsse hergestellt werden dürfen.

Erdanschluss: ⏚

Klemme zum Anschluss an das Erdungssystem.

1.2.3 Werkzeugsymbole

Gabelschlüssel:

1.2.4 Symbole für Informationstypen

Erlaubt: ✓

Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die erlaubt sind.

Verboten: ✗

Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die verboten sind.

Zusätzliche Informationen:

Verweis auf Dokumentation:

Verweis auf Seite:

Handlungsschritte: 1., 2., 3.

Ergebnis eines Handlungsschritts:

1.2.5 Symbole in Grafiken

Positionsnummern: 1, 2, 3 ...

Handlungsschritte: 1., 2., 3.

Ansichten: A, B, C, ...

1.3 Dokumentation

Die aufgelisteten Dokumenttypen sind verfügbar:
Im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite: www.endress.com → Download

1.3.1 Technische Information (TI): Planungshilfe für Ihr Gerät

PMC11: TI01133P

PMP11: TI01133P

PMC21: TI01133P

PMP21: TI01133P

PMP23: TI01203P

Das Dokument liefert alle technischen Daten zum Gerät und gibt einen Überblick, was rund um das Gerät bestellt werden kann.

1.3.2 Kurzanleitung (KA): Schnell zum 1. Messwert

KA01164P

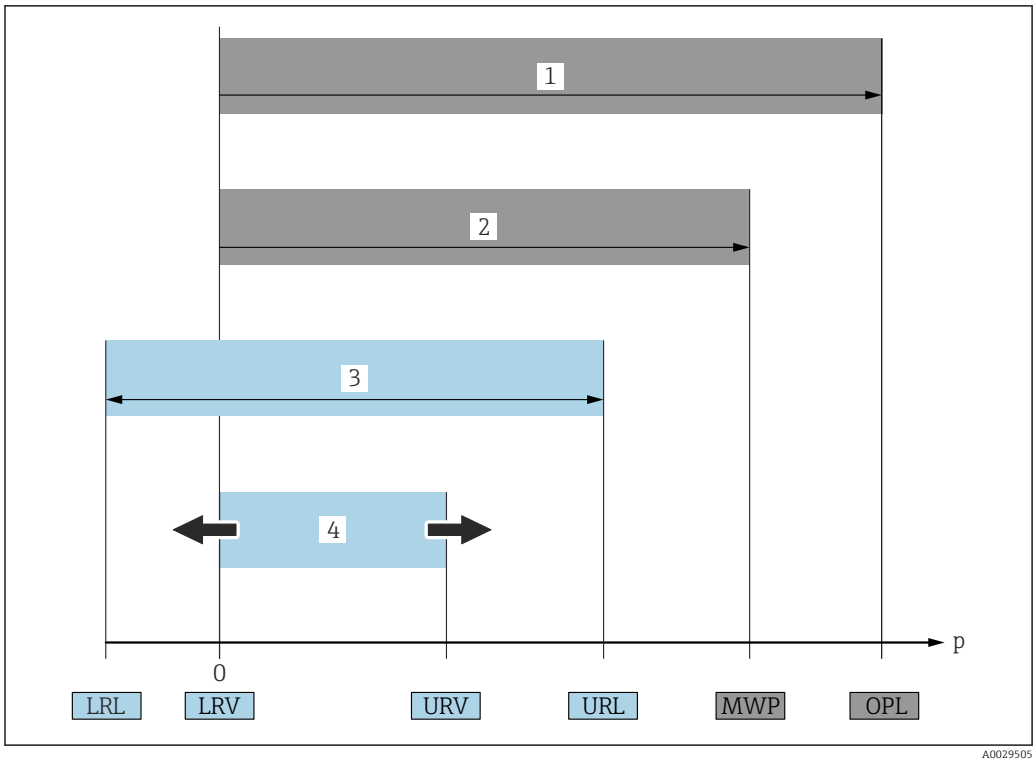
Die Anleitung liefert alle wesentlichen Informationen von der Warenannahme bis zur Erstinbetriebnahme.

1.3.3 Sicherheitshinweise (XA)

Abhängig von der Zulassung liegen dem Gerät bei Auslieferung Sicherheitshinweise (XA) bei. Diese sind integraler Bestandteil der Betriebsanleitung.

Auf dem Typenschild ist angegeben, welche Sicherheitshinweise (XA) für das jeweilige Gerät relevant sind.

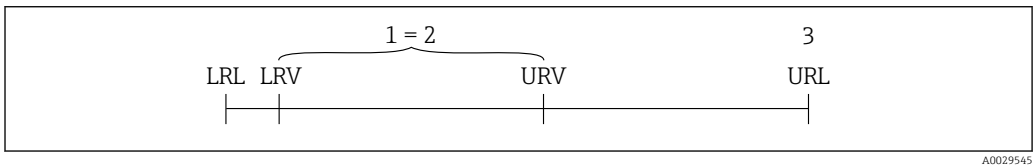
1.4 Begriffe und Abkürzungen



1 OPL: Das OPL (Over Pressure Limit = Sensor Überlastgrenze) für das Messgerät ist abhängig vom druckschwächsten Glied der ausgewählten Komponenten, das heißt, neben der Messzelle ist auch der Prozessanschluss zu beachten. Druck- Temperaturabhängigkeit beachten. Der OPL darf nur kurzzeitig angelegt werden.
2 MWP: Der MWP (Maximum Working Pressure/max. Betriebsdruck) für die Sensoren ist abhängig vom druckschwächsten Glied der ausgewählten Komponenten, das heißt, neben der Messzelle ist auch der Prozessanschluss zu beachten. Druck- Temperaturabhängigkeit beachten. Der MWP darf unbegrenzt am Gerät anliegen. Der MWP befindet sich auf dem Typenschild.
3 Der Maximale Sensormessbereich entspricht der Spanne zwischen LRL und URL. Dieser Sensormessbereich entspricht der maximal kalibrierbaren/justierbaren Messspanne.
4 Die Kalibrierte/ Justierte Messspanne entspricht der Spanne zwischen LRV und URV. Werkeinstellung: 0...URL. Andere kalibrierte Messspannen können kundenspezifisch bestellt werden.
p Druck
LRL Lower range limit = untere Messgrenze
URL Upper range limit = obere Messgrenze
LRV Lower range value = Messanfang
URV Upper range value = Messende
TD Turn Down = Messbereichsspreizung. Beispiel - siehe folgendes Kapitel.

Der Turn Down wird im Werk voreingestellt und ist nicht änderbar.

1.5 Turn down Berechnung



1 Kalibrierte/Justierte Messspanne
2 Auf Nullpunkt basierende Spanne
3 Obere Messgrenze

Beispiel

- Sensor: 10 bar (150 psi)
- Obere Messgrenze (URL) = 10 bar (150 psi)
- Kalibrierte/Justierte Messspanne: 0 … 5 bar (0 … 75 psi)
- Messanfang (LRV) = 0 bar (0 psi)
- Messende (URV) = 5 bar (75 psi)

Turn down (TD):

$$TD = \frac{URL}{|URV - LRV|}$$

$$TD = \frac{10 \text{ bar } (150 \text{ psi})}{|5 \text{ bar } (75 \text{ psi}) - 0 \text{ bar } (0 \text{ psi})|} = 2$$

In diesem Beispiel ist der TD somit 2:1.
Diese Messspanne ist Nullpunkt basierend.

2 Grundlegende Sicherheitshinweise

2.1 Anforderungen an das Personal

Das Personal für Installation, Inbetriebnahme, Diagnose und Wartung muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Ausgebildetes Fachpersonal: Verfügt über Qualifikation, die dieser Funktion und Tätigkeit entspricht
- Vom Anlagenbetreiber autorisiert
- Mit den nationalen Vorschriften vertraut
- Vor Arbeitsbeginn: Anweisungen in Anleitung und Zusatzdokumentation sowie Zertifikate (je nach Anwendung) lesen und verstehen
- Anweisungen und Rahmenbedingungen befolgen

Das Bedienpersonal muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Entsprechend den Aufgabenanforderungen vom Anlagenbetreiber eingewiesen und autorisiert
- Anweisungen in dieser Anleitung befolgen

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

2.2.1 Anwendungsbereich und Prozessmedien

Der Cerabar dient der Absolut- und Relativdruckmessung in Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten. Die prozessberührenden Materialien des Messgerätes müssen gegen die Messstoffe hinreichend beständig sein.

Das Messgerät darf für folgende Messungen (Prozessgrößen) eingesetzt werden
- unter Einhaltung der in den "Technischen Daten" angegebenen Grenzwerte
- unter Einhaltung der Rahmenbedingungen welche in Zusatzdokumentationen wie XA und dieser Anleitung aufgelistet sind.

Gemessene Prozessgröße

- PMC11: Relativdruck
- PMP11: Relativdruck
- PMC21: Relativdruck oder Absolutdruck
- PMP21: Relativdruck oder Absolutdruck
- PMP23: Relativdruck oder Absolutdruck

Berechnete Prozessgröße

Druck

2.2.2 Fehlgebrauch

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die aus unsachgemäßer oder nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen.

Klärung bei Grenzfällen:
- Bei speziellen Prozessmedien und Medien für die Reinigung: Endress+Hauser ist bei der Abklärung der Korrosionsbeständigkeit prozessberührender Materialien behilflich, übernimmt aber keine Garantie oder Haftung.

2.2.3 Restrisiken

Das Gehäuse kann im Betrieb eine Temperatur nahe der Prozesstemperatur annehmen.

Mögliche Verbrennungsgefahr bei Berührung von Oberflächen!
- ▶ Bei erhöhter Prozesstemperatur: Berührungsschutz sicherstellen, um Verbrennungen zu vermeiden.

2.3 Arbeitssicherheit

Bei Arbeiten am und mit dem Gerät:
- ▶ Erforderliche persönliche Schutzausrüstung gemäß nationaler Vorschriften tragen.
- ▶ Versorgungsspannung ausschalten, bevor Sie das Gerät anschließen.

2.4 Betriebssicherheit

Verletzungsgefahr!
- ▶ Das Gerät nur in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand betreiben.
- ▶ Der Betreiber ist für den störungsfreien Betrieb des Geräts verantwortlich.

Umbauten am Gerät

Eigenmächtige Umbauten am Gerät sind nicht zulässig und können zu unvorhersehbaren Gefahren führen:
- ▶ Wenn Umbauten trotzdem erforderlich sind: Rücksprache mit Endress+Hauser halten.

Zulassungsrelevanter Bereich

Um eine Gefährdung für Personen oder für die Anlage beim Geräteeinsatz im zulassungsrelevanten Bereich auszuschließen (z.B. Explosionsschutz, Druckgerätesicherheit):
- ▶ Anhand des Typenschildes überprüfen, ob das bestellte Gerät für den vorgesehenen Gebrauch im zulassungsrelevanten Bereich eingesetzt werden kann.
- ▶ Die Vorgaben in der separaten Zusatzdokumentation wie z.B. XA oder SD beachten, die ein fester Bestandteil dieser Anleitung ist.

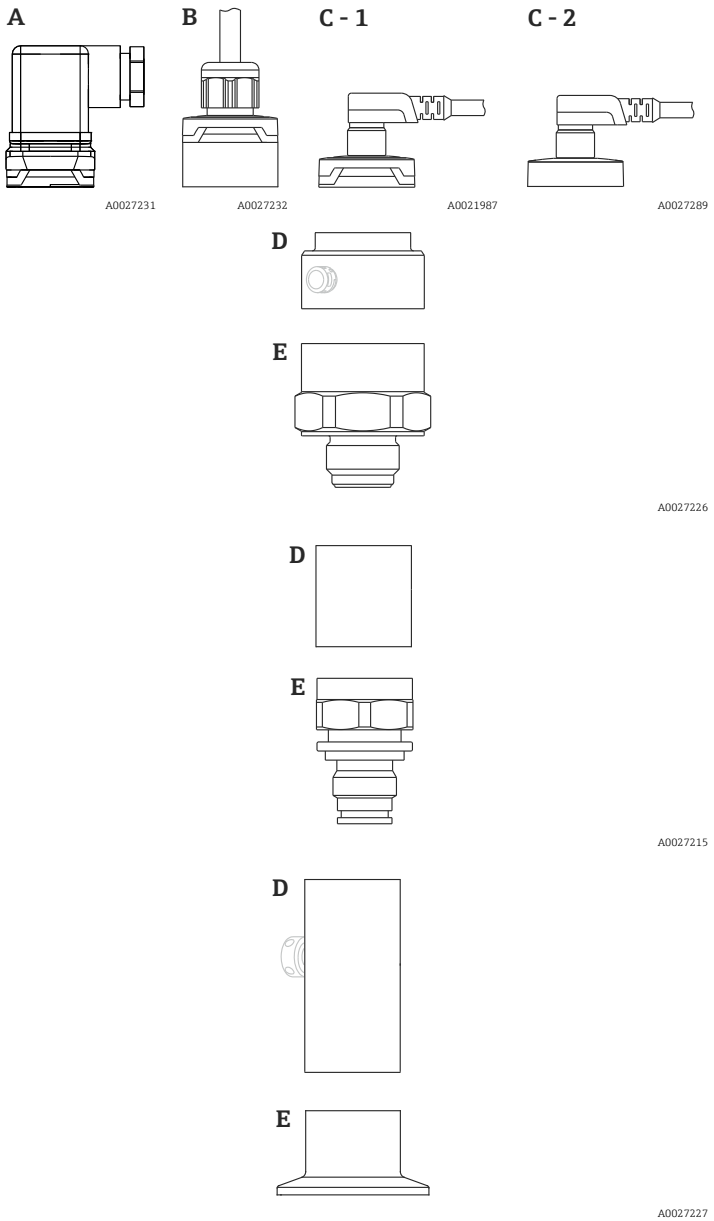
2.5 Produktsicherheit

Dieses Messgerät ist nach dem Stand der Technik und guter Ingenieurspraxis betriebssicher gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen.

Es erfüllt die allgemeinen Sicherheitsanforderungen und gesetzlichen Anforderungen. Zudem ist es konform zu den EU-Richtlinien, die in der gerätespezifischen EU-Konformitätserklärung aufgelistet sind. Mit der Anbringung des CE-Zeichens bestätigt Endress+Hauser diesen Sachverhalt.

3 Produktbeschreibung

3.1 Produktaufbau

Übersicht	Position	Beschreibung
	A	Ventilstecker
	B	Kabel
	C - 1	Stecker M12 Gehäusekappe aus Kunststoff
	C - 2	Stecker M12 Bei Ex ec und IP69: Gehäusekappe aus Metall Gehäusekappe aus Metall auch Optional bestellbar.
	D E	Gehäuse Prozessanschluss (beispielhafte Darstellung)

3.2 Funktionsweise

3.2.1 Berechnung des Drucks

Geräte mit keramischer Prozessmembrane (Ceraphire®)

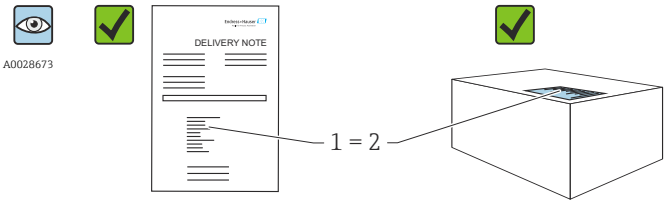
Der Keramiksensor ist ein ölfreier Sensor, d.h. der Prozessdruck wirkt direkt auf die robuste keramische Prozessmembrane und lenkt sie aus. Eine druckabhängige Kapazitätsänderung wird an den Elektroden des Keramiksubstrates und der Prozessmembrane gemessen. Der Messbereich wird von der Dicke der keramischen Prozessmembrane bestimmt.

Geräte mit metallischer Prozessmembrane

Der Prozessdruck lenkt die metallische Prozessmembrane des Sensors aus und eine Füllflüssigkeit überträgt den Druck auf eine Wheatstonesche Messbrücke (Halbleitertechnologie). Die druckabhängige Änderung der Brückenausgangsspannung wird gemessen und ausgewertet.

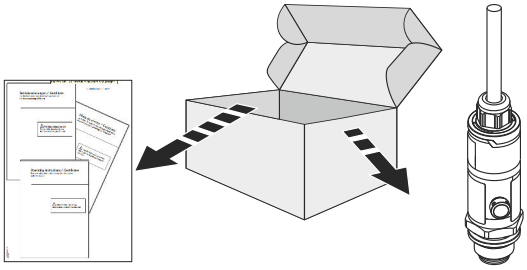
4 Warenannahme und Produktidentifizierung

4.1 Warenannahme

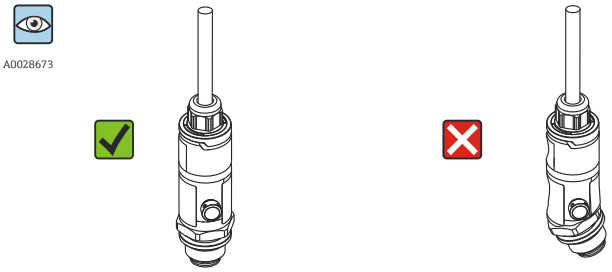


A0016870

Bestellcode auf Lieferschein (1) mit Bestellcode auf Produktaufkleber (2) identisch?

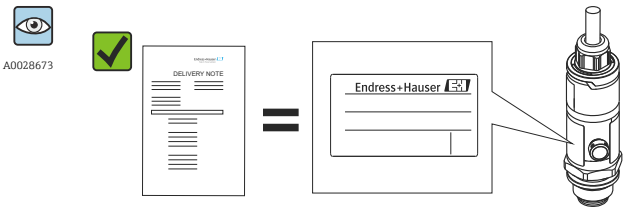


A0022100



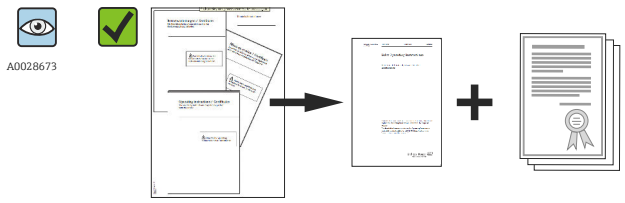
A0022103

Ware unbeschädigt?



A0022105

Entsprechen die Daten auf dem Typenschild den Bestellangaben und dem Lieferschein?



Sind die Dokumentationen vorhanden?
Falls erforderlich (siehe Typenschild): Sind die Sicherheitshinweise (XA) vorhanden?

Wenn eine dieser Bedingungen nicht zutrifft: Wenden Sie sich an Ihre Endress+Hauser-Vertriebsstelle.

4.2 Produktidentifizierung

Folgende Möglichkeiten stehen zur Identifizierung des Messgeräts zur Verfügung:
- Typenschildangaben
- Bestellcode (Order code) mit Aufschlüsselung der Gerätemerkmale auf dem Lieferschein
- Seriennummer von Typenschildern in *W@M Device Viewer* eingeben (www.endress.com/deviceviewer): Alle Angaben zum Messgerät werden angezeigt.

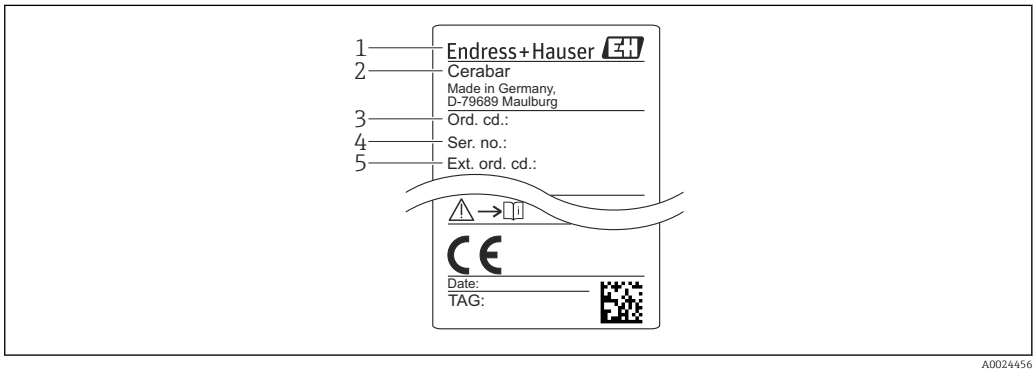
Eine Übersicht zum Umfang der mitgelieferten Technischen Dokumentation: Seriennummer von Typenschildern in *W@M Device Viewer* eingeben (www.endress.com/deviceviewer)

4.2.1 Herstelleradresse

Endress+Hauser SE+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg, Deutschland

Herstellungsort: Siehe Typenschild.

4.2.2 Typenschild



1 *Herstelleradresse*
2 *Gerätename*
3 *Bestellnummer*
4 *Seriennummer*
5 *Erweiterte Bestellnummer*

4.3 Lagerung und Transport

4.3.1 Lagerbedingungen

Originalverpackung verwenden.

Messgerät unter trockenen, sauberen Bedingungen lagern und vor Schäden durch Stöße schützen (EN 837-2).

Lagerungstemperaturbereich

−40 … +85 °C (−40 … +185 °F)

4.3.2 Produkt zur Messstelle transportieren

⚠ WARNUNG

Falscher Transport!

Gehäuse und Membrane können beschädigt werden und es besteht Verletzungsgefahr!

- ▶ Messgerät in Originalverpackung oder am Prozessanschluss zur Messstelle transportieren.

5 Montage

5.1 Montagemaße

Für Abmessungen siehe Technische Information, Kapitel "Konstruktiver Aufbau".

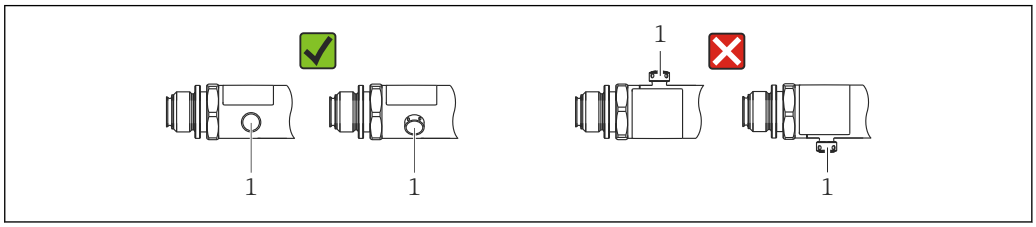
5.2 Montagebedingungen

- Bei der Montage, beim elektrischen Anschließen und im Betrieb darf keine Feuchtigkeit in das Gehäuse eindringen.
- Bei M12 Stecker aus Metall: Die Schutzkappe (nur bei IP69- und Ex ec-Variante) des M12 Stecker Anschlusses erst kurz vor dem elektrischen Anschluss entfernen.
- Prozessmembrane nicht mit spitzen und/oder harten Gegenständen eindrücken oder reinigen.
- Schutz der Prozessmembrane erst kurz vor dem Einbau entfernen.
- Kabeleinführung immer fest zudrehen.
- Kabel und Stecker möglichst nach unten ausrichten um das Eindringen von Feuchtigkeit (z.B. Regen- oder Kondenswasser) zu vermeiden.
- Gehäuse vor Schlageinwirkung schützen
- Bei Geräten mit Relativdrucksensor und M12- oder Ventilstecker gilt folgender Hinweis:

HINWEIS

Falls ein aufgeheiztes Gerät durch einen Reinigungsprozess (z.B. kaltes Wasser) abgekühlt wird, entsteht ein kurzzeitiges Vakuum, wodurch Feuchtigkeit über das Druckausgleichselement (1) in den Sensor gelangen kann.
Gerät kann zerstört werden!

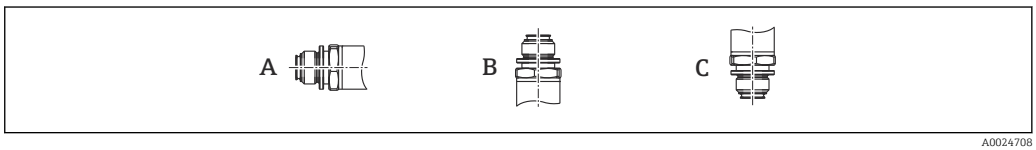
▶ Montieren Sie das Gerät in diesem Fall so, dass das Druckausgleichselement (1) möglichst schräg nach unten oder zur Seite zeigt.



A0022252

5.3 Einfluss der Einbaulage

Die Einbaulage ist beliebig, kann aber eine Nullpunktverschiebung verursachen, d.h. bei leerem oder teilbefülltem Behälter zeigt der Messwert nicht Null an.



A0024708

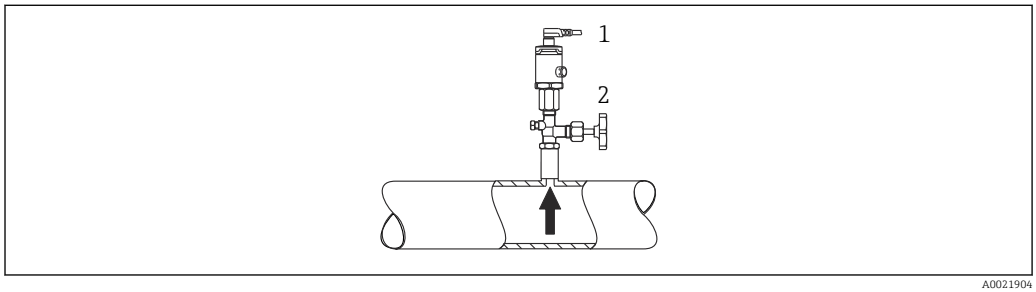
Typ	Achse der Prozessmembrane horizontal (A)	Prozessmembrane zeigt nach oben (B)	Prozessmembrane zeigt nach unten (C)
PMP11 PMP21 PMP23	Kalibrationslage, kein Einfluss	Bis zu +4 mbar (+0,058 psi)	Bis zu −4 mbar (−0,058 psi)
PMC11, PMC21 < 1 bar (15 psi)	Kalibrationslage, kein Einfluss	Bis zu +0,3 mbar (+0,0044 psi)	Bis zu −0,3 mbar (−0,0044 psi)
PMC11, PMC21 ≥ 1 bar (15 psi)	Kalibrationslage, kein Einfluss	Bis zu +3 mbar (+0,0435 psi)	Bis zu −3 mbar (−0,0435 psi)

5.4 Montageort

5.4.1 Druckmessung

Druckmessung in Gasen

Gerät mit Absperrarmatur oberhalb des Entnahmestutzens montieren, damit eventuelles Kondensat in den Prozess ablaufen kann.



A0021904

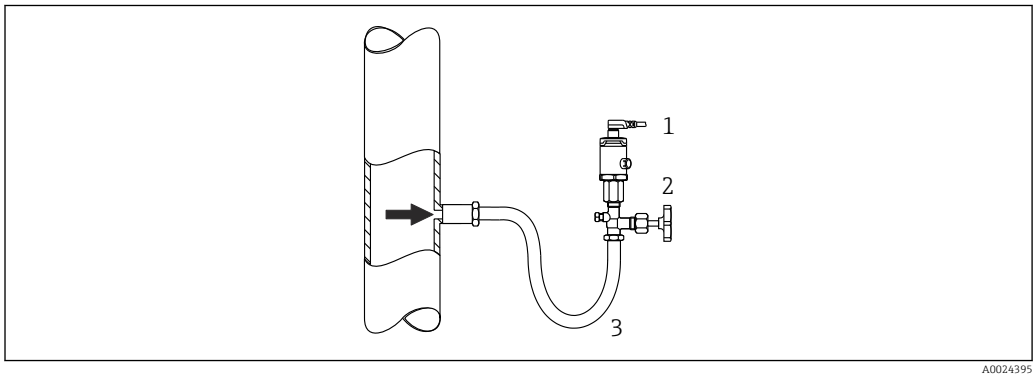
1 Gerät
2 Absperrarmatur

Druckmessung in Dämpfen

Bei Druckmessung in Dämpfen Wassersackrohr verwenden. Das Wassersackrohr reduziert die Temperatur auf nahezu Umgebungstemperatur. Gerät mit Absperrarmatur auf gleicher Höhe des Entnahmestutzens montieren.

Vorteil:
nur geringe/vernachlässigbare Wärmeeinflüsse auf das Gerät.

Max. zulässige Umgebungstemperatur des Transmitters beachten!

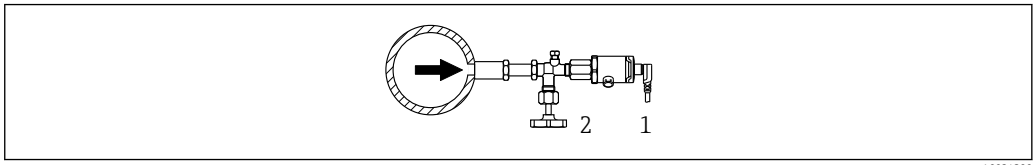


A0024395

1 Gerät
2 Absperrarmatur
3 Wassersackrohr

Druckmessung in Flüssigkeiten

Gerät mit Absperrarmatur auf gleicher Höhe des Entnahmestutzens montieren.

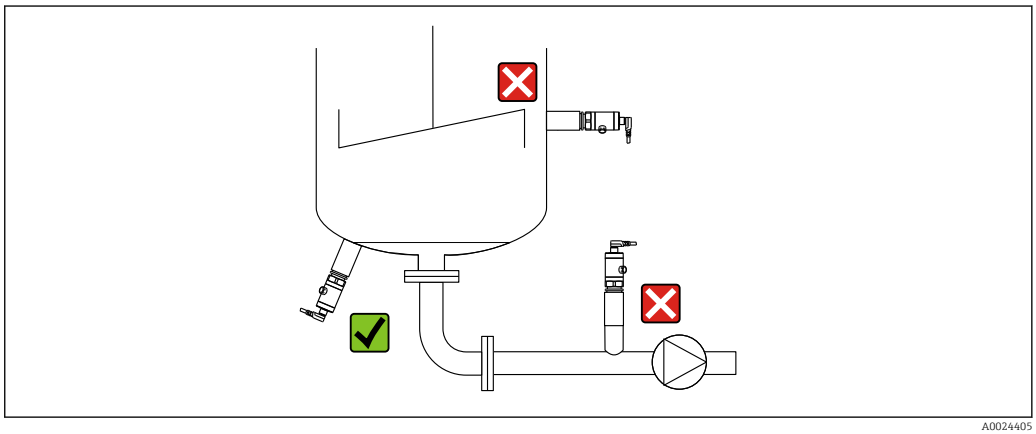


A0024399

1 Gerät
2 Absperrarmatur

5.4.2 Füllstandsmessung

- Das Gerät immer unter dem tiefsten Messpunkt installieren.
- Das Gerät nicht an folgende Positionen installieren:
  - im Füllstrom
  - im Tankauslauf
  - im Ansaugbereich einer Pumpe
  - oder an einer Stelle im Tank, auf die Druckimpulse des Rührwerks treffen können.



A0024405

5.5 Montage der Profildichtung für Universal-Prozessadapter

Einzelheiten zur Montage siehe KA00096F/00/A3.

5.6 Montagehinweise bei Sauerstoffanwendungen

Sauerstoff und andere Gase können explosiv auf Öle, Fette und Kunststoffe reagieren, so dass unter anderem folgende Vorkehrungen getroffen werden müssen:
- Alle Komponenten der Anlage wie z.B. Messgeräte müssen gemäß den Anforderungen der BAM gereinigt sein.
- In Abhängigkeit der verwendeten Werkstoffe dürfen bei Sauerstoffanwendungen eine bestimmte maximale Temperatur und ein maximaler Druck nicht überschritten werden.
- In der folgenden Tabelle sind Geräte (nur Geräte, nicht Zubehör oder beigelegtes Zubehör!) aufgeführt, die für gasförmige Sauerstoffanwendungen geeignet sind.

Gerät	p_{max} bei Sauerstoffanwendungen	T_{max} bei Sauerstoffanwendungen	Option [1]
PMC21	40 bar (600 psi)	−10 … +60 °C (+14 … +140 °F)	HB

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Dienstleistung"

5.7 Montagekontrolle

❑	Ist das Gerät unbeschädigt (Sichtkontrolle)?
❑	Erfüllt das Gerät die Messstellenspezifikationen? Zum Beispiel: ▪ Prozesstemperatur ▪ Prozessdruck ▪ Umgebungstemperatur ▪ Messbereich
❑	Sind Messstellenkennzeichnung und Beschriftung korrekt (Sichtkontrolle)?
❑	Ist das Gerät gegen Niederschlag und direkte Sonneneinstrahlung ausreichend geschützt?
❑	Sind Befestigungsschrauben fest angezogen?
❑	Zeigt das Druckausgleichselement schräg nach unten oder zur Seite?
❑	Um Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern: sind die Anschlusskabel/Stecker nach unten ausgerichtet?

6 Elektrischer Anschluss

6.1 Anschluss Messeinheit

6.1.1 Klemmenbelegung

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unkontrolliert ausgelöste Prozesse!

- Versorgungsspannung ausschalten, bevor Sie das Gerät anschließen.
- Sicherstellen, dass keine nachgelagerten Prozesse unbeabsichtigt gestartet werden.

⚠ WARNUNG

Versorgungsspannung möglicherweise angeschlossen!

Explosionsgefahr!

- Stellen Sie sicher, dass beim Anschluss keine Versorgungsspannung anliegt.
- Versorgungsspannung ausschalten, bevor Sie das Gerät anschließen.

⚠ WARNUNG

Einschränkung der elektrischen Sicherheit durch falschen Anschluss!

- Gemäß IEC/EN61010 ist für das Gerät ein geeigneter Trennschalter vorzusehen.
- **Nicht explosionsgefährdeter Bereich:** Um die Gerätesicherheit gemäß Norm IEC/EN61010 zu erfüllen, muss durch die Installation dafür gesorgt werden, dass der maximale Strom auf 500 mA begrenzt wird.
- **Explosionsgefährdeter Bereich:** Beim Einsatz des Messgerätes in einem eigensicheren Stromkreis (Ex ia) wird der maximale Strom durch das Messumformerspeisegerät auf Ii = 100 mA begrenzt.
- Gerät muss mit einer Feinsicherung 500 mA (träge) betrieben werden.
- Beim Einsatz des Messgerätes im explosionsgefährdeten Bereich sind zusätzlich die entsprechenden nationalen Normen und Regeln sowie die Sicherheitshinweise oder Installation bzw. Control Drawings einzuhalten.
- Alle für den Explosionsschutz relevanten Daten finden Sie in separaten Ex-Dokumentationen, die Sie ebenfalls anfordern können. Die Ex-Dokumentation liegt bei allen Ex-Geräten standardmäßig bei.
- Schutzschaltungen gegen Verpolung sind eingebaut.

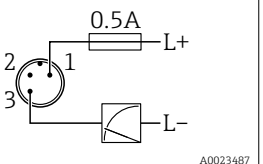
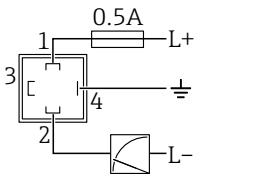
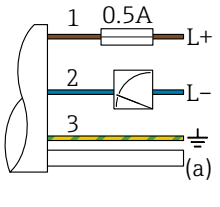
Gerät gemäß folgender Reihenfolge anschließen:

1. Prüfen, ob die Versorgungsspannung mit der am Typenschild angegebenen Versorgungsspannung übereinstimmt.
2. Gerät gemäß folgender Abbildung anschließen.

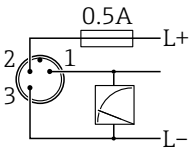
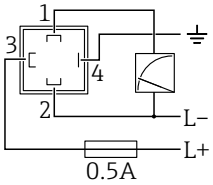
Versorgungsspannung einschalten.

Bei Geräten mit Kabel Anschluss: Referenzluftschlauch (siehe (a) in folgenden Zeichnungen) nicht verschließen! Referenzluftschlauch vor Eindringen von Wasser/Kondensat schützen.

4...20 mA Ausgang

Gerät	Stecker M12	Ventilstecker	Kabel
PMC11 PMP11 PMC21 PMP21 PMP23			 *1 braun = L+* *2 blau = L-* *3 grün/gelb = Erdanschluss* *(a) Referenzluftschlauch*

0...10 V Ausgang

Gerät	Stecker M12	Ventilstecker	Kabel
PMC11 PMP11			-

6.1.2 Versorgungsspannung

⚠ WARNUNG

Versorgungsspannung möglicherweise angeschlossen!

Explosionsgefahr!

- ▶ Beim Einsatz des Messgerätes im explosionsgefährdeten Bereich sind zusätzlich die entsprechenden nationalen Normen und Regeln sowie die Sicherheitshinweise einzuhalten.
- ▶ Alle für den Explosionsschutz relevanten Daten finden Sie in separaten Ex-Dokumentationen, die Sie ebenfalls anfordern können. Die Ex-Dokumentation liegt bei allen Ex-Geräten standardmäßig bei.

Elektronikvariante	Gerät	Versorgungsspannung
4...20 mA Ausgang	PMC11 PMP11 PMC21 PMP21 PMP23	10...30 V DC
0...10 V Ausgang	PMC11 PMP11	12...30 V DC

6.1.3 Stromaufnahme und Alarm-Signal

Elektronikvariante	Gerät	Stromaufnahme	Alarm-Signal [1]
4...20 mA Ausgang	PMC11 PMP11 PMC21 PMP21 PMP23	≤ 26 mA	> 21 mA
0...10 V Ausgang	PMC11 PMP11	< 12 mA	11 V

1) Bei MAX Alarm (Werkeinstellung)

6.2 Schaltvermögen

- Schaltzyklen: >10.000.000
- Spannungsabfall PNP: ≤2 V
- Überlastsicherheit: Automatische Lastüberprüfung des Schaltstroms;
  - Max. kapazitive Last: 14 µF bei max. Versorgungsspannung (ohne resistive Last)
  - Max. Periodendauer: 0,5 s; min. t_{on}: 4 ms
  - Periodische Schutzabschaltung bei Überstrom (f = 2 Hz) und Anzeige "F804"

6.3 Anschlussbedingungen

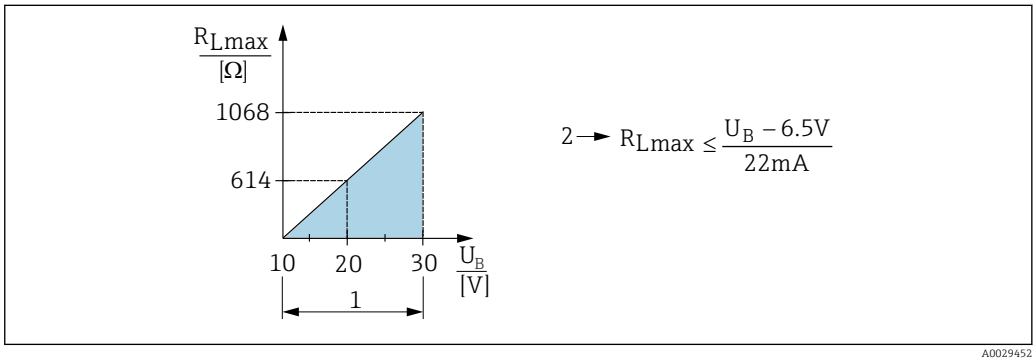
6.3.1 Kabelspezifikation

Für Ventilstecker: < 1,5 mm^2 (16 AWG) und Ø4,5 ... 10 mm (0,18 ... 0,39 in)

6.4 Anschlussdaten

6.4.1 Bürde (für 4...20 mA Geräte)

Um eine ausreichende Klemmenspannung bei Zweidraht-Geräten sicherzustellen, darf abhängig von der Versorgungsspannung U_B des Speisegeräts ein maximaler Bürdenwiderstand R_L (inklusive Zuleitungswiderstand) nicht überschritten werden.



1 Spannungsversorgung 10...30 V DC
2 R_{Lmax} maximaler Bürdenwiderstand
U_B Versorgungsspannung

6.4.2 Lastwiderstand (für 0...10 V Geräte)

Der Lastwiderstand muss ≥ 5 [kΩ] sein.

6.5 Anschlusskontrolle

❑	Sind Gerät oder Kabel unbeschädigt (Sichtkontrolle)?
❑	Erfüllen die verwendeten Kabel die Anforderungen?
❑	Sind die montierten Kabel von Zug entlastet?
❑	Sind alle Kabelverschraubungen montiert, fest angezogen und dicht?
❑	Stimmt die Versorgungsspannung mit den Angaben auf dem Typenschild überein?
❑	Ist die Klemmenbelegung korrekt ?
❑	Wenn erforderlich: Ist die Schutzleiterverbindung hergestellt ?

7 Bedienungsmöglichkeiten

7.1 Aufsteckanzeige PHX20 (optional)

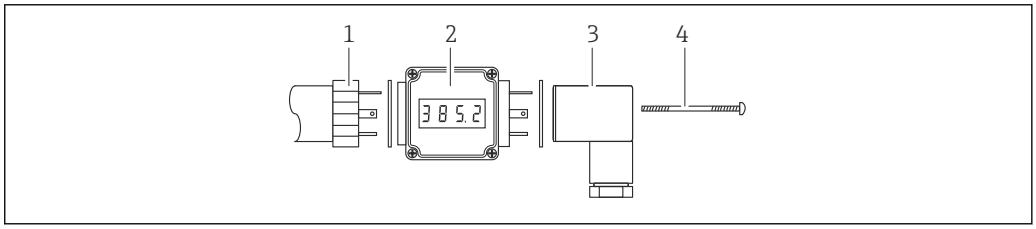
Geräte mit Ventilstecker können mit der optionalen Vor-Ort-Anzeige PHX20 ausgestattet werden.

Als Anzeige dient eine 1-zeilige Flüssigkristall-Anzeige (LCD). Die Vor-Ort-Anzeige zeigt Messwerte, Stör- und Hinweismeldungen an. Die Anzeige des Gerätes kann in 90° Schritten gedreht werden. Je nach Einbaulage des Gerätes ist somit das Ablesen der Messwerte problemlos möglich.

7.1.1 Lagerbedingungen

- Originalverpackung verwenden.
- Lagerungstemperaturbereich: −30 … +80 °C (−22 … +176 °F)

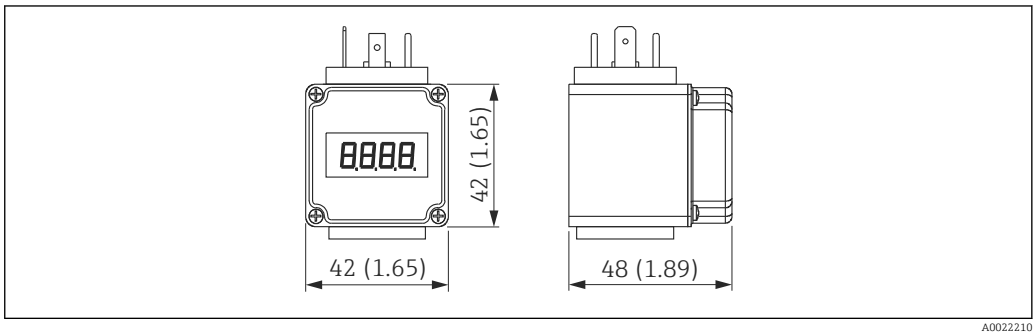
7.1.2 Montage



A0022208

1. Dichtungen zwischen Sensor/Aufsteckanzeige und Aufsteckanzeige/ Stecker legen.
2. Aufsteckanzeige (2) zwischen Stecker (3) und Steckersockel (1) des Sensors stecken.
3. Befestigungsschraube (4) durch die verlängerte, zum Lieferumfang gehörende Schraube ersetzen.
4. Unter die LED-Anzeige kann ein zum Lieferumfang gehörender Aufkleber mit Angabe der technischen Einheit angebracht werden.

Montagemaße



A0022210

7.1.3 Technische Daten

Anzeige:	4-stellige, rote LED-Anzeige
Ziffernhöhe:	7,62 mm; programmierbare Dezimalpunkteinstellung
Anzeigebereich:	-1999...9999
Genauigkeit:	0,2% der Messspanne ±1 Digit

Elektrischer Anschluss:	an Messumformer mit 4...20 mA-Ausgang und Winkelstecker DIN 43 650, verpolungssicher
Anzeigeversorgung:	nicht benötigt, Selbstversorgung aus der Strom-Schleife
Spannungsabfall:	≤ 5 V (entspricht Bürde: max. 250 Ω)
Wandlungsrate:	3 Messungen pro Sekunde
Dämpfung:	0,3...20 s (einstellbar)
Datensicherung:	nichtflüchtiger EEPROM
Fehlermeldung:	▪ HI: Messbereichsüberschreitung ▪ LO: Messbereichsunterschreitung
Programmierung:	über 2 Tasten, menügeführt, Skalierung des Anzeigebereiches, Dezimalpunkt, Dämpfung, Fehlermeldung
Schutzart:	IP 65
Temperatureinfluss auf die Anzeige:	0,1% / 10 K
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):	Störaussendung nach EN 50081, Störfestigkeit nach EN 50082
Zulässige Strombelastung:	max. 60 mA
Umgebungstemperatur:	0 ... +60 °C (+32 ... +140 °F)
Gehäusematerial:	Kunststoff Pa6 GF30, blau Frontscheibe aus PMMA rot
Bestellnummer:	52022914

7.1.4 Elektrischer Anschluss

Steckerbelegung

⚠ WARNUNG

Versorgungsspannung ausgeschaltet?
Gefahr durch Stromschlag!
► Versorgungsspannung ausschalten, bevor Sie das Gerät anschließen.

- PIN 1: L+ (Versorgungsspannung U_B)
- PIN 2: L- (0 V)
- PIN 3: nicht belegt

Versorgungsspannung

Die Versorgungsspannung (meist 24 V DC) muss größer sein als die Summe von Spannungsabfall U_s am Sensor, Spannungsabfall 5 V an der Anzeige und sonstige Spannungsverluste U_a (wie zusätzliche Auswertung und Leitungsverluste).

Damit gilt: $U_b = U_s + 5\ V + U_a$

Anschlusskontrolle

❑	Sind Gerät oder Kabel unbeschädigt (Sichtkontrolle)?
❑	Sind alle Kabelverschraubungen montiert, fest angezogen und dicht?
❑	Wenn Versorgungsspannung vorhanden: Ist das Gerät betriebsbereit und erscheint eine Anzeige auf dem Anzeigemodul?

7.1.5 Inbetriebnahme

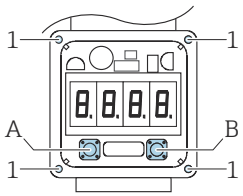
⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unkontrolliert ausgelöste Prozesse!

- Stellen Sie sicher, dass keine unkontrollierten Prozesse an der Anlage ausgelöst werden.

Einstellung der Menüpunkte

Zur Einstellung sind die 4 Kreuzschlitzschrauben (1) der Anzeige zu lösen und die Abdeckhaube zu entfernen.



A0022209

A Im Menü abwärts und Anwahl der Menüpunkte
B Im Menü aufwärts und Anwahl der Menüpunkte
A+B Menüpunkt auswählen zum Einstellen oder Quittieren der Einstellung

Einstellung des Dezimalpunktes

Taste B drücken bis "dP" angezeigt wird.	d P
A+B drücken zur Einstellung des Dezimalpunktes:	- - -. -
B oder A drücken für auf oder ab:	- -. - -
A+B drücken um die Einstellung zu beenden und zum Menüpunkt "dP" zu gelangen.	d P

Einstellung der Bereichsüberschreitung

Meldung, wenn Signal unter 4 mA oder über 20 mA:
- Meldung "HI" = Bereichsüberschreitung
- Meldung "LO" = Bereichsunterschreitung

Taste B drücken bis "HILO" angezeigt wird.	H I L O
A+B drücken zur Einstellung (Meldung inaktiv):	o F F
B oder A drücken für auf oder ab (Meldung aktiv):	o n
A+B drücken um die Einstellung zu beenden und zum Menüpunkt "HILO" zu gelangen.	H I L O

Bitte beachten: Bei inaktiver "HILO"-Meldung wird bei Überschreitung des Anzeigebereiches (-1999...+9999) der Fehler "Er06" angezeigt.

Wechsel in Messmodus

Je nach ausgewähltem Menüpunkt durch 1- bis 8-maliges Drücken der Taste A oder B.

8 Diagnose und Störungsbehebung

8.1 Fehlersuche

Liegt im Gerät eine unzulässige Gerätekonfiguration vor, so wechselt das Gerät in den Fehlermodus.

Allgemeine Fehler

Fehler	Mögliche Ursache	Behebung
Gerät reagiert nicht.	Versorgungsspannung stimmt nicht mit der Angabe auf dem Typenschild überein.	Richtige Spannung anlegen.
	Versorgungsspannung ist falsch gepolt.	Versorgungsspannung umpolen.
	Anschlusskabel haben keinen Kontakt zu den Klemmen.	Kontaktierung der Kabel prüfen und gegebenenfalls korrigieren.
Ausgangsstrom ≤3,6 mA	Signalleitung ist inkorrekt verkabelt.	Verkabelung prüfen.

8.2 Verhalten des Ausgangs bei Störung

Das Verhalten des Ausganges bei Störung ist gemäß NAMUR NE43 geregelt.

Werkseinstellung MAX Alarm: >21 mA

8.2.1 Alarm Strom

Gerät	Bezeichnung	Option
PMC21 PMP21 PMP23	Eingestellt min. Alarm Strom	IA [1]

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Dienstleistung"

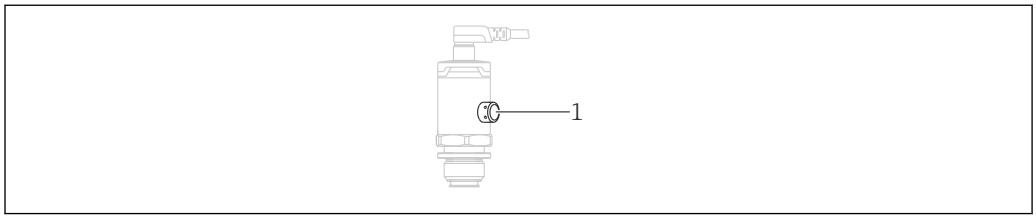
8.3 Entsorgung

Bei der Entsorgung ist auf eine stoffliche Trennung und Verwertung der Gerätekomponenten zu achten.

9 Wartung

Es sind grundsätzlich keine speziellen Wartungsarbeiten erforderlich.

Druckausgleichselement (1) frei von Verschmutzungen halten.



A0022141

9.1 Außenreinigung

Beachten Sie bei der Reinigung des Messgerätes folgendes:
- Das verwendete Reinigungsmittel darf die Oberflächen und Dichtungen nicht angreifen.
- Eine mechanische Beschädigung der Prozessmembrane z.B. durch spitze Gegenstände muss vermieden werden.
- Schutzart des Gerätes beachten. Siehe hierfür ggf. Typenschild → 13.

10 Reparatur

10.1 Allgemeine Hinweise

10.1.1 Reparaturkonzept

Eine Reparatur ist nicht möglich.

10.2 Rücksendung

Im Fall einer falschen Lieferung oder Bestellung muss das Messgerät zurückgesendet werden.

Als ISO-zertifiziertes Unternehmen und aufgrund gesetzlicher Bestimmungen ist Endress+Hauser verpflichtet, mit allen zurückgesendeten Produkten, die mediumsberührend sind, in einer bestimmten Art und Weise umzugehen. Um eine sichere, fachgerechte und schnelle Rücksendung Ihres Geräts sicherzustellen: Informieren Sie sich über Vorgehensweise und Rahmenbedingungen auf der Endress+Hauser Internetseite www.services.endress.com/return-material

10.3 Entsorgung

Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierter Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen an Endress+Hauser zurückgeben.

11 Zubehör

11.1 Einschweißadapter

Für den Einbau in Behältern oder Rohrleitungen stehen verschiedene Einschweißadapter zur Verfügung.

Gerät	Beschreibung	Option [1]	Bestellnummer
PMP23	Einschweißadapter M24, d=65, 316L	PM	71041381
PMP23	Einschweißadapter M24, d=65, 316L 3.1 EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	PN	71041383
PMP21	Einschweißadapter G½, 316L	QA	52002643
PMP21	Einschweißadapter G½, 316L 3.1 EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QB	52010172
PMP21	Einschweißhilfe Adapter G½, Messing	QC	52005082
PMP21	Einschweissadapter G1/2, 316L, für G1/2 A DIN 3852	QM	71389241
PMP21	Einschweissadapter G1/2, 316L, 3.1, für G1/2 A DIN 3852, EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QN	71389243
PMP23	Einschweißadapter G1, 316L, Dichtkonus Metall	QE	52005087
PMP23	Einschweißadapter G1, 316L, 3.1, Dichtkonus Metall, EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QF	52010171
PMP23	Einschweißhilfe Adapter G1, Messing	QG	52005272
PMP23	Einschweißadapter G1, 316L, Dichtung Silikon O-Ring	QJ	52001051
PMP23	Einschweißadapter G1, 316L, 3.1,Dichtung Silikon O-Ring, EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QK	52011896
PMP23	Einschweißadapter Uni D65, 316L	QL	214880-0002
PMP23	Einschweißadapter Uni D65, 316L 3.1 EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QM	52010174
PMP23	Einschweißhilfe Adapter Uni D65/D85, Messing	QN	71114210
PMP23	Einschweißadapter Uni D85, 316L	QP	52006262
PMP23	Einschweißadapter Uni D85, 316L 3.1 EN10204-3.1 Material, Abnahmeprüfzeugnis	QR	52010173

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Zubehör beigelegt"

Bei der Verwendung von Einschweißadaptern mit Leckagebohrung, muss bei horizontalem Einbau darauf geachtet werden, dass die Leckagebohrung nach unten ausgerichtet ist, um eine Undichtigkeit schnellstmöglich zu erkennen.

11.2 Prozessadapter M24

Für die Prozessanschlüsse mit der Bestelloption X2J und X3J, können folgende Prozessadapter bestellt werden:

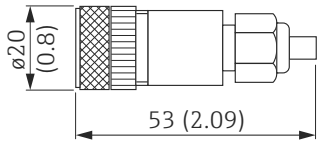
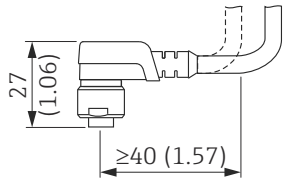
Gerät	Beschreibung	Bestellnummer	Bestellnummer mit Abnahmezeugnis 3.1 EN10204
PMP23	Varivent F DN32 PN40	52023996	52024003
PMP23	Varivent N DN50 PN40	52023997	52024004
PMP23	DIN11851 DN40	52023999	52024006
PMP23	DIN11851 DN50	52023998	52024005

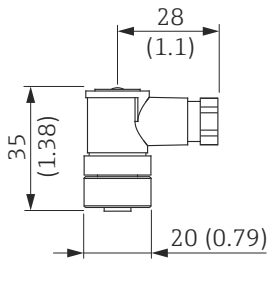
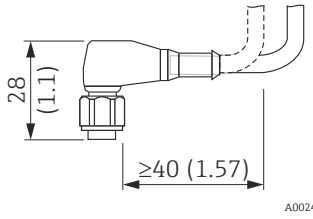
Gerät	Beschreibung	Bestellnummer	Bestellnummer mit Abnahmezeugnis 3.1 EN10204
PMP23	SMS 1½"	52026997	52026999
PMP23	Clamp 1½"	52023994	52024001
PMP23	Clamp 2"	52023995	52024002

11.3 Aufsteckanzeige PHX20

→ 23

11.4 Steckerbuchsen M12

Stecker	Schutzart	Material	Option [1]	Bestellnummer
M12 (Selbstkonfektionierbarer Anschluss an Stecker M12) 	IP67	▪ Überwurfmutter: Cu Sn/Ni ▪ Griffkörper: PBT ▪ Dichtung: NBR	R1	52006263
M12 90 Grad mit 5m (16 ft) Kabel 	IP67	▪ Überwurfmutter: GD Zn/Ni ▪ Griffkörper: PUR ▪ Kabel: PVC Kabelfarben ▪ 1 = BN = braun ▪ 2 = WT = weiß ▪ 3 = BU = blau ▪ 4 = BK = schwarz	RZ	52010285

Stecker	Schutzart	Material	Option [1]	Bestellnummer
M12 90 Grad (Selbstkonfektionierbarer Anschluss an Stecker M12) 	IP67	▪ Überwurfmutter: GD Zn/Ni ▪ Griffkörper: PBT ▪ Dichtung: NBR	RM	71114212
M12 90 Grad mit 5m (16 ft) Kabel (einseitig konfektioniert) 	IP69 [2]	▪ Überwurfmutter: 316L (1.4435) ▪ Griffkörper und Kabel: PVC und PUR	RW	52024216

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Zubehör beigelegt"
2) Bezeichnung der IP-Schutzklasse gemäß DIN EN 60529. Frühere Bezeichnung "IP69K" gemäß DIN 40050 Teil 9 nicht mehr gültig (Norm am 01.11.2012 zurückgezogen). Geforderte Tests beider Normen sind identisch.

12 Technische Daten

12.1 Eingang

12.1.1 Messgröße

Gemessene Prozessgröße

- PMC11: Relativdruck
- PMP11: Relativdruck
- PMC21: Relativdruck oder Absolutdruck
- PMP21: Relativdruck oder Absolutdruck
- PMP23: Relativdruck oder Absolutdruck

Berechnete Prozessgröße

Druck

12.1.2 Messbereich

Keramische Prozessmembrane

Sensor	Gerät	Maximaler Sensormessbereich		Kleinste kalibrierbare Messspanne [1]	MWP	OPL	Werkeinstellungen [2]	Option [3]
		untere (LRL)	obere (URL)					
		[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]		
Geräte für Relativdruckmessung								
100 mbar (1,5 psi) [4]	PMC21	−0,1 (−1,5)	+0,1 (+1,5)	0,02 (0,3)	2,7 (40,5)	4 (60)	0 … 100 mbar (0 … 1,5 psi)	1C
250 mbar (4 psi) [5]	PMC21	−0,25 (−4)	+0,25 (+4)	0,05 (1)	3,3 (49,5)	5 (75)	0 … 250 mbar (0 … 4 psi)	1E
400 mbar (6 psi) [6]	PMC11 PMC21	−0,4 (−6)	+0,4 (+6)	0,08 (1,2)	5,3 (79,5)	8 (120)	0 … 400 mbar (0 … 6 psi)	1F
1 bar (15 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+1 (+15)	0,2 (3)	6,7 (100,5)	10 (150)	0 … 1 bar (0 … 15 psi)	1H
2 bar (30 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+2 (+30)	0,4 (6)	12 (180)	18 (270)	0 … 2 bar (0 … 30 psi)	1K
4 bar (60 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+4 (+60)	0,8 (12)	16,7 (250,5)	25 (375)	0 … 4 bar (0 … 60 psi)	1M
6 bar (90 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+6 (+90)	2,4 (36)	26,7 (400,5)	40 (600)	0 … 6 bar (0 … 90 psi)	1N
10 bar (150 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+10 (+150)	2 (30)	26,7 (400,5)	40 (600)	0 … 10 bar (0 … 150 psi)	1P
16 bar (240 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+16 (+240)	6,4 (96)	40 (600)	60 (900)	0 … 16 bar (0 … 240 psi)	1Q
25 bar (375 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+25 (+375)	10 (150)	40 (600)	60 (900)	0 … 25 bar (0 … 375 psi)	1R
40 bar (600 psi) [6]	PMC11 PMC21	−1 (−15)	+40 (+600)	8 (120)	40 (600)	60 (900)	0 … 40 bar (0 … 600 psi)	1S

Sensor	Gerät	Maximaler Sensormessbereich		Kleinste kalibrierbare Messspanne [1]	MWP	OPL	Werkeinstellungen [2]	Option [3]
		untere (LRL)	obere (URL)					
		[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]		
Geräte für Absolutdruckmessung								
100 mbar (1,5 psi) [6]	PMC21	0	+0,1 (+1,5)	0,1 (1,5)	2,7 (40,5)	4 (60)	0 … 100 mbar (0 … 1,5 psi)	2C
250 mbar (4 psi) [6]	PMC21	0	+0,25 (+4)	0,25 (4)	3,3 (49,5)	5 (75)	0 … 250 mbar (0 … 4 psi)	2E
400 mbar (6 psi) [6]	PMC21	0	+0,4 (+6)	0,4 (6)	5,3 (79,5)	8 (120)	0 … 400 mbar (0 … 6 psi)	2F
1 bar (15 psi) [6]	PMC21	0	+1 (+15)	0,4 (6)	6,7 (100,5)	10 (150)	0 … 1 bar (0 … 15 psi)	2H
2 bar (30 psi) [6]	PMC21	0	+2 (+30)	0,4 (6)	12 (180)	18 (270)	0 … 2 bar (0 … 30 psi)	2K
4 bar (60 psi) [6]	PMC21	0	+4 (+60)	0,8 (12)	16,7 (250,5)	25 (375)	0 … 4 bar (0 … 60 psi)	2M
10 bar (150 psi) [6]	PMC21	0	+10 (+150)	2 (30)	26,7 (400,5)	40 (600)	0 … 10 bar (0 … 150 psi)	2P
40 bar (600 psi) [6]	PMC21	0	+40 (+600)	8 (120)	40 (600)	60 (900)	0 … 40 bar (0 … 600 psi)	2S

1) Größter werkseitig einstellbarer Turn down: 5:1. Der Turn down wird voreingestellt und ist nicht änderbar.
2) Abweichende Messbereiche (z.B. −1 … +5 bar (−15 … 75 psi)) können mit kundenspezifischen Einstellungen bestellt werden (siehe Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Kalibration; Einheit" Option "J"). Eine Invertierung des Ausgangssignals ist möglich (LRV = 20 mA; URV = 4 mA). Voraussetzung: URV < LRV
3) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Sensorbereich"
4) Unterdruckbeständigkeit: 0,7 bar (10,5 psi) abs
5) Unterdruckbeständigkeit: 0,5 bar (7,5 psi) abs
6) Unterdruckbeständigkeit: 0 bar (0 psi) abs

Maximal bestellbarer Turn down für Absolutdruck- und Relativdrucksensoren

Geräte für Relativdruckmessung
- 6 bar (90 psi), 16 bar (240 psi), 25 bar (375 psi): TD 1:1 bis TD 2,5:1
- Alle anderen Messbereiche: TD 1:1 bis TD 5:1

Geräte für Absolutdruckmessung
- 100 mbar (1,5 psi), 250 mbar (4 psi), 400 mbar (6 psi): TD 1:1
- 1 bar (15 psi): TD 1:1 bis TD 2,5:1
- Alle anderen Messbereiche: TD 1:1 bis TD 5:1

Metallische Prozessmembrane

Sensor	Gerät	Maximaler Sensormessbereich		Kleinste kalibrierbare Messspanne [1]	MWP	OPL	Werkeinstellungen [2]	Option [3]
		untere (LRL)	obere (URL)					
		[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]		
Geräte für Relativdruckmessung								
400 mbar (6 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−0,4 (−6)	+0,4 (+6)	0,4 (6)	1 (15)	1,6 (24)	0 … 400 mbar (0 … 6 psi)	1F
1 bar (15 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+1 (+15)	0,4 (6)	2,7 (40,5)	4 (60)	0 … 1 bar (0 … 15 psi)	1H
2 bar (30 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+2 (+30)	0,4 (6)	6,7 (100,5)	10 (150)	0 … 2 bar (0 … 30 psi)	1K
4 bar (60 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+4 (+60)	0,8 (12)	10,7 (160,5)	16 (240)	0 … 4 bar (0 … 60 psi)	1M
6 bar (90 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+6 (+90)	2,4 (36)	16 (240)	24 (360)	0 … 6 bar (0 … 90 psi)	1N
10 bar (150 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+10 (+150)	2 (30)	25 (375)	40 (600)	0 … 10 bar (0 … 150 psi)	1P
16 bar (240 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+16 (+240)	5 (75)	25 (375)	64 (960)	0 … 16 bar (0 … 240 psi)	1Q
25 bar (375 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+25 (+375)	5 (75)	25 (375)	100 (1500)	0 … 25 bar (0 … 375 psi)	1R
40 bar (600 psi) [4]	PMP11 PMP21 PMP23	−1 (−15)	+40 (+600)	8 (120)	100 (1500)	160 (2400)	0 … 40 bar (0 … 600 psi)	1S
100 bar (1 500 psi) [4]	PMP21	−1 (−15)	+100 (+1500)	20 (300)	100 (1500)	160 (2400)	0 … 100 bar (0 … 1 500 psi)	1U
400 bar (6 000 psi) [4]	PMP21	−1 (−15)	+400 (+6000)	80 (1200)	400 (6000)	600 (9000)	0 … 400 bar (0 … 6 000 psi)	1W

Sensor	Gerät	Maximaler Sensormessbereich		Kleinste kalibrierbare Messspanne [1]	MWP	OPL	Werkeinstellungen [2]	Option [3]
		untere (LRL)	obere (URL)					
		[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]	[bar (psi)]		
Geräte für Absolutdruckmessung								
400 mbar (6 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	0,4 (+6)	0,4 (6)	1 (15)	1,6 (24)	0 ... 400 mbar (0 ... 6 psi)	2F
1 bar (15 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	1 (+15)	0,4 (6)	2,7 (40,5)	4 (60)	0 ... 1 bar (0 ... 15 psi)	2H
2 bar (30 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	2 (+30)	0,4 (6)	6,7 (100,5)	10 (150)	0 ... 2 bar (0 ... 30 psi)	2K
4 bar (60 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	4 (+60)	0,8 (12)	10,7 (160,5)	16 (240)	0 ... 4 bar (0 ... 60 psi)	2M
10 bar (150 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	10 (+150)	2 (30)	25 (375)	40 (600)	0 ... 10 bar (0 ... 150 psi)	2P
40 bar (600 psi) [4]	PMP21 PMP23	0 (0)	+40 (+600)	8 (120)	100 (1500)	160 (2400)	0 ... 40 bar (0 ... 600 psi)	2S
100 bar (1 500 psi) [4]	PMP21	0 (0)	+100 (+1500)	20 (300)	100 (1500)	160 (2400)	0 ... 100 bar (0 ... 1 500 psi)	2U
400 bar (6 000 psi) [4]	PMP21	0 (0)	+400 (+6000)	80 (1200)	400 (6000)	600 (9000)	0 ... 400 bar (0 ... 6 000 psi)	2W

1) Größter werkseitig einstellbarer Turn down: 5:1. Der Turn down wird voreingestellt und ist nicht änderbar.
2) Abweichende Messbereiche (z.B. −1 ... +5 bar (−15 ... 75 psi)) können mit kundenspezifischen Einstellungen bestellt werden (siehe Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Kalibration; Einheit" Option "J"). Eine Invertierung des Ausgangssignals ist möglich (LRV = 20 mA; URV = 4 mA). Voraussetzung: URV < LRV
3) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Sensorbereich"
4) Unterdruckbeständigkeit: 0,01 bar (0,145 psi) abs

Maximal bestellbarer Turn down für Absolutdruck- und Relativdrucksensoren

Gerät	Bereich	400 mbar (6 psi)	1 bar (15 psi) 6 bar (90 psi) 16 bar (240 psi)	2 bar (30 psi) 4 bar (60 psi) 10 bar (150 psi) 25 ... 400 bar (375 ... 6 000 psi) 25 ... 40 bar (375 ... 600 psi)
PMP11	0,5%	TD 1:1	TD 1:1 bis TD 2,5:1	TD 1:1 bis TD 5:1
PMP21	0,3%	TD 1:1	TD 1:1 bis TD 2,5:1	TD 1:1 bis TD 5:1
PMP23	0,3%	TD 1:1	TD 1:1 bis TD 2,5:1	TD 1:1 bis TD 5:1

12.2 Ausgang

12.2.1 Ausgangssignal

Bezeichnung	Option [1]
4...20 mA (2-Leiter)	1
PMC11: 0...10 V Ausgang (3-Leiter) PMP11: 0...10 V Ausgang (3-Leiter)	2

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Ausgang"

12.2.2 Schaltvermögen

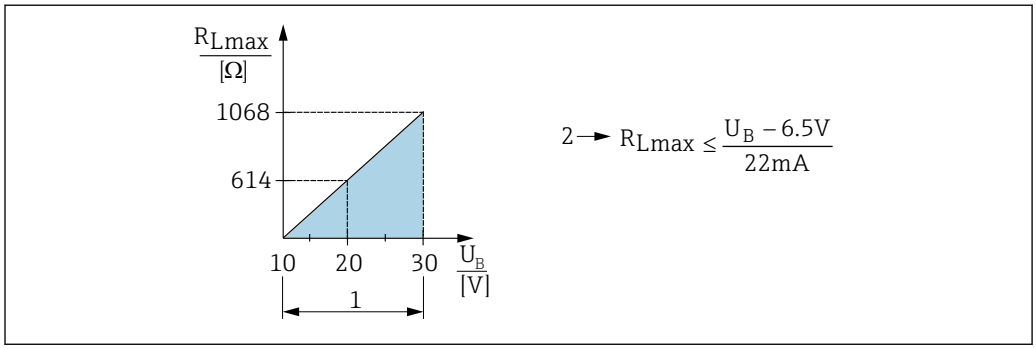
- Schaltzyklen: >10.000.000
- Spannungsabfall PNP: ≤2 V
- Überlastsicherheit: Automatische Lastüberprüfung des Schaltstroms;
  - Max. kapazitive Last: 14 µF bei max. Versorgungsspannung (ohne resistive Last)
  - Max. Periodendauer: 0,5 s; min. t_{on}: 4 ms
  - Periodische Schutzabschaltung bei Überstrom (f = 2 Hz) und Anzeige "F804"

12.2.3 Signalbereich 4...20 mA

3,8...20,5 mA

12.2.4 Bürde (für 4...20 mA Geräte)

Um eine ausreichende Klemmenspannung bei Zweidraht-Geräten sicherzustellen, darf abhängig von der Versorgungsspannung U_B des Speisegeräts ein maximaler Bürdenwiderstand R_L (inklusive Zuleitungswiderstand) nicht überschritten werden.



1 Spannungsversorgung 10...30 V DC
2 R_{Lmax} maximaler Bürdenwiderstand
U_B Versorgungsspannung

12.2.5 Lastwiderstand (für 0...10 V Geräte)

Der Lastwiderstand muss ≥ 5 [kΩ] sein.

12.2.6 Ausfallsignal 4...20 mA

Das Verhalten des Ausganges bei Störung ist gemäß NAMUR NE43 geregelt.

Werkseinstellung MAX Alarm: >21 mA

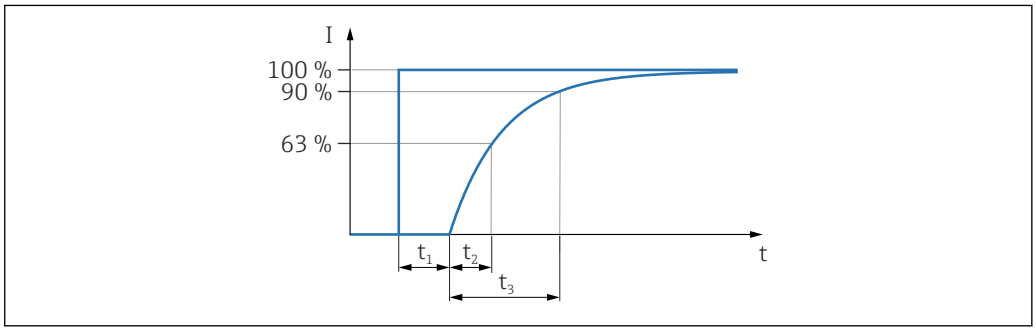
Alarm Strom

Gerät	Bezeichnung	Option
PMC21 PMP21 PMP23	Eingestellt min. Alarm Strom	IA [1]

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Dienstleistung"

12.2.7 Totzeit, Zeitkonstante

Darstellung der Totzeit und der Zeitkonstante:



A0019786

12.2.8 Dynamisches Verhalten

Totzeit (t_1) [ms]	Zeitkonstante (T63), t_2 [ms]	Zeitkonstante (T90), t_3 [ms]
6 ms	10 ms	15 ms

12.3 Leistungsmerkmale der keramischen Prozessmembrane

12.3.1 Referenzbedingungen

- nach IEC 60770
- Umgebungstemperatur T_U = konstant, im Bereich: +21 … +33 °C (+70 … +91 °F)
- Feuchte φ = konstant, im Bereich: 5…80 % r.F
- Umgebungsdruck p_U = konstant, im Bereich: 860 … 1060 mbar (12,47 … 15,37 psi)
- Lage der Messzelle = konstant, im Bereich: horizontal ±1° (siehe auch Kapitel "Einfluss der Einbaulage" → 🖹 15)
- Messspanne auf Nullpunkt basierend
- Material der Prozessmembrane: Al_2O_3 (Aluminium-Oxid-Keramik, Ceraphire®)
- Versorgungsspannung: 24 V DC ±3 V DC
- Bürde: 320 Ω (bei 4…20 mA Ausgang)

12.3.2 Messunsicherheit bei kleinen Absolutdruck-Messbereichen

Die kleinste erweiterte Messunsicherheit, die von unseren Normalen weitergegeben werden kann, beträgt

- im Bereich 1 … 30 mbar (0,0145 … 0,435 psi): 0,4 % vom Messwert
- im Bereich < 1 mbar (0,0145 psi): 1 % vom Messwert.

12.3.3 Einfluss der Einbaulage

→ 🖹 15

12.3.4 Auflösung

Stromausgang: min. 1,6 µA

12.3.5 Referenz-Genauigkeit

Die Referenzgenauigkeit enthält die Nicht-Linearität [DIN EN 61298-2 3.11] inklusive der Druckhysterese [DIN EN 61298-23.13] und der Nicht-Wiederholbarkeit [DIN EN 61298-2 3.11] gemäß der Grenzpunktmethode nach [DIN EN 60770].

Gerät	% der kalibrierten Messspanne bis zum maximalen Turn down		
	Referenzgenauigkeit	Nicht-Linearität [1]	Nicht-Wiederholbarkeit
PMC11 [2]	±0,5	±0,1	±0,1
PMC21	±0,3	±0,1	±0,1

1) Für den 40 bar (600 psi) Sensor kann die Nicht-Linearität bis zu ± 0,15% der kalibrierten Messspanne bis zum maximalen Turn down betragen.
2) Für Geräte mit 0…10 V Ausgang kann eine Nicht-Linearität von bis zu max. 0,3 V bei Signalwerten unterhalb von 0,03 V auftreten.

Übersicht über die Turn down Bereiche → 🖹 33

Messbereiche	TurnDown	Gerät	% des URL
100 mbar (1,5 psi) bis 40 bar (600 psi)	1:1 bis TD 5:1	PMC11	±0,5
		PMC21	±0,3 [1]

1) Für die Messbereiche 100 mbar (1,5 psi) und 250 mbar (4 psi) gilt: Im Falle von Wärmeeinwirkungen gegenüber dem anfänglichen Referenzbedingungen, ist eine zusätzliche Abweichung von max. 0,3 mbar (4,5 psi) zum Nullpunkt oder zur Ausgangsspanne möglich.

12.3.6 Thermische Änderung des Nullsignals und der Ausgangsspanne

Messzelle	−20 … +85 °C (−4 … +185 °F)	−40 … −20 °C (−40 … −4 °F) +85 … +100 °C (+185 … +212 °F)
	% des URL bei TD 1:1	
<1 bar (15 psi)	<1	<1,2
≥1 bar (15 psi)	<0,8	<1

12.3.7 Langzeitstabilität

1 Jahr	5 Jahre	8 Jahre
% des URL		
±0,2	±0,4	±0,45

12.3.8 Einschaltzeit

≤2 s (Bei kleinen Messbereichen sind die thermischen Ausgleichseffekte zu beachten.)

12.4 Leistungsmerkmale der metallischen Prozessmembrane

12.4.1 Referenzbedingungen

- nach IEC 60770
- Umgebungstemperatur T_U = konstant, im Bereich: +21 … +33 °C (+70 … +91 °F)
- Feuchte φ= konstant, im Bereich: 5…80 % r.F
- Umgebungsdruck p_U = konstant, im Bereich: 860 … 1060 mbar (12,47 … 15,37 psi)
- Lage der Messzelle = konstant, im Bereich: horizontal ±1° (siehe auch Kapitel "Einfluss der Einbaulage" → 15)
- Messspanne auf Nullpunkt basierend
- Material der Prozessmembrane: AISI 316L (1.4435)
- Füllöl: Synthetiköl Polyalphaolefin FDA 21 CFR 178.3620, NSF H1
- Versorgungsspannung: 24 V DC ±3 V DC
- Bürde: 320 Ω (bei 4…20 mA Ausgang)

12.4.2 Messunsicherheit bei kleinen Absolutdruck-Messbereichen

Die kleinste erweiterte Messunsicherheit, die von unseren Normalen weitergegeben werden kann, beträgt

- im Bereich 1 … 30 mbar (0,0145 … 0,435 psi): 0,4 % vom Messwert
- im Bereich < 1 mbar (0,0145 psi): 1 % vom Messwert.

12.4.3 Einfluss der Einbaulage

→ 15

12.4.4 Auflösung

Stromausgang: min. 1,6 µA

12.4.5 Referenz-Genauigkeit

Die Referenzgenauigkeit enthält die Nicht-Linearität [DIN EN 61298-2 3.11] inklusive der Druckhysterese [DIN EN 61298-23.13] und der Nicht-Wiederholbarkeit [DIN EN 61298-2 3.11] gemäß der Grenzpunktmethode nach [DIN EN 60770].

Gerät	% der kalibrierten Messspanne bis zum maximalen Turn down		
	Referenzgenauigkeit	Nicht-Linearität	Nicht-Wiederholbarkeit
PMP11 [1)]	±0,5	±0,1	±0,1
PMP21	±0,3	±0,1	±0,1
PMP23	±0,3	±0,1	±0,1

1) Für Geräte mit 0…10 V Ausgang kann eine Nicht-Linearität von bis zu max. 0,3 V bei Signalwerten unterhalb von 0,015 V auftreten.

Übersicht über die Turn down Bereiche → 35

12.4.6 Thermische Änderung des Nullsignals und der Ausgangsspanne

PMP11, PMP21

Messzelle	−20 … +85 °C (−4 … +185 °F)	−40 … −20 °C (−40 … −4 °F) +85 … +100 °C (+185 … +212 °F)
	% der kalibrierten Messspanne bei TD 1:1	
<1 bar (15 psi)	<1	<1,2
≥1 bar (15 psi)	<0,8	<1

PMP23

Messzelle	−20 … +85 °C (−4 … +185 °F)	−40 … −20 °C (−40 … −4 °F) +85 … +100 °C (+185 … +212 °F)
	% der kalibrierten Messspanne bei TD 1:1	
<1 bar (15 psi)	<1	<1,2
≥1 bar (15 psi)	<0,8	<1

12.4.7 Langzeitstabilität

Gerät	1 Jahr	5 Jahre	8 Jahre
	% des URL		
PMP11 PMP21 PMP23	±0,2	±0,4	±0,45

12.4.8 Einschaltzeit

≤2 s

12.5 Umgebung

12.5.1 Umgebungstemperaturbereich

Gerät	Umgebungstemperaturbereich [1]
PMC11 PMP11	−40 … +70 °C (−40 … +158 °F)
PMC21 PMP21 PMP23	−40 … +85 °C (−40 … +185 °F)
PMC21 PMP21 PMP23	Geräte für explosionsgefährdete Bereiche: −40 … +70 °C (−40 … +158 °F)

1) Ausnahme: Folgendes Kabel ist für einen Umgebungstemperaturbereich von −25 … +70 °C (−13 … +158 °F) ausgelegt: Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Zubehör beigelegt" Option "RZ".

12.5.2 Lagerungstemperaturbereich

−40 … +85 °C (−40 … +185 °F)

12.5.3 Klimaklasse

Gerät	Klimaklasse	Hinweis
PMP23	Klasse 4K4H	Lufttemperatur: −20 … +55 °C (−4 … +131 °F), relative Luftfeuchtigkeit: 4…100 % nach DIN EN 60721-3-4 erfüllt (Betauung möglich)
PMC11 PMP11 PMC21 PMP21	Klasse 3K5	Lufttemperatur: −5 … +45 °C (+23 … +113 °F), relative Luftfeuchtigkeit: 4…95 % nach IEC 721-3-3 erfüllt (Betauung nicht möglich)

12.5.4 Schutzart

Gerät	Anschluss	Schutzart	Option [1]
PMC21 PMP21 PMP23	Kabel 5 m (16 ft)	IP66/68 [2] NEMA Type 4X/6P Enclosure	A
PMC21 PMP21 PMP23	Kabel 10 m (33 ft)	IP66/68 [2] NEMA Type 4X/6P Enclosure	B
PMC21 PMP21 PMP23	Kabel 25 m (82 ft)	IP66/68 [2] NEMA Type 4X/6P Enclosure	C
PMC11 PMP11	Stecker M12	IP65 NEMA Type 4X Enclosure	L
PMC21 PMP21 PMP23	Stecker M12	IP65/67 NEMA Type 4X Enclosure	M
PMP23	Stecker M12 aus Metall	IP66/69 [3] NEMA Type 4X Enclosure	N

Gerät	Anschluss	Schutzart	Option [1]
PMC11 PMP11 PMC21 PMP21 PMP23	Ventilstecker ISO4400 M16	IP65 NEMA Type 4X Enclosure	U
PMC11 PMP11 PMC21 PMP21 PMP23	Ventilstecker ISO4400 NPT ½	IP65 NEMA Type 4X Enclosure	V

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Elektrischer Anschluss"
2) IP 68 (1,83m H2O für 24 h)
3) Bezeichnung der IP-Schutzklasse gemäß DIN EN 60529. Frühere Bezeichnung "IP69K" gemäß DIN 40050 Teil 9 nicht mehr gültig (Norm am 01.11.2012 zurückgezogen). Geforderte Tests beider Normen sind identisch.

12.5.5 Schwingungsfestigkeit

Prüfnorm	Schwingungsfestigkeit
IEC 60068-2-64:2008	Gewährleistet für 5…2000Hz: 0.05g^2/Hz

12.5.6 Elektromagnetische Verträglichkeit

- Störaussendung nach EN 61326-1 Betriebsmittel B
- Störfestigkeit nach EN 61326-1 (Industriebereich)
- Maximale Abweichung: 1,5% bei TD 1:1

Weitere Details sind aus der Konformitätserklärung ersichtlich.

12.6 Prozess

12.6.1 Prozesstemperaturbereich für Geräte mit keramischer Prozessmembrane

Gerät	Prozesstemperaturbereich
PMC11	−25 … +85 °C (−13 … +185 °F)
PMC21	−25 … +100 °C (−13 … +212 °F)
PMC21 für Sauerstoffanwendungen	−10 … +60 °C (+14 … +140 °F)

- Bei Sattdampfanwendungen ist ein Gerät mit metallischer Prozessmembrane zu verwenden oder bei der Installation ein Wassersackrohr zur Temperaturentkopplung vorzusehen.
- Prozesstemperaturbereich der Dichtung beachten. Siehe auch folgende Tabelle.

Dichtung	Hinweise	Prozesstemperaturbereich	Option
FKM	-	−20 … +100 °C (−4 … +212 °F)	A [1]
FKM	gereinigt für O_2-Anwendung	−10 … +60 °C (+14 … +140 °F)	A [1] und HB [2]
EPDM 70	-	−25 … +100 °C (−13 … +212 °F)	J [1]

1) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Dichtung"
2) Produktkonfigurator Bestellmerkmal "Dienstleistung"

Anwendungen mit Temperatursprüngen

Extreme Temperatursprünge mit hoher Dynamik können zeitlich limitierte Messabweichungen zur Folge haben. Nach wenigen Minuten ist eine Temperaturkompensation erfolgt. Die interne Temperaturkompensation erfolgt umso schneller, je kleiner der Temperatursprung und je länger dessen Zeitintervall ist.

Für weitere Informationen steht Ihnen Ihr nächstes Endress+Hauser Vertriebsbüro zur Verfügung.

12.6.2 Prozesstemperaturbereich für Geräte mit metallischer Prozessmembrane

Gerät	Prozesstemperaturbereich
PMP11	−25 … +85 °C (−13 … +185 °F)
PMP21	−40 … +100 °C (−40 … +212 °F)
PMP23	−10 … +100 °C (+14 … +212 °F)
PMP23 SIP-Reinigung	bei +135°C (+275 °F) für maximal eine Stunde (Gerät im Betrieb aber nicht innerhalb Messspezifikation)

Anwendungen mit Temperatursprüngen

Extreme Temperatursprünge mit hoher Dynamik können zeitlich limitierte Messabweichungen zur Folge haben. Die interne Temperaturkompensation erfolgt umso schneller, je kleiner der Temperatursprung und je länger dessen Zeitintervall ist.

Für weitere Informationen steht Ihnen Ihr nächstes Endress+Hauser Vertriebsbüro zur Verfügung.

12.6.3 Druckangaben

⚠ WARNUNG

Der maximale Druck für das Messgerät ist abhängig vom druckschwächsten Glied.

- Für Druckangaben siehe Abschnitt "Messbereich" und Abschnitt "Konstruktiver Aufbau" in der Technischen Information.
- Die Druckgeräterichtlinie (2014/68/EU) verwendet die Abkürzung "PS". Die Abkürzung "PS" entspricht dem MWP (Maximum Working Pressure/max. Betriebsdruck) des Messgerätes.
- MWP (Maximum Working Pressure/max. Betriebsdruck): Auf dem Typenschild ist der MWP (Maximum Working Pressure/max. Betriebsdruck) angegeben. Dieser Wert bezieht sich auf eine Referenztemperatur von +20 °C (+68 °F) und darf über unbegrenzte Zeit am Gerät anliegen. Beachten Sie die Temperaturabhängigkeit des MWP.
- OPL (Over Pressure Limit = Sensor Überlastgrenze): Der Prüfdruck entspricht der Überlastgrenze des Sensors und darf nur zeitlich begrenzt anliegen um sicherzustellen, dass sich die Messung innerhalb der Spezifikation befindet und damit kein bleibender Schaden entsteht. Bei Sensorbereich- und Prozessanschluss-Kombinationen bei denen der OPL (Over Pressure Limit) des Prozessanschlusses kleiner ist als der Nennwert des Sensors, wird das Gerät werkseitig maximal auf den OPL-Wert des Prozessanschlusses eingestellt. Möchten Sie den gesamten Sensorbereich nutzen, ist ein Prozessanschluss mit einem höheren OPL-Wert zu wählen.
- Sauerstoffanwendungen: In Sauerstoffanwendungen dürfen die Werte für "p_{max} und T_{max} für Sauerstoffanwendungen nicht überschritten werden .
- Geräte mit keramischer Prozessmembrane: Dampfschläge sind zu vermeiden! Dampfschläge können Nullpunkstdrifts verursachen. Empfehlung: Nach der CIP-Reinigung können Restmengen (Wassertropfen bzw. Kondensat) auf der Prozessmembrane verbleiben und bei erneuter Dampfreinigung zu lokalen Dampfschlägen führen. Die Trocknung der Prozessmembrane (z.B. durch Abblasen) hat sich in der Praxis zur Vermeidung von Dampfschlägen bewährt.

Stichwortverzeichnis

A
Anforderungen an Personal 8
Anwendungsbereich 8
Arbeitssicherheit 9
Außenreinigung 27

B
Bestimmungsgemäße Verwendung 8
Betriebssicherheit 9

C
CE-Zeichen (Konformitätserklärung) 9

E
Einsatz Messgerät
siehe Bestimmungsgemäße Verwendung
Einsatz Messgeräte
Fehlgebrauch 8
Grenzfälle 8
Einsatzgebiet
Restrisiken 8
Entsorgung 26, 28

F
Fehlersuche 26

K
Konformitätserklärung 9

P
Produktsicherheit 9
Prozessmedien 8

R
Reinigung 27
Reparaturkonzept 28

S
Sicherheitshinweise
Grundlegende 8
Sicherheitshinweise (XA) 5

T
Typenschild 13

W
Wartung 26

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation

WayCon
Positionsmesstechnik

Starke Sensoren für wachsende Ansprüche

Seilzugsensor Serien SX

Features

- Messbereiche von 50 mm bis 42,5 m
- Linearität bis zu ±0,02 % des Messbereichs
- Schutzklasse bis IP67
- Temperaturbereich -20...+85 °C (optional -40 °C oder +120 °C)
- Ausgang: Potentiometer, 0...5 V, 0...10 V, 4...20 mA, RS422 (TTL), HTL, CANopen, SSI, Profibus, EtherCAT, Profinet
- Hohe Dynamik: Auszugsgeschwindigkeit bis zu 10 m/s
- Hohe Störfestigkeit
- optional Analogausgang 0...5 V und 0...10 V teachbar

Technische Daten

SERIE ▶ MERKMAL ▼	SX50	SX80	SX120	SX135
Messbereich max.	1.250 mm	3.000 mm	5.000 mm	42.500 mm
Linearität max. [1]	±0,02 %			
Ausgang analog	0...5 V, 0...10 V (optional teachbar), 4...20 mA, Potentiometer			
Ausgang digital	TTL, HTL, SSI, CANopen	TTL, HTL, SSI, Profibus, CANopen, EtherCAT, Profinet		
Schutzklasse max.	IP67			
Arbeitstemperatur max.	-40...+120 °C			-40...+85 °C
Verfahrgeschwindigkeit max.	10 m/s			

[1] bezogen auf den Messbereich

Beschreibung

Kernbestandteil eines Seilzugsensors ist ein hochflexibles Edelstahlseil, das einlagig auf eine ultra-leichte Seiltrommel gewickelt ist. Diese Trommel ist über eine vorgespannte Triebfeder mit dem Sensorgehäuse verbunden. Das aus dem Sensor heraus ragende Ende des Messseils wird mit dem Messobjekt verbunden. Ändert sich der Abstand zwischen Sensor und Messobjekt, so wird das Seil gegen die Federkraft aus dem Sensor herausgezogen und von der Trommel abgerollt. Die Achse der Trommel ist fest mit einem Sensorelement verbunden. Dreht sich die Seiltrommel durch eine Abstandsveränderung des Messobjektes, so dreht sich die Messeinheit entsprechend und gibt ein proportionales elektrisches Signal aus.

Seilzugmechanik Serien F58NK und F58K

Features

- ► Messbereiche von 1 m bis 42,5 m
- ► Linearität ±0,05 % des Messbereichs (mit Encoder)
- ► Temperaturbereich -20...+85 °C (optional -40 °C)
- ► Seilzugmechanik ohne Sensorelement
- ► optional mit hohem Korrosionsschutz
- ► Hohe Dynamik: Auszugsgeschwindigkeit bis zu 8 m/s
- ► kundenseitige Montage eines digitalen Encoders

Technische Daten

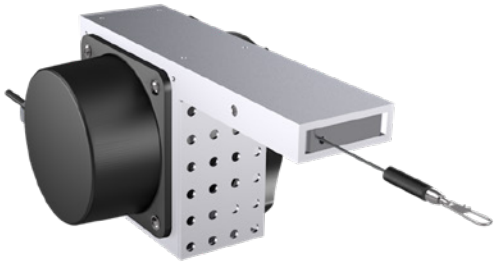
SERIE ► MERKMAL ▼	SX80-F58NK	SX120-F58NK	SX135-F58NK/F58K
Messbereich max.	3.000 mm	5.000 mm	42.500 mm
Linearität max. [1]	±0,05 % (Encoderausgang)		
Encoder Anforderungen	Klemmflansch 36 mm, Wellendurchmesser 10 mm, Wellenlänge 20 mm		
Verfahrgeschwindigkeit max.	8 m/s		
Auszugskraft max.	6,4 N	11,6 N	15 N
Beschleunigung max.	120 m/s²		
Arbeitstemperatur max.	-40...+85 °C (maximal zulässige Encoder-Temperatur beachten)		

[1] bezogen auf den Messbereich

Beschreibung

Das Innenleben der Seilzugsensor-Mechaniken entspricht dem der SX Standardserie. Dort, wo sich ansonsten das Sensorelement befindet, besitzen die Varianten F58NK und F58K einen Klemmflansch. Für die Montage eignen sich alle inkrementalen und absoluten Drehgeber mit einem Klemmbund von 36 mm Durchmesser und einer Welle mit 10 mm Durchmesser, sowie 20 mm Länge. Inbusschlüssel sind die einzigen benötigten Werkzeuge, um einen Encoder mit 2 Schrauben an der Seilzugmechanik zu befestigen. Neben einer detaillierten Montageanleitung sind selbstverständlich alle benötigten Teile im Lieferumfang enthalten, wie z. B. die Kupplung bei der F58K Variante.

Mobilhydraulik Seilzugsensor Serien MH



Features

- Spezialsensor für Mobilhydraulik-Anwendungen
- offenes Gehäuse, geeignet für Hochdruckreinigung und Seewasseranwendungen
- Schutzklasse bis IP69k
- Ausgang: Potentiometer, 0...5 V, 0...10 V, 4...20 mA, CANopen
- optional redundantes Ausgangssignal
- optional Analogausgänge 0...5 V und 0...10 V teachbar
- Messseile aus unterschiedlichen Materialien und in verschiedenen Stärken

Einleitung

Sensoren für mobile Arbeitsmaschinen müssen extrem robust konstruiert sein, da sie hohen Umweltbelastungen ausgesetzt sind. Geringer Platzbedarf, Schock- und Vibrationsfestigkeit, sowie eine Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung sind wichtige Kriterien, die ein solcher Sensor erfüllen muss. Die neue MH Serie wurde genau für diese Anforderungen entwickelt und eignet sich daher für alle typischen Anwendungen in der Mobilhydraulik.

Technische Daten

SERIE ▶ MERKMAL ▼	MH60	MH120
Messbereich max.	4.000 mm	10.000 mm
Linearität max. [1]	±0,1 %	
Ausgang analog	0...5 V, 0...10 V (optional teachbar), 4...20 mA, Potentiometer	
Ausgang digital	CANopen	
Verfahrgeschwindigkeit	max. 3 m/s	
Schutzklasse max.	IP69k	
Arbeitstemperatur max.	-40...+80 °C	

[1] bezogen auf den Messbereich

Beschreibung

Seilzugsensoren der Mobilhydraulik Serie MH wurden für den anspruchsvollen Bereich Baumaschinen und Baugeräte entwickelt. Je nach Einsatzbedingungen kann der Sensor so konfiguriert werden, dass dieser optimal für die Anwendung geeignet ist. Kleine adhäsive und abrasive Partikel mit geringer Korngröße sind in der offenen MH Variante leicht zu entfernen. Seewassergeeignete Schutzgitter erlauben den maximalen Schutz gegen größere Partikel wie z. B. Äste. Für sicherheitsrelevante Anforderungen stehen neben unterschiedlichen Seildicken auch redundante, absolute Ausgänge zur Verfügung. Die Mobilhydraulikserie ist eine äußerst robuste und kostengünstige Möglichkeit Positionieraufgaben an Baumaschinen effizient zu erfüllen.

Seilzugsensor Serien ZX, FX, LX und HX

Features

- ZX als kleinster Seilzugsensor der Welt mit Potentiometer oder berührungslosem Hall-Effekt Geber
- LX als kostengünstige Serie für den Einsatz unter trockenen Bedingungen
- FX mit verschleißfreiem Hall-Effekt Sensorelement, ideal für Anwendungen mit hohen Zyklenzahlen
- HX mit Positions- und Geschwindigkeitsausgang, Modell mit Explosionsschutz (UL, CSA) und Seewassertauglichkeit (IP68)

Technische Daten

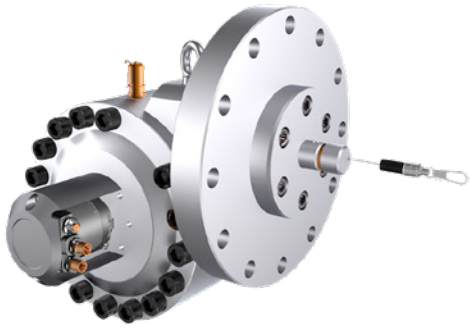
SERIE ▶ MERKMAL ▼	ZX	FX	LX	HX
Messbereich max.	38 mm	375 mm	1.250 mm	50.000 mm
Linearität max. [1)]	±1 %	±1 %	±0,1 %	±0,1 %
Ausgang analog	Potentiometer / Spannung	0...10 V	Potentiometer	0...10 V, 4...20 mA, Potentiometer
Ausgang digital	-	-	TTL	TTL, HTL
Schutzklasse max.	IP40	IP52	IP40	IP68
Arbeitstemperatur max.	-55...+100 °C	-25...+75 °C	-40...+75 °C	-20...+95 °C

[1)] bezogen auf den Messbereich

Beschreibung

Die Reihen ZX, FX, LX und HX von WayCon bieten eine Lösung für praktisch jede Anwendung. Von großen Sensoren, die bis über 50 Meter messen können bis hin zu ultrakompakten Gebern, die kleiner sind als eine Streichholzschachtel. Die HX Serie bietet Geräte, die für dauerhaftes Untertauchen geeignet sind oder eine UL Zulassung (Explosionsschutz) besitzen. Wenn sehr hohe Zyklenzahlen gefordert sind können Seilzugsensoren der ZX oder FX Serie mit ihren berührungslosen Hall-Effekt Sensorelementen eingesetzt werden, da sie praktisch verschleißfrei arbeiten. Für Standardanwendungen, ohne große Anforderungen an den Sensor eignet sich besonders die sehr preiswerte LX Serie, die mit Potentiometerausgang oder mit inkrementellem Encoder erhältlich ist.

Seilzugsensor SX300 für Hydraulikzylinder



Features

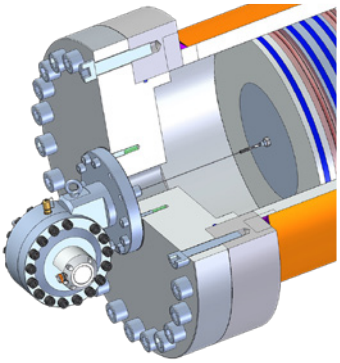
- Anflanschbarer Sensor für große, ölgefüllte Hydraulikzylinder
- Gehäuse aus Vergütungsstahl 42CrMo4, V4A-Messseil
- Betriebsdruck bis 300 bar
- Einfache Montage ohne zentrale Kolbenbohrung
- Abdichtung zum Zylinder mittels Kolbendichtung (alternativ Stangendichtung)
- Messelement (digitaler Encoder) außerhalb des Druckbereichs
- Flexible Auswahl des digitalen Encoders nach Kundenanforderungen (z.B. ATEX)

Einleitung

WayCon Positionsmesstechnik hat mit dem SX300 einen äußerst robusten Seilzugsensor speziell für die Hubmessung von Hydraulik- und Teleskopzylindern entwickelt. Mit einem Messbereich von bis zu 15 Meter eignet sich der SX300 ideal für den Einsatz in „großen Anwendungen“, zum Beispiel die Hubmessung von hydraulischen Wehrtoren oder die Gleichlaufüberwachung von parallelen Zylinderanordnungen.

Technische Daten

SERIE ▶ MERKMAL ▼	SX300
Messbereich max.	15 m
Medium im Zylinder	Hydrauliköl
Linearität max. [1]	±0,05 % (je nach Encoder)
Sensorelement	digitaler Encoder
Betriebsdruck max.	300 bar
Prüfdruck	400 bar
Verfahrgeschwindigkeit	maximal 2 m/s (in Luft) [2]
Arbeitstemperatur max.	-20...+70 °C



[1] bezogen auf den Messbereich
[2] ermittelter Laborwert ohne Hydraulikfluid

Beschreibung

Der SX300 wird über das druckdichte Gehäuse direkt stirnseitig an den Zylinder angeflanscht. Das Messseil aus Edelstahl wird einfach am Kolben befestigt und durch eine Feder im Sensor permanent straff gehalten. Das Sensorelement befindet sich außerhalb des Druckbereichs und liefert mit höchster Genauigkeit und Auflösung Angaben über die Position des Kolbens.

WayCon Positionsmesstechnik GmbH

Stammsitz
Mehlbeerenstr. 4
82024 Taufkirchen
Fon +49 (0)89 67 97 13-0
Fax +49 (0)89 67 97 13-250

Niederlassung
Auf der Pehle 1
50321 Brühl
Fon +49 (0)2232 56 79-44
Fax +49 (0)2232 56 79-45

E-Mail: info@waycon.de
Internet: www.waycon.de

SEILZUGSENSOR

Links zu weiteren Dokumenten dieser Serie:
Bedienungsanleitung
Handbuch für CANopen
Teachelektronik Squeezer
Datenblatt TEDS-Stecker

SX120 SERIE

Key-Features:
- *Messbereiche von 3000 bis 5000 mm*
- *Analogausgang: Potentiometer, Spannung, Strom*
- *Optional teachbare Spannungsausgänge*
- *Digitalausgang Inkremental: RS422 (TTL), Gegentakt*
- *Digitalausgang Absolut: CANopen, SSI, Profibus, EtherCAT, Profinet*
- *Linearität bis zu ±0,02 % des Messbereichs*
- *Schutzklasse bis IP67*
- *Temperaturbereich: -20...+85 °C (optional -40 °C oder +120 °C)*
- *Hohe Dynamik und Störfestigkeit*
- *Kundenspezifische Bauformen*
- *Optional mit TEDS-Stecker*

Inhalt

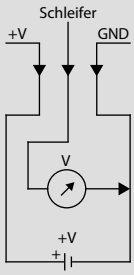
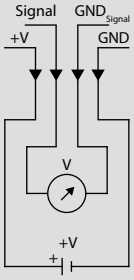
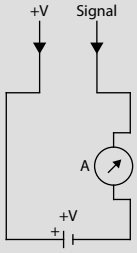
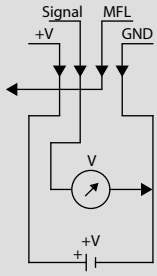
Technische Daten Analog.....2
Technische Daten Inkremental 3
Technische Daten Digital WCAN 4
Technische Daten Digital Absolut.....5
Mechanische Kenndaten 6
Technische Zeichnung 6
Optionen.....8
Zubehör 9
Bestellcode.....10

TECHNISCHE DATEN ANALOGAUSGANG

Messbereich MB [1]	[mm]	3000	4000	5000
Linearität	[%]	±0,1		
Verbesserte Linearität (optional)	[%]	±0,05		
Auflösung		siehe „Elektrische Daten Analogausgang“		
Sensorelement		Hybridleitplastik-Potentiometer		
Anschluss		M12-Steckerausgang oder Kabelausgang (TPE Kabel)		
Schutzklasse		IP65, optional IP67		
Feuchte		max. 90 % relativ, nicht kondensierend		
Arbeitstemperatur		siehe „Elektrische Daten Analogausgang“		
Mechanische Kenndaten		Auszugskraft, maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung siehe „Mechanische Kenndaten“		
Gehäuse		Aluminium, eloxiert, Federgehäuse PA6		
Messseil		Edelstahl V2A Ø 0,5 mm		
Gewicht	[g]	1300 bis 1600, je nach Messbereich		

[1] weitere auf Anfrage

ELEKTRISCHE DATEN ANALOGAUSGANG

Ausgangsart	**Potentiometer**			**Spannung** [1]				**Strom**	**Spannung (teachbar)**	
Bestellcode	1R	5R	10R	4,5V	5V	55V	10V	420A	5VT	10VT
Ausgang	1 kΩ	5 kΩ	10 kΩ	0,5...4,5 V	0...5 V	-5...+5 V	0...10 V	4...20 mA	0...5 V	0...10 V
Versorgung	max. 30 V			8...30 VDC			12...30 VDC	12...30 VDC [2]	8...35 VDC	
Empfohlener Schleiferstrom	<1 µA			-						
Stromaufnahme	-			max. 25 mA (unbelastet)				-		
Leistungsaufnahme	-								max. 200 mW	
Ausgangsstrom	-			max. 10 mA, min. Last 10 kΩ				max. 50 mA im Fehlerfall [3]	max. 10 mA, min. Last 1 kΩ	
Dynamik	-			<3 ms von 0...100 % und 100...0 %				<1 ms von 0...100 % und 100...0 %	1 ms	
Auflösung	theoretisch unendlich, begrenzt durch das Rauschen								1 mV	
Rauschen	abhängig von der Versorgungsspannung			0,5 mV_{eff}				1,6 $µA_{eff}$	2 mV_{eff}	
Verpolschutz	-			ja					-	
Kurzschlussfest	-			ja				-	ja	
Arbeitstemperatur	-20...+85 °C / optional: -40...+85 °C oder -20...+120 °C			-20...+85 °C / optional: -40...+85 °C						
Temperaturkoeffizient	±0,0025 %/K			0,0037 %/K				0,0079 %/K	0,0016 %/K	
EMV	-			gemäß EN 61326-1:2013						
Schaltbild										

[1] Galvanisch getrennt
[2] Bürde: 250 Ω (max. 500 Ω)
[4] Last max. 0,5 kΩ

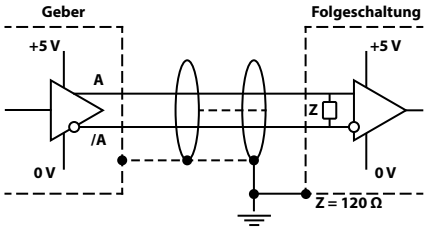
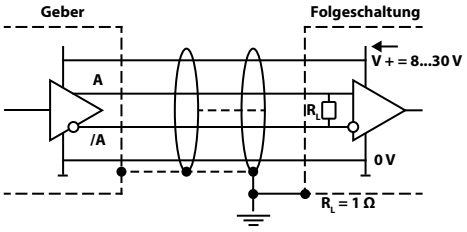
MFL = Multi-Funktionsleitung

TECHNISCHE DATEN DIGITALAUSGANG INKREMENTAL

Messbereich [1]	[mm]	3000	4000	5000
Linearität	[%]	±0,05		
Verbesserte Linearität (optional)	[%]	±0,02 (nur bei Auflösung 6,3 Pulse/mm oder höher)		
Auflösung [1]	[Pulse/mm]	0,3 / 3,1 / 6,3 / 15,7 (durch 4-fach Flankenauswertung kann die Auflösung um den Faktor 4 erhöht werden)		
Z-Puls Abstand	[mm]	317,68		
Sensorelement		Inkremental-Encoder mit optischer Code-Scheibe		
Ausgangssignal		A, B und Z Puls (plus invertierte Pulse /A, /B und /Z)		
Anschluss		M12/M23-Steckerausgang oder radialer Kabelausgang (PVC Kabel)		
Schutzklasse		IP65, optional IP67		
Feuchte		max. 90 % relativ, nicht kondensierend		
Arbeitstemperatur	[°C]	-20...+85		
Mechanische Kenndaten		Auszugskraft, maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung siehe „Mechanische Kenndaten“		
Gehäuse		Aluminium, eloxiert, Federgehäuse PA6		
Messseil		Edelstahl V2A Ø 0,5 mm		
Gewicht	[g]	1300 bis 1600, je nach Messbereich		

[1] weitere auf Anfrage

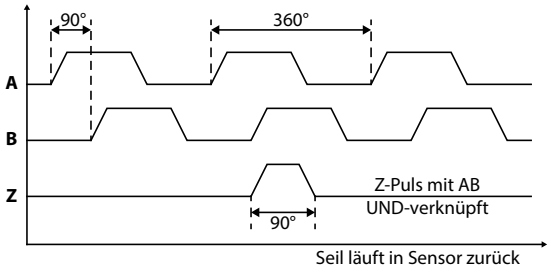
ELEKTRISCHE DATEN DIGITALAUSGANG INKREMENTAL

Ausgangsart		**Leitungstreiber L RS422 (TTL-kompatibel)**	**Gegentakt G Push Pull (HTL)**
Versorgung +V	[VDC]	5 ±5 %	10...30
Stromaufnahme (ohne Last)	[mA]	max. 90 (typisch 40)	max. 100 (typisch 50)
Last / Kanal	[mA]	max. ±20	
Impulsfrequenz	[kHz]	max. 300	
Signalpegel high	[V]	min. 2,5	min. +V -1
Signalpegel low	[V]	max. 0,5	
Elektrische Folgeschaltung			

AUSGANGSSIGNAL DIGITALAUSGANG INKREMENTAL

Ausgangssignal
Die Pulse A und B sind 90° phasenverschoben (Richtungsdetektion). Der Z-Puls wird einmal pro Umdrehung ausgegeben. Der Z-Puls-Abstand beträgt 317,68 mm (= Umfang der Seilscheibe) und kann als Referenzmarke verwendet werden.

(Signaldarstellung ohne invertierte Signale; Zeitachse für Seilrücklauf)



TECHNISCHE DATEN DIGITALAUSGANG ABSOLUT CANOPEN (WCAN)

Messbereich	[mm]	3000	4000	5000
Linearität	[%]	±0,1		
Wiederholgenauigkeit	[%]	±0,1		
Auflösung		0,002 % des Messbereichs		
Sensorelement		Potentiometer		
Anschluss		axialer M12-Steckerausgang oder axialer Kabelausgang (TPE Kabel)		
Schutzklasse		IP65, optional IP67		
Feuchte		max. 90 % relativ, nicht kondensierend		
Arbeitstemperatur	[°C]	-20...+85 / optional: -40...+85		
Mechanische Kenndaten		Auszugskraft, maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung siehe „Mechanische Kenndaten“		
Gehäuse		Aluminium, eloxiert, Federgehäuse PA6		
Messseil		Edelstahl V2A Ø 0,5 mm		
Gewicht	[g]	1300 bis 1600, je nach Messbereich		

ELEKTRISCHE DATEN DIGITALAUSGANG ABSOLUT CANOPEN (WCAN)

Link zum Handbuch		CANopen (WCAN)
CAN-Spezifikation		Full CAN 2.0B (ISO11898)
Kommunikationsprofil		CANopen CiA 301 V 4.2.0
Geräteprofil		Encoder, absolute linear; CiA 406 V 3.2.0
Error Control		Producer Heartbeat, Emergency Message, Node Guarding
Node ID		Default: 7, Einstellbar über SDO und Squeezer (offline Einstellung) [1]
PDO		1 x TPDO, static mapping
PDO Modes		Event-triggered, Time-triggered, Sync-zyklisch, Sync-azyklisch
Übertragungsrate		1 Mbps, 800, 500, 250, 125, 50, 20 kbps, Einstellbar über SDO und Squeezer (offline Einstellung) [1]
Integrierter Bus-Abschlusswiderstand		120 Ω zuschaltbar über SDO und über Squeezer (offline Einstellung) [1]
Bus, galvanische Trennung		Nein
Versorgung	[VDC]	8...30
Stromaufnahme		Typisch 10 mA bei 24 V, typisch 20 mA bei 12 V
Messrate		1 kHz mit 16 Bit Auflösung
Elektrischer Schutz		Verpolschutz
Temperaturkoeffizient	[%/K]	0,0014
EMV		DIN EN61326-1:2013, in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2014/30/EU

[1] Weitere Informationen zur Offline-Einstellung finden Sie im Handbuch für CANopen.

TECHNISCHE DATEN DIGITALAUSGANG ABSOLUT

Typ (Link zum Encoder Datenblatt)		SSI	CANopen (CAN)	Profibus-DP	EtherCAT	Profinet
Link zum Handbuch / zur Datei		-	Handbuch / EDS	Handbuch / GSD	Handbuch / XML	Handbuch / GSDMI
Messbereich	[mm]	3000 / 4000 / 5000				
Linearität	[%]	±0,05				
Auflösung skalierbar (über Software)		Nein	Ja			
Auflösung Standard	[Pulse/mm] [Bit]	12,89 12	25,79 13			
Auflösung max.	[Pulse/mm] [Bit]	- -	206,3 16			
Sensorelement		Multiturn-Absolut-Encoder mit optischer Code-Scheibe				
Anschluss		siehe Bestellcode				
Versorgung	[VDC]	10...30 (mit Verpolschutz der Versorgungsspannung)				
Stromaufnahme (bei 24 VDC, ohne Last)	[mA]	max. 50	max. 100	max. 120		max. 200
Schutzklasse		IP65, optional IP67				
Feuchte		max. 90 % relativ, nicht kondensierend				
Arbeitstemperatur	[°C]	-20...+85				
Mechanische Kenndaten		Auszugskraft, maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung siehe „Mechanische Kenndaten“				
Gehäuse		Aluminium, eloxiert, Federgehäuse PA6				
Messseil		Edelstahl V2A Ø 0,5 mm				
Gewicht	[g]	ca. 1600				

ELEKTRISCHE DATEN DIGITALAUSGANG ABSOLUT

Kennwerte zu der Schnittstelle SSI (8.5863.122X.G222)	
Code	Gray
Ausgangstreiber	RS485 Transceiver-Typ
Zulässige Last/Kanal	max. ±20 mA
Signalpegel	HIGH: typ 3,8 V LOW: bei I_{Last} = 20 mA typ 1,3 V
Auflösung	12 bit
SSI Taktrate	ST-Auflösung: 50 kHz...2 MHz
Monoflop-Zeit	≤ 15 µs
Datenaktualität	≤ 1 µs
Status und Parity bit	auf Anfrage

Kennwerte zu der Schnittstelle EtherCAT (8.5868.12B2.B212)	
Code	Binär
Protokoll	EtherNet / EtherCAT
Modi	Freerun, Distributed Clock
Diagnose LED rot	LED leuchtet bei folgenden Fehlern: Sensorfehler (interner Code, bzw. LED Fehler), zu niedrige Spannung, Übertemperatur
Run LED grün	LED leuchtet bei folgenden Zuständen: Preop-, Safeop und Op-State (EtherCAT-Status-Maschine)
2 x Link LED gelb	LED leuchtet bei folgenden Zuständen (Port IN und Port OUT): Link detected

Kennwerte zu der Schnittstelle Profinet (8.5868.12C2.C212)	
Code	Binär
Protokoll	PROFINET IO
LED Link1/Link2	grün: Link ist aktiv / gelb: Datentransfer
Ezturn Software (im Lieferumfang enthalten)	• Monitoring von zyklischen Daten (z. B. Position, Geschwindigkeit) • Monitoring von azyklischen Daten (z. B. IMO, Drehgeberparameter, Preset) • Setzen von Presetwerten • Firmware Update über den Bus

Kennwerte zu der Schnittstelle CANopen (CAN) (8.5868.122X.2122)	
Code	Binär
Interface	CAN High-Speed gemäß ISO11898, Basic- und Full-CAN, CAN Specification 2.0 B
Protokoll	CANopen Profil DS406 V3.2 mit herstellerspezifischen Ergänzungen, LSS-Service DS305 V2.0
Baudrate	10...1000 kbit/s (konfigurierbar via DIP-Schalter und Software)
Knotenadresse	1...127 (konfigurierbar via Software)
Terminierung abschaltbar	konfigurierbar via DIP-Schalter und Software
Taster SET (Option)	Nullen oder definierter Wert
LED	leuchtet bei folgenden Fällen: Sensorfehler, zu niedrige Spannung, Übertemperatur

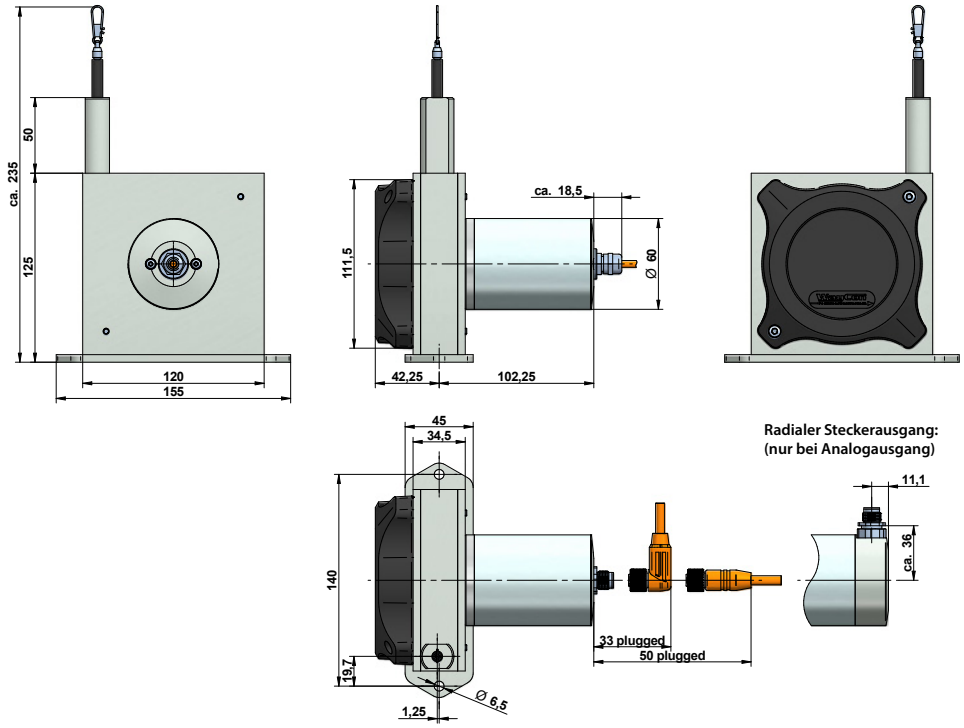
Kennwerte zu der Schnittstelle Profibus DP (8.5868.123X.3112)	
Code	Binär
Interface	Profibus DP 2.0 Standard (DIN 19245 Part 3), RS485 Driver galvanisch getrennt
Protokoll	Profibus Encoder Profile V1.1 Class1 und Class2 mit herstellerspezifischen Ergänzungen
Baudrate	maximal 12 Mbit/s
Geräteadresse	1...127 (mit Drehschalter einstellbar)
Terminierung abschaltbar	mit DIP-Schalter einstellbar
Taster SET (Option)	Nullen oder definierter Wert
LED	leuchtet bei folgenden Fällen: Sensorfehler, Profibus Fehler

MECHANISCHE KENNDATEN

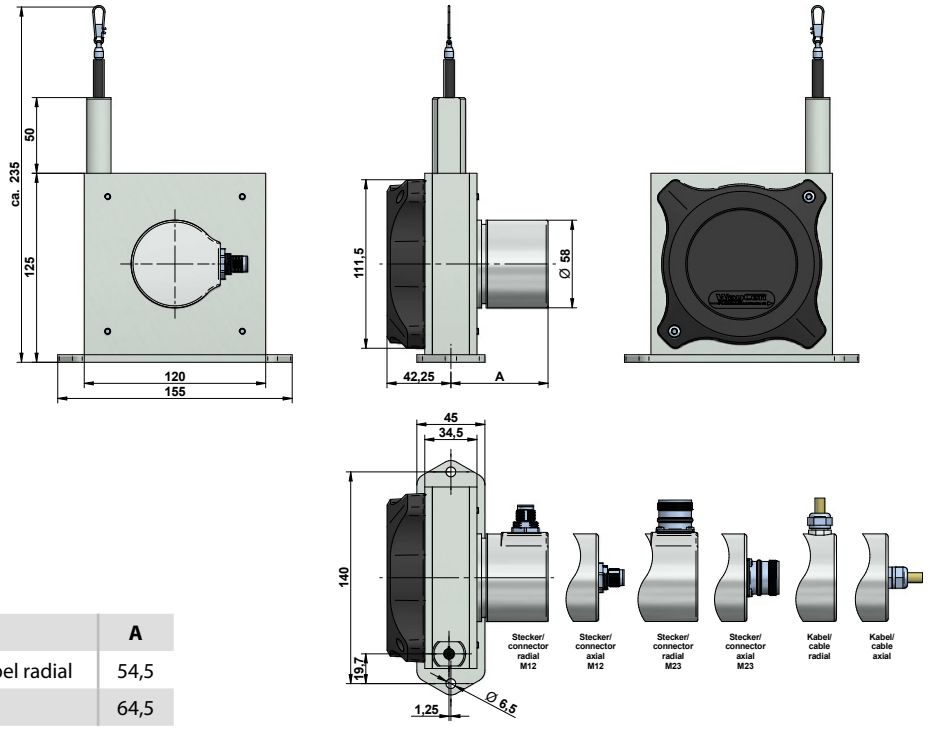
Messbereich [mm]	Auszugskraft F_{min} [N]	Auszugskraft F_{max} [N]	Geschwindigkeit V_{max} [m/s] [1)]	Beschleunigung a_{max} [m/s²] [1)]
3000	8	10	10	140
4000	8	11	10	140
5000	8	11,6	10	140

[1)] mit Option IP67 auf 80 % reduziert

TECHNISCHE ZEICHNUNG ANALOGAUSGANG UND DIGITALAUSGANG WCAN

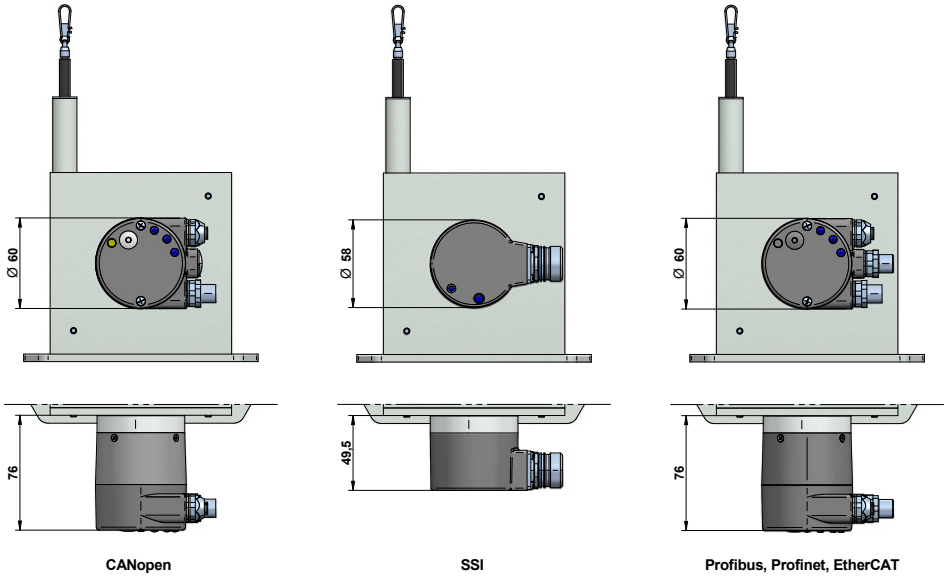


TECHNISCHE ZEICHNUNG DIGITALAUSGANG INKREMENTAL



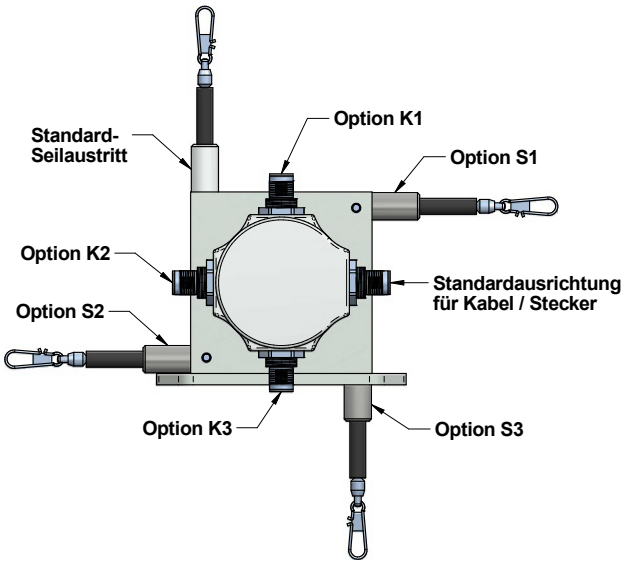
Anschluss	A
Kabel / Stecker axial, Kabel radial	54,5
Stecker radial	64,5

TECHNISCHE ZEICHNUNG DIGITALAUSGANG ABSOLUT

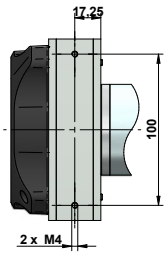


CANopen | SSI | Profibus, Profinet, EtherCAT

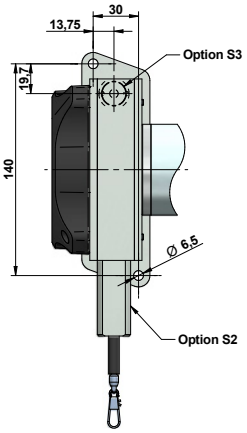
TECHNISCHE ZEICHNUNG OPTIONEN GEÄNDERTER SEILAUSTRITT UND KABELAUSTRITT



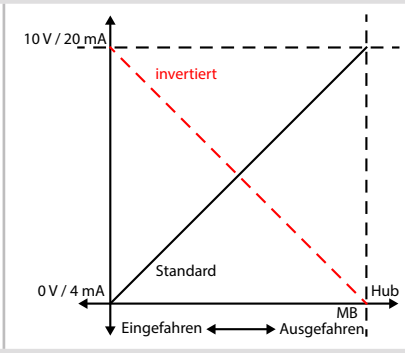
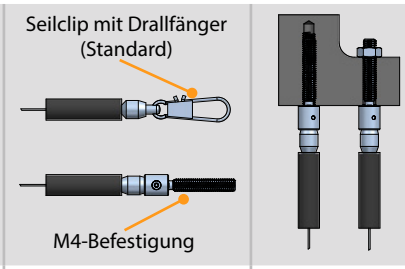
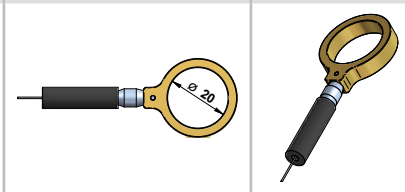
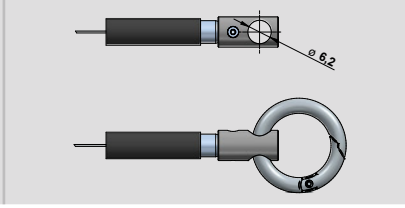
Montage Seilaustritt Standard, Seilaustritt Seite oben (Option S1)
Der Sensor kann mit Hilfe der Befestigungsplatte montiert werden (siehe Zeichnung oben). Durch Abschrauben der Befestigungsplatte stehen alternativ 2 x M4 Gewindebohrungen für die Montage zur Verfügung:



Montage Seilaustritt Seite unten (S2), Seilaustritt Boden (S3)
Bei Seilaustritt S2 und S3 verfügt der Sensor über eine geänderte Befestigungsplatte:



OPTIONEN

Option	Bestellcode	Beschreibung
Geänderte Kabel- bzw. Steckerorientierung (NICHT bei Analogausgang; Zeichnung siehe Seite 7)	K1, K2, K3	Seilturm zeigt nach oben: Standard: Kabel- bzw. Steckerausgang nach rechts K1: Kabel- bzw. Steckerausgang nach oben K2: Kabel- bzw. Steckerausgang nach links K3: Kabel- bzw. Steckerausgang nach unten
Verbesserte Linearität	L02, L05	Verbesserte Linearität 0,02 % (L02) bzw. 0,05 % (L05)
Invertiertes Ausgangssignal (nur für Analogausgang)	IN	Das Analogsignal des Sensors ist mit Seilauszug standardmäßig ansteigend. Die Option IN invertiert das Signal, d. h. das Sensorsignal fällt mit dem Seilauszug. 
Geänderter Seilaustritt (Zeichnung siehe Seite 7)	S1, S2, S3	Standard: Seilaustritt nach oben S1: Seilaustritt Seite oben S2: Seilaustritt Seite unten (geänderte Bodenplatte siehe Seite 7) S3: Seilaustritt Boden (geänderte Bodenplatte siehe Seite 7)
Kunststoff-Messseil	COR	Kunststoff-Messseil aus abriebfestem und veredeltem Coramid. Wir empfehlen COR bei stabilen Temperaturen aufgrund des Ausdehnungskoeffizienten.
Seilbefestigung mit M4-Gewinde	M4	Drehbare (kugelgelagerte) Seilbefestigung mit M4-Gewinde (Länge 22 mm). Ideal zur Befestigung an Durchgangsbohrungen oder M4-Sackgewinden. 
Seilbefestigung mit Ringöse	RI	Das Ende des Messseils ist mit einer Ringöse statt mit einem Seilclip ausgestattet. Innendurchmesser 20 mm 
Seilbefestigung mit Zylinderstift und M6-Durchgangsbohrung	ZH, ZR	ZH: Zylinderstift auf Drallfänger mit M6-Durchgangsbohrung ZR: Zylinderstift auf Drallfänger mit M6-Durchgangsbohrung + Karabinerring 
Schutzklasse IP67	IP67	Nutzen Sie die Option IP67, falls der Sensor in einer feuchten Umgebung eingesetzt wird. Beachten Sie, dass durch die spezielle Abdichtung eine leichte Hysterese im Ausgangssignal auftreten kann. Die maximale Beschleunigung und Verfahrgeschwindigkeit reduziert sich auf ca. 80 % des spezifizierten Wertes.
Korrosionsschutz	CP	Beinhaltet ein V4A Messseil, Edelstahl-Kugellager und Option M4. Die Seilscheibe wird HARTCOAT® beschichtet. Diese Beschichtung ist eine hartanodische Oxidation, die den Sensor mit einer verschleißfesten, keramikähnlichen Schicht vor Korrosion gegenüber aggressiven Medien wie z. B. Salzwasser schützt.
Erhöhter Korrosionsschutz (nur für Analogausgang)	ICP	Verschiedene Gehäuseteile und die Seilscheibe des Sensors werden HARTCOAT® beschichtet. Enthält Optionen CP, IP67 und M4.
Erweiterter Temperaturbereich hoch (nur für Potentiometerausgang)	H120	Geräte mit Potentiometerausgang und Kabelausgang können mit dieser Option von -20...+120 °C betrieben werden.
Erweiterter Temperaturbereich niedrig	T40	Die Verwendung spezieller Komponenten erlaubt eine Betriebstemperatur von -40...+85 °C.
TEDS-Stecker (nur in Verbindung mit Kabelausgang und analogem Ausgangssignal; mehr Informationen zu TEDS siehe hier)	TD, TDP, TDPS	TD: Konfektionierung TDP: Konfektionierung + Programmierung TDPS: Konfektionierung + Programmierung + Speicherung von 35 Messpunkte

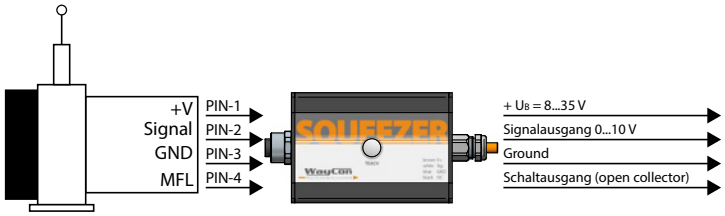
ZUBEHÖR

Teachelektronik - Squeezer

Seilzugsensoren mit den analogen Ausgangsarten 5VT und 10VT werden mit einer teachbaren, internen Elektronik ausgestattet. Die sogenannte VT-Elektronik digitalisiert die Schleiferspannung des Potentiometers. Die digitale Information wird in der Elektronik verarbeitet, zurückgewandelt und als analoges Ausgangssignal 0 bis 5 V oder 0 bis 10 V ausgegeben.

Durch die Digitalisierung ergeben sich 2 Einstellmöglichkeiten, durch die der Sensor mithilfe des Squeezers individuell konfiguriert werden kann:

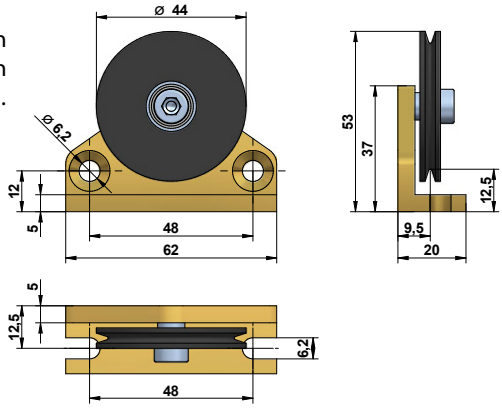
- Teachen des Messbereichs. Nach erfolgreichem Teachen kann der Squeezer vom Sensor abgezogen werden und durch ein Standardkabel/ Stecker ersetzt werden.
- Individuelles Setzen eines Schaltpunktes. Der über den Squeezer individuell gesetzte Schaltpunkt Open Collector, wird über die Multifunktionsleitung MFL ausgegeben.



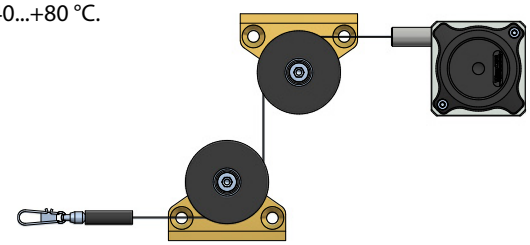
Eine ausführliche Beschreibung der Funktionen finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung des Squeezers.

Umlenkrolle - UR2

Mit Hilfe der Umlenkrolle kann das Seil umgelenkt werden, um z. B. an schwer zugänglichen Stellen messen zu können oder um den Sensor vor Seilschrägzug zu schützen. Es können nach Belieben mehrere Rollen eingesetzt werden. Geeignet für Standard-Seildurchmesser 0,5 mm.



Material Fuß:	Aluminium eloxiert
Material Seilscheibe:	POM-C
Befestigung:	mit 2 Stk. Zylinder- oder Senkkopfschrauben M6, stehende oder liegende Befestigung möglich. Kugellager mit Tieftemperaturbefettung und RS-Dichtscheiben.
Temperaturbereich:	-40...+80 °C.

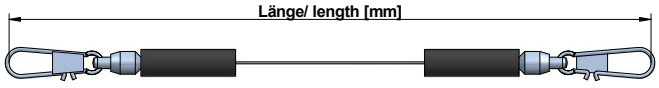


Seilverlängerung – SV, Seildurchmesser 0,5 mm

Zur Überbrückung einer größeren Distanz vom Messobjekt zum Wegaufnehmer kann eine Seilverlängerung eingesetzt werden. Der Seilclip bzw. Drallfänger darf nicht über die Umlenkrolle geführt werden.

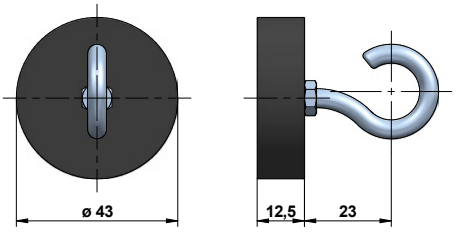
Bitte geben Sie die gewünschte Länge bei Bestellung an. Die minimale Länge beträgt 150 mm.

SV1-XXXX: Seilverlängerung (150...4995 mm)
SV2-XXXX: Seilverlängerung (5000...19.995 mm)
SV3-XXXX: Seilverlängerung (20000...40.000 mm)



Haftmagnet - MGG1

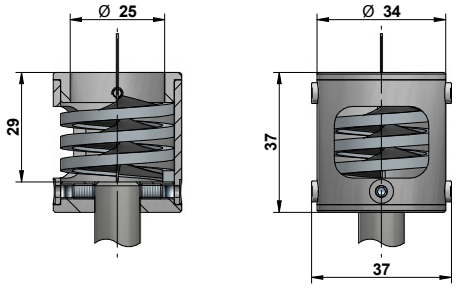
Verwenden Sie den Haftmagneten, um das Seil an metallischen Objekten schnell und ohne Montagezeit befestigen zu können. Eine Gummierung sorgt für schonenden Kontakt (z. B. für lackierte Flächen) und verhindert ein Abrutschen bei Vibration. Der Magnet besteht aus einem Neodymkern für hohe Haftkraft von 260 N. Der Haken erlaubt ein einfaches Einhängen des Seilclips (Drallfänger).



Seilabstreifer - RCS

Nutzen Sie den Seilabstreifer RCS, um das Messseil des Sensors von Verschmutzung zu befreien.

Bitte beachten Sie, dass sich der maximale Messbereich des Sensors um 29 mm verringert und der RCS nicht mit Option RI kompatibel ist.



BESTELLCODE ANALOGAUSGANG

SX120 – □ – □ – □ – □

Messbereich MB [mm]	
3000 / 4000 / 5000	

Ausgangssignal		
Potentiometer	1 kΩ	1R
Potentiometer	5 kΩ	5R
Potentiometer	10 kΩ	10R
Spannung	0,5...4,5 V	4,5V
Spannung	0...5 V	5V
Spannung	-5...+5 V	55V
Spannung	0...10 V	10V
Spannung	0...5 V (teachbar)	5VT
Spannung	0...10 V (teachbar)	10VT
Strom	4...20 mA	420A

Anschluss	
Steckerausgang M12, axial, 4-polig	**SA12**
Steckerausgang M12, radial, 4-polig	SR12
Kabelausgang, axial, 2 m, 4-polig	KA02
Kabelausgang, axial, 5 m, 4-polig	KA05
Kabelausgang, axial, 10 m, 4-polig [1]	KA10

Ausführung	
Standard	-
Sensor mit Optionen	O

[1] größere Längen auf Anfrage
[2] mehr Informationen finden Sie im Datenblatt TEDS-Stecker
Fettdruck: Standardtypen mit verkürzten Lieferzeiten

Option	**Beschreibung (siehe Seite 8)**
L05	Verbesserte Linearität ±0,05 %
IN	Invertiertes Ausgangssignal
S1	Seilaustritt Seite oben
S2	Seilaustritt Seite unten
S3	Seilaustritt Boden
COR	Kunststoff-Messseil aus Coramid
M4	M4-Seilbefestigung
RI	Ringösen-Seilbefestigung
ZH	Zylinderstift Seilbefestigung
ZR	Zylinderstift Seilbefestigung mit Karabinerring
IP67	Schutzklasse IP67
CP	Korrosionsschutz
ICP	Erhöhter Korrosionsschutz
H120	Temperaturbereich -20...+120 °C
T40	Temperaturbereich -40...+85 °C
TD	TEDS-Stecker Konfektionierung [2]
TDP	TEDS-Stecker Konfektionierung + Programmierung [2]
TDPS	TEDS-Stecker Konfektionierung + Programmierung + 35 Messpunkte [2]

Option	**Nicht kombinierbar mit**
L05	T40
COR	H120
M4	CP, ICP
RI	CP, ICP
ZH	CP, ICP
ZR	CP, ICP
IP67	H120, ICP
CP	M4, RI, ZH, ZR, ICP
ICP	M4, RI, ZH, ZR, IP67, CP
H120	4,5V, 5V, 55V, 10V, 5VT, 10VT, 420A, SA12, SR12, COR, IP67, CP, ICP, T40, TD, TDP, TDPS
T40	L05, H120
TD	1R, 5R, 10R, SA12, SR12, H120, TDP, TDPS
TDP	1R, 5R, 10R, SA12, SR12, H120, TD, TDPS
TDPS	1R, 5R, 10R, SA12, SR12, H120, TD, TDP

BESTELLCODE DIGITALAUSGANG INKREMENTAL

SX120 – □ – □ – □ – □ – □

Messbereich MB [mm] 3000 / 4000 / 5000	
Auflösung [Pulse/mm] 0,3 / 3,1 / **6,3** / **15,7**	
Ausgangssignal Leitungstreiber RS422 (TTL) Gegentakt Push-Pull (HTL)	 **L** **G**
Anschluss Steckerausgang M23, radial, 12-polig Steckerausgang M23, axial, 12-polig Steckerausgang M12, radial, 8-polig Steckerausgang M12, axial, 8-polig Kabelausgang, radial, 2 m [1] Kabelausgang, radial, 5 m [1] Kabelausgang, radial, 10 m [1), 2)] Kabelausgang, axial, 2 m [1] Kabelausgang, axial, 5 m [1] Kabelausgang, axial, 10 m [1), 2)]	 SR23 SA23 **SR12** SA12 KR02 KR05 KR10 KA02 KA05 KA10
Ausführung Standard Sensor mit Optionen	 - O

Option	Beschreibung (siehe Seite 8)
K1	Kabel bzw. Stecker oben
K2	Kabel bzw. Stecker links
K3	Kabel bzw. Stecker unten
L02	Verbesserte Linearität ±0,02 %
S1	Seilaustritt Seite oben
S2	Seilaustritt Seite unten
S3	Seilaustritt Boden
COR	Kunststoff-Messseil aus Coramid
M4	M4-Seilbefestigung
RI	Ringösen-Seilbefestigung
ZH	Zylinderstift Seilbefestigung
ZR	Zylinderstift Seilbefestigung mit Karabinerring
IP67	Schutzklasse IP67
CP	Korrosionsschutz

Option	Nicht kombinierbar mit
L02	Auflösung 0,3/3,1
M4	CP
RI	CP
ZH	CP
ZR	CP
CP	M4, RI, ZH, ZR

[1] Leitungstreiber: 10-polig / Gegentakt: 8-polig
[2] Größere Längen auf Anfrage
Fettdruck: Standardtypen mit verkürzten Lieferzeiten

BESTELLCODE DIGITALAUSGANG ABSOLUT CANopen (WCAN)

SX120 – □ – □ – □ – □

Messbereich MB [mm] 3000 / 4000 / 5000	
Ausgangssignal CANopen CANopen [1]	 WCAN WCANP
Anschluss [2] Steckerausgang M12, axial Kabelausgang, axial, 2 m Kabelausgang, axial, 5 m Kabelausgang, axial, 10 m [3]	 SA12 KA02 KA05 KA10
Ausführung Standard Sensor mit Optionen	 - O

Option	Beschreibung (siehe Seite 8)
S1	Seilaustritt Seite oben
S2	Seilaustritt Seite unten
S3	Seilaustritt Boden
COR	Kunstoff-Messseil aus Coramid
M4	M4-Seilbefestigung
RI	Ringösen-Seilbefestigung
ZH	Zylinderstift Seilbefestigung
ZR	Zylinderstift Seilbefestigung mit Karabinerring
IP67	Schutzklasse IP67
CP	Korrosionsschutz
ICP	Erhöhter Korrosionsschutz
T40	Temperaturbereich -40...+85 °C

Option	Nicht kombinierbar mit
M4	CP, ICP
RI	CP, ICP
ZH	CP, ICP
ZR	CP, ICP
IP67	ICP
CP	M4, RI, ZH, ZR, ICP
ICP	M4, RI, ZH, ZR, IP67, CP

[1] offline einstellbar via Squeezer
[2] WCAN: 5-polig / WCANP: 8-polig
[3] Größere Längen auf Anfrage

BESTELLCODE DIGITALAUSGANG ABSOLUT

SX120 – □ – □ – □ – □

Messbereich MB [mm]	
3000 / 4000 / 5000	

Ausgangssignal	
SSI	SSI
CANopen	CAN
Profibus DP	PRO
EtherCAT	CAT
Profinet	NET

Anschluss	
Stecker M12, radial, 8-polig (SSI)	SR12
Stecker M23, radial, 12-polig (SSI)	SR23
Kabelausgang radial, 1 m, PVC (SSI)	KR01
Kabelausgang radial, 5 m, PVC (SSI)	KR05
Kabelverschraubung radial (CAN, PRO) [1]	KVBH
Stecker 2 x M12, radial, 5-polig (CAN) [1]	SR12
Stecker 3 x M12, radial, 5-polig (PRO) [1]	SR12
Stecker 3 x M12, radial, 4-polig (CAT, NET) [1]	SR12

Ausführung	
Standard	-
Sensor mit Optionen	O

[1] abnehmbare Bushaube mit Klemmkasten

Option	**Beschreibung (siehe Seite 8)**
K1	Kabel bzw. Stecker oben
K2	Kabel bzw. Stecker links
K3	Kabel bzw. Stecker unten
S1	Seilaustritt Seite oben
S2	Seilaustritt Seite unten
S3	Seilaustritt Boden
COR	Kunststoff-Messseil aus Coramid
M4	M4-Seilbefestigung
RI	Ringösen-Seilbefestigung
ZH	Zylinderstift Seilbefestigung
ZR	Zylinderstift Seilbefestigung mit Karabinerring
IP67	Schutzklasse IP67
CP	Korrosionsschutz

Option	**Nicht kombinierbar mit**
M4	CP
RI	CP
ZH	CP
ZR	CP
CP	M4, RI, ZH, ZR

PREISE

Messbereich	3000	4000	5000
Preis	422 €	429 €	440 €

Ausgangssignal Analog	1R	5R	10R	4,5V	5V	55V	10V	420A	5VT	10VT
Preis	0 €	52 €		148 €			127 €		188 €	157 €

Ausgangssignal Digital	L	G	WCAN	WCANP	SSI	CAN	PRO	CAT	NET
Preis	155 €		188 €	199 €	496 €	571 €	601 €	736 €	757 €

Anschluss Analog	SA12	SR12	KA02	KA05	KA10
Preis	0 €			22 €	59 €

Anschluss Inkremental	SR23	SA23	SA12	SR12	KR02	KR05	KR10	KA02	KA05	KA10
Preis	28 €		0 €		17 €	38 €	73 €	17 €	38 €	73 €

Anschluss WCAN	SA12	KA02	KA05	KA10
Preis	0 €		22 €	59 €

Anschluss Digital Absolut	SR12	SR23	KR01	KR05	KVBH
Preis	0 €	15 €	0 €	19 €	0 €

Optionen	K1	K2	K3	L02	L05	IN	S1	S2	S3	COR	M4
Preis	7 €			110 €		7 €		18 €		27 €	22 €

Optionen	RI	ZH	ZR	IP67	CP	ICP	H120	T40	TD	TDP	TDPS
Preis	27 €	17 €	22 €	121 €	144 €	305 €	111 €	72 €	89 €	141 €	167 €

ZUBEHÖR ALLGEMEIN

SQUEEZER2M	Teach-Zubehör für VT / WCANP, Kabel 2 m	62 €
SQUEEZER5M	Teach-Zubehör für VT / WCANP, Kabel 5 m	72 €
SQUEEZER10M	Teach-Zubehör für VT / WCANP, Kabel 10 m	82 €
UR2	Umlenkrolle	45 €
MGG1	Haftmagnet	56 €

SV1-XXXX	Seilverlängerung (150 mm bis 4995 mm)	21 €
SV2-XXXX	Seilverlängerung (5000 mm bis 19995 mm)	26 €
SV3-XXXX	Seilverlängerung (20000 mm bis 40000 mm)	36 €
RCS-SX120 [1)]	Seilabstreifer für Seilzugsensor SX120	95 €

[1)] bitte beachten Sie, dass sich der maximale Messbereich bei Verwendung des Seilabstreifers um 29 mm verringert. Der RCS ist nicht kompatibel mit der Option RI.

ZUBEHÖR ANALOGAUSGANG

Kabel mit M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 4-polig, IP67, geschirmt		
K4P2M-S-M12	2 m, Stecker gerade	15 €
K4P5M-S-M12	5 m, Stecker gerade	18 €
K4P10M-S-M12	10 m, Stecker gerade	23 €
K4P2M-SW-M12	2 m, Stecker gewinkelt	15 €
K4P5M-SW-M12	5 m, Stecker gewinkelt	18 €
K4P10M-SW-M12	10 m, Stecker gewinkelt	23 €

M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 4-polig, zur Selbstkonfektion		
D4-G-M12-S	Stecker gerade	20 €
D4-W-M12-S	Stecker gewinkelt	20 €

Verbindungskabel Sensor zu Squeezer (Buchse auf Stecker)		
K4P1,5M-SB-M12	1,5 m, geschirmt, 4-polig	18 €

Digitalanzeige für Analogsensoren, 2 Kanal		
WAY-AX-S	Touchscreen, Versorgung: 18...30 VDC	
WAY-AX-AC	Touchscreen, Versorgung: 115...230 VAC	

Weitere Informationen und Optionen finden Sie im WAY-AX Datenblatt.

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG INKREMENTAL

Kabel mit M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 8-polig, IP67, geschirmt		
K8P2M-S-M12	2 m, Stecker gerade	25 €
K8P5M-S-M12	5 m, Stecker gerade	34 €
K8P10M-S-M12	10 m, Stecker gerade	41 €
K8P2M-SW-M12	2 m, Stecker gewinkelt	25 €
K8P5M-SW-M12	5 m, Stecker gewinkelt	34 €
K8P10M-SW-M12	10 m, Stecker gewinkelt	41 €

Kabel mit M23-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 12-polig, IP67		
K12P2M-S-M23	2 m, Stecker gerade, geschirmt	52 €
K12P5M-S-M23	5 m, Stecker gerade, geschirmt	60 €
K12P10M-S-M23	10 m, Stecker gerade, geschirmt	70 €

M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 8-polig, zur Selbstkonfektion		
D8-G-M12-S	Stecker gerade	24 €
D8-W-M12-S	Stecker gewinkelt	24 €

M23-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 12-polig, zur Selbstkonfektion		
CON012-S	Stecker gerade, Metallgehäuse	20 €

Digitalanzeige für Sensoren mit HTL-Signal, 2 Kanal		
WAY-DX-S	Touchscreen, Versorgung: 18...30 VDC	
WAY-DX-AC	Touchscreen, Versorgung: 115...230 VAC	

Weitere Informationen und Optionen finden Sie im WAY-DX Datenblatt.

Digitalanzeige für Sensoren mit HTL- oder TTL-Signal, 2 Kanal		
WAY-DXM-S	Touchscreen, Versorgung: 18...30 VDC	
WAY-DXM-AC	Touchscreen, Versorgung: 115...230 VAC	

Weitere Informationen und Optionen finden Sie im WAY-DXM Datenblatt.

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG ABSOLUT CANopen (WCAN)

Kabel mit M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 5-polig, IP67, geschirmt		
K5P2M-S-M12	2 m, Stecker gerade	19 €
K5P2M-SW-M12	2 m, Stecker gewinkelt	19 €

Kabel mit M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 8-polig, IP67, geschirmt		
K8P2M-S-M12	2 m, Stecker gerade	25 €
K8P2M-SW-M12	2 m, Stecker gewinkelt	25 €

Verbindungskabel Sensor zu Squeezer (Buchse auf Stecker)		
K48P03M-SB-M12	0,3 m, geschirmt, 8-polig auf 4-polig	38 €

Adapterkabel für WCANP an CAN-Bus (Buchse auf Stecker)		
K58P03M-SB-M12	0,3 m, geschirmt, 8-polig auf 5-polig	43 €

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG ABSOLUT SSI

Kabel mit M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 8-polig, IP67, geschirmt		
K8P2M-S-M12	2 m, Stecker gerade	25 €
K8P5M-S-M12	5 m, Stecker gerade	34 €
K8P10M-S-M12	10 m, Stecker gerade	41 €
K8P15M-S-M12	15 m, Stecker gerade	50 €

Kabel mit M23-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 12-polig, IP67		
K12P2M-S-M23	2 m, Stecker gerade, geschirmt	52 €
K12P5M-S-M23	5 m, Stecker gerade, geschirmt	60 €
K12P10M-S-M23	10 m, Stecker gerade, geschirmt	70 €
K12P15M-S-M23	15 m, Stecker gerade, geschirmt	89 €

M12-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 8-polig, zur Selbstkonfektion		
D8-G-M12-S	Stecker gerade	24 €
D8-W-M12-S	Stecker gewinkelt	24 €

M23-Gegenstecker (Buchseneinsatz), 12-polig, zur Selbstkonfektion		
CON012-S	Stecker gerade, Metallgehäuse	20 €

Digitalanzeige für SSI-Sensoren, 2 Kanal	
WAY-SX-S	Touchscreen, Versorgung: 18...30 VDC
WAY-SX-AC	Touchscreen, Versorgung: 115...230 VAC

Weitere Informationen und Optionen finden Sie im WAY-SX Datenblatt.

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG ABSOLUT CANopen (CAN)

Kabel mit M12-Gegenstecker, 5-polig, IP67, geschirmt		
K5P2M-B-M12-CAN	2 m, Buchse auf offenes Ende	20 €
K5P2M-SB-M12-CAN	2 m, Stecker auf Buchse	25 €
K5P2M-S-M12-CAN	2 m, Stecker auf offenes Ende	20 €

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG ABSOLUT PROFIBUS

Kabel mit M12-Gegenstecker, 5-polig, IP67, geschirmt		
K5P2M-B-M12-PROF	2 m, Buchse auf offenes Ende	23 €
K5P2M-SB-M12-PROF	2 m, Stecker auf Buchse	39 €
K5P2M-S-M12-PROF	2 m, Stecker auf offenes Ende	23 €

Sonstiges		
M12-PROF-AW	Abschlusswiderstand	15 €

ZUBEHÖR DIGITALAUSGANG ABSOLUT EtherCAT UND PROFINET

Kabel mit M12-Gegenstecker (Stifteinsatz), 4-polig, IP67, geschirmt		
K4P2M-S-M12-CAT	2 m, Stecker gerade	24 €
K4P5M-S-M12-CAT	5 m, Stecker gerade	33 €
K4P10M-S-M12-CAT	10 m, Stecker gerade	46 €

Kabel mit M12-Gegenstecker (Stifteinsatz), 4-polig, IP67, geschirmt		
K4P2M-SS-M12-CAT	2 m, Stecker auf Stecker	38 €
K4P5M-SS-M12-CAT	5 m, Stecker auf Stecker	46 €
K4P10M-SS-M12-CAT	10 m, Stecker auf Stecker	60 €

Bitte beachten Sie, dass für die Sensorversorgung zusätzlich ein Kabel entsprechend zu den Kabeln aus der Liste „Zubehör Analogausgang“ benötigt wird.

Diese Daten können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.

WayCon Positionsmesstechnik GmbH
E-Mail: info@waycon.de
Internet: www.waycon.de

Stammsitz München
Mehlbeerenstr. 4
82024 Taufkirchen
Tel. +49 (0)89 67 97 13-0
Fax +49 (0)89 67 97 13-250

Niederlassung Köln
Auf der Pehle 1
50321 Brühl
Tel. +49 (0)2232 56 79 44
Fax +49 (0)2232 56 79 45

Stallkamp

Zentralgerührte Fermenter

Continuous Stirred Tank Reactors

Zentralgerührte Fermenter für Produktionsabfälle
Continuous stirred tank reactors for production residues

Schnelle Montage | Langlebig | Für fast alle Anforderungen
Quick assembly | Durable | For almost all requirements

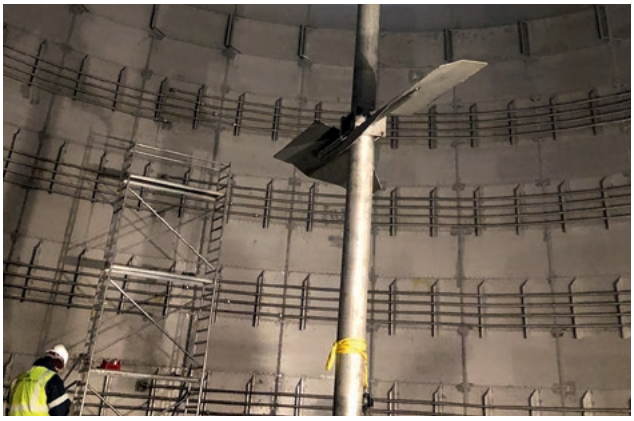
www.stallkamp.de

MADE IN GERMANY

Vollausgestattet | Fully-equipped

- Zentralrührwerk
- Heizung und Isolierung
- Wanddurchführungen
- Arbeitsbühnen und Mannlöcher

- Central stirring system
- Heating and insulation
- Wall bushings
- Working platforms and man holes



Montage Zentralrührwerk
Assembly of central stirring system

Edelstahl oder nichts. | Stainless steel or nothing

- Extrem feste Behälterwände durch speziellen hochfesten Edelstahl und extra steife Randprofile
- Behälter mit gasdichtem Edelstahldach und Edelstahlboden wahlweise in V2A, V4A oder hochwertiger

- Extremely sturdy tank walls due to special high-strength stainless steel and extra firm edge profiles
- Tank with gas-tight Stainless steel roof and stainless steel floor, optionally in 1.4301, 1.4571 or higher quality

Montage des Edelstahldaches
Assembly of stainless steel roof

Schnelle und sichere Montage | Fast and secure assembly

- Einfache Montage dank Segmentbauweise
- Neu entwickelte Hubstützen für das sichere Anheben des Behälters

- Simple assembly due to segment like design
- Newly developed lifting supports for safe lifting of the tank

Anheben des Behälters mit Hubstützen
Lifting of the tanks with lifting supports

Montage durch Unterstockung
Assembly by adding depth

Drei zentralgerührte Fermenter im Bau
Three continuous stirred tank reactors during construction

Referenzen | Credentials

- **Dänische Biogasanlage** mit drei zentralgerührten Fermentern
- Höhe: 19,9 m, Durchmesser: 23,8 m
- **Danish biogas plant** with three continuous stirred tank reactors
- Height: 19.9 m, diameter: 23.8 m

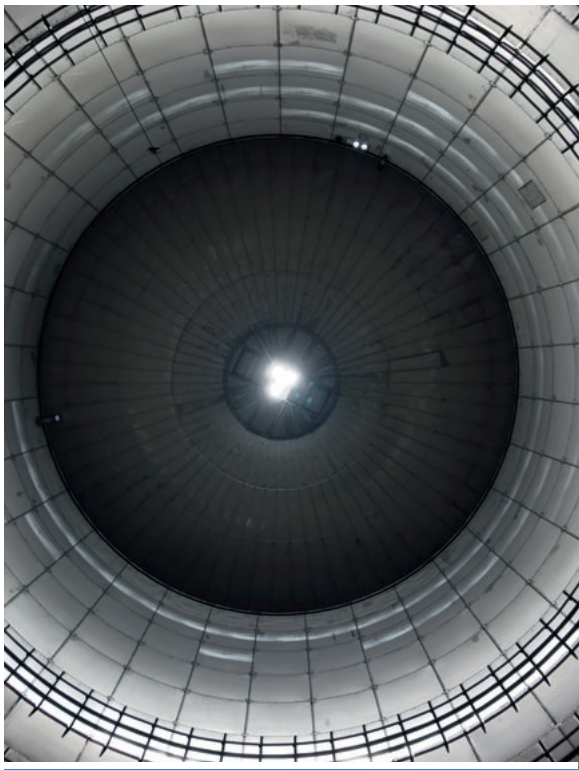
Zwei zentralgerührte Fermenter mit Zentralrührwerk
Two continuous stirred tank reactors with central stirring system

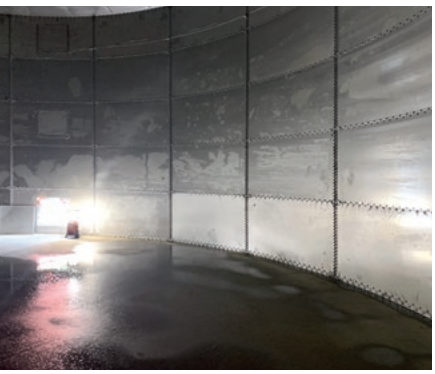
Zentralgerührte Fermenter nach Fertigstellung
Continuous stirred tanks upon completion

Zwei zentralgerührte Fermenter vor Isolierung und Verkleidung
Two continuous stirred tanks before insulation and cladding

- **Industrielle Biogasanlage** mit zwei zentralgerührten Fermentern
- Höhe: 18,2 m, Durchmesser: 15,4 m
- **Industrial biogas plant** with two continuous stirred tank reactors
- Height: 18,2 m, diameter: 15,4 m

Stallkamp



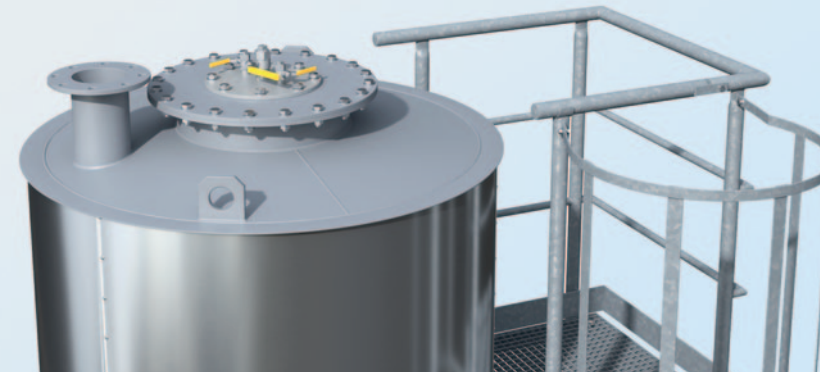


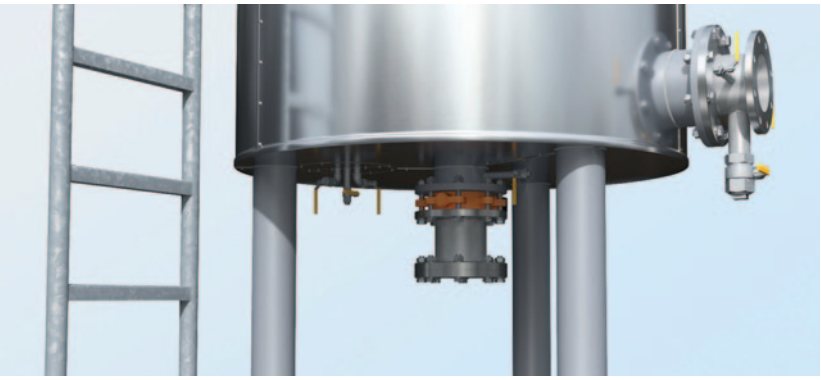
Alle Angaben in diesem Prospekt erfolgten nach bestem Wissen und beruhen auf sorgfältiger Prüfung; eine Haftung ist ausgeschlossen. All specifications in this brochure are given to the best of our knowledge and are based on careful examination; liability is excluded.

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4 · Industriegebiet West
49413 Dinklage · Germany
T. +49 4443 96 66-0 · F. +49 4443 96 66-60
info@stallkamp.de · www.stallkamp.de

| pumpen
| lagern
| rühren
| separieren

10-2022





Aktivkohleadsorber zur Abreinigung von H_2S aus Biogas

SILOXA Gasreinigungsanlagen vom Typ FAKA sind höchst wirkungsvolle Systeme, die in unterschiedlichen Ausführungen als 1-Kammer, 2-Kammer oder als TWIN-Aktivkohleadsorber erhältlich sind.

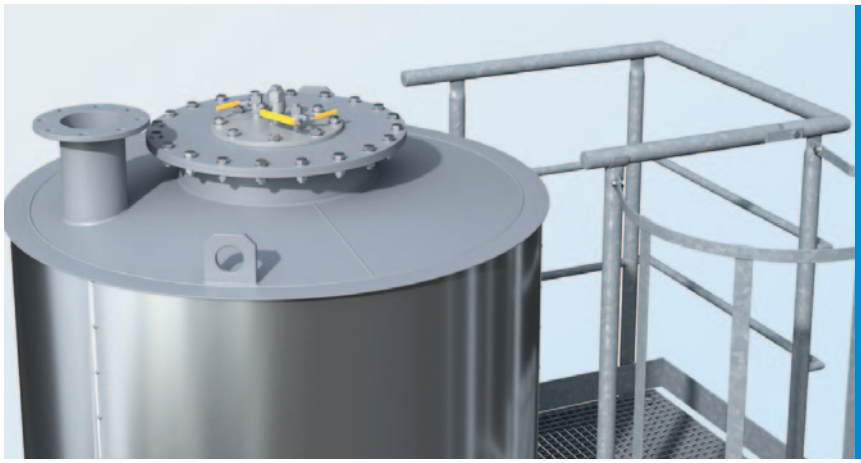
Mit einem Aktivkohleadsorber vom Typ FAKA wird die wesentliche Voraussetzung zur Einhaltung von Grenzwerten der Motorenhersteller für Brenngas geschaffen. Darüber hinaus kann er zur Einhaltung der Formaldehydgrenzwerte gemäß TA Luft eingesetzt werden. Je nach Modell sind die Adsorberbehälter aus Stahl mit einer elektrostatisch ableitfähigen Beschichtung innen oder in Edelstahl (1.4301) ausgeführt.

Die Reinigung des erwärmten Gases erfolgt durch Adsorption mittels Aktivkohle die sich mit Schwefelwasserstoff belädt. Ist die Aufnahmekapazität der Aktivkohle erreicht, kann die beladene Kohle über den konusförmigen Behälterboden ganz bequem in BigBags abgelassen und über das Kopfteil des Behälters eine neue Befüllung mit frischer ACO|dotiert[s] Aktivkohle (BigBags) vorgenommen werden. Eine Plattform mit fester Leiter oder eine Arbeitsbühne mit fester Leiter (DIN EN ISO 14122) ermöglicht es, die Arbeiten gemäß der geltenden Bestimmung zur Arbeitssicherheit sicher und komfortabel auszuführen (FAKA 1500 ohne Plattform).

Der exakte Zeitpunkt zum Austausch der verbrauchten Aktivkohle lässt sich an den Messpunkten am Behälterboden des FAKA mit einem H_2S Gasanalysegerät ganz einfach ermitteln. Über diese Probenentnahmestellen ist es jederzeit möglich den Beladungszustand in unterschiedlichen Höhen des Aktivkohlefilters zu messen und sich somit rechtzeitig auf einen notwendigen Aktivkohlewechsel einzustellen.

Beim FAKA mit 2 Kammern (K2) ist es durch die Trennung möglich, nur die jeweils belastete Kohle aus der unteren Kammer zu wechseln und diese anschließend mit frischer Aktivkohle aus der oberen wieder aufzufüllen. Dies gewährleistet eine maximale Ausnutzung der Aktivkohle in der unteren Filterkammer und verlängert die Standzeit der Aktivkohle um ca. 15%. Je nach Bedarf oder Einsatz ist der FAKA 2-Kammer-Adsorber in drei unterschiedlichen Größen erhältlich.

In den FAKA-Aktivkohleadsorbern wird serienmäßig ausschließlich Hochleistungs-Aktivkohle ACO|dotiert[s] eingesetzt, die eine um 50 % höhere Beladungskapazität im Vergleich zu imprägnierten Standardaktivkohlen aufweist. Dadurch werden die laufenden Kosten einer Anlage spürbar reduziert.



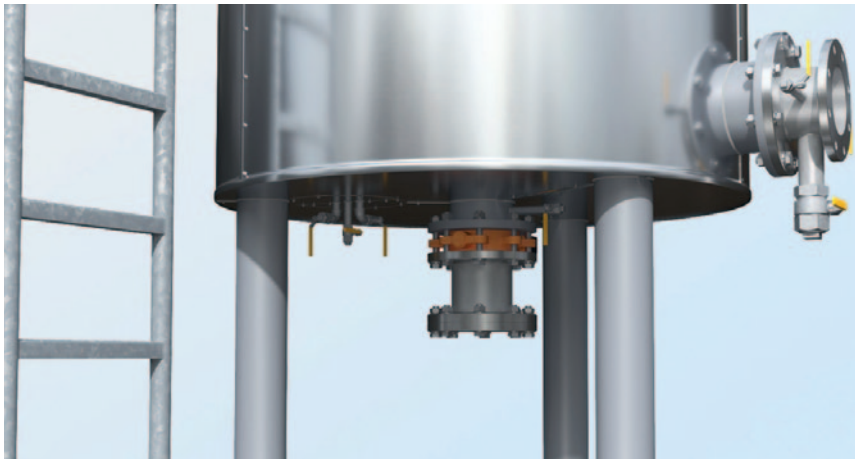
Aktivkohle optimal nutzen mit dem komfortablen 2-Kammer-System.

Baugrößen/Nutzinhalt

Typenbezeichnung	Nutzinhalt	Durchmesser	Höhe
FAKA 2000 K2 Stahl	2 x 1.000 l	1.270 mm	5.034 mm
FAKA 3000 K1 Stahl	3.000 l	1.270 mm	5.034 mm
FAKA 6000 K2 Stahl	2 x 3.000 l	1.900 mm	6.999 mm
FAKA 7000 K1 Stahl	7.000 l	1.900 mm	6.999 mm
FAKA 1500 K1E	1.500 l	1.220 mm	2.514 mm
FAKA 3000 K2E	2 x 1.500 l	1.270 mm	9.980 mm*
FAKA 6000 K2E	2 x 3.000 l	1.900 mm	9.980 mm*
FAKA 7000 K1E	7.000 l	1.900 mm	9.980 mm*
FAKA 3000 K2E TWIN	2 x 1.500 l + 2 x 1.500 l	1.270 mm	9.980 mm*
FAKA 6000 K2E TWIN	2 x 3.000 l + 2 x 3.000 l	1.900 mm	9.980 mm*
FAKA 7000 K1E TWIN	2 x 7.000 l + 2 x 7.000 l	1.900 mm	9.980 mm*

* Höhenangabe mit Kran

Technische Änderungen vorbehalten. Stand 11/2015.



Schwefelwasserstoff-Beladung ganz einfach über die drei Mess-punkte prüfen.

Technische Beschreibung

Merkmale

– die Filteranlage gewährleistet den langlebigen Einsatz von Oxidations-Katalysator
– deutliche Verlängerung der Wartungsintervalle des BHKW
– Vermeidung von Ablagerungen im Brennraum
– hohe Verfügbarkeit der Gasverwertung, Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand
– Nachrüstungsmöglichkeit von weiteren Optionen
– einfacher Aktivkohlewechsel mit Big Bags

Verbrauchskosten

– der Aktivkohleverbrauch ist bestimmt durch die H_2S-Fracht und die Gasmenge.
– der Adsorber ist optimiert für den einfachen und schnellen Aktivkohlewechsel, um die Lohnkosten und die Ausfallzeiten so gering wie möglich zu halten.
– große Adsorbervolumen reduzieren die spezifischen Wechselkosten, denn je größer die Aktivkohlemenge, die gewechselt wird, umso niedriger die spezifischen Kosten des Transports, der Lohnkosten und der Ausfallzeiten.
– Umschlag der Aktivkohle in Big Bags bedeutet geringe Transportkosten

Service

– die SILOXA bietet von der Lieferung der Aktivkohle bis hin zum Vollservice alle Leistungen zum Betrieb einer Gasreinigung mit Aktivkohleadsorbern an, und dies europaweit.

Basisausstattung FAKA Stahl

– Ausführung Stahl mit elektrostatisch ableitfähiger Beschichtung
– 2 Gasanschlüsse (Gaseintritt und -austritt) DN 150 PN10, FAKA 6000K1 und FAKA 7000K1 DN 200 PN 10
– Revisionsöffnung DN 500
– Anschlussstutzen mit Kugelhähnen zur Inertisierung und Gasprobenentnahme
– Absperrklappe für Aktivkohleentleerung DN 150
– Leiter mit Rückenschutz und Podest bzw. Arbeitsplattform mit Geländer
– Wärmeschutzisolierung Mineralwolle 50 mm und Aluminium-Blechmantel

Basisausstattung FAKA Edelstahl

– Ausführung Edelstahl (1.4301)
– 2 Gasanschlüsse (Gaseintritt und -austritt) DN 150 PN10 (FAKA 1500 K1E) sonst DN 200 PN10
– Revisionsöffnung DN 500
– Anschlussstutzen mit Kugelhähnen zur Inertisierung und Gasprobenentnahme
– Absperrklappe für Aktivkohleentleerung DN 150
– Leiter mit Rückenschutz und Podest bzw. Arbeitsplattform mit Geländer (außer FAKA 1500 K1)

Technische Änderungen vorbehalten. Stand 11/2015.

Leichte Befüllung des Aktivkohle-adsorbers über die komfortable Arbeitsplattform.

– Wärmeschutzisolierung Mineralwolle 50 mm und Aluminium-Blechmantel
– Krananlage mit Haspelfahrwerk und Elektrokettenzug (650 kg Tragkraft)
– Traggerüst Stahlbau verzinkt

Basisausstattung FAKA TWIN

– Ausführung Edelstahl 1.4301
– unterbrechungsfreier Betrieb möglich
– Gasanschlüsse (Gaseintritt und -austritt) DN 200 PN 10 abhängig vom Volumenstrom
– Revisionsöffnung DN 500
– Anschlussstutzen mit Kugelhähnen zur Inertisierung und Gasprobenentnahme
– Absperrklappe für Aktivkohleentleerung DN 150
– Wärmeschutzisolierung Mineralwolle 50 mm und Aluminium-Blechmantel
– Leiter mit Rückenschutz und Podest bzw. Arbeitsplattform mit Geländer
– Krananlage mit Haspelfahrwerk und Elektrokettenzug (650 kg Tragkraft)
– Traggerüst Stahlbau verzinkt

Mögliche Optionen

Deflagrationssicherung

– 2 Stück Flammendurchschlagssicherungen
– EG-Baumusterprüfbescheinigung gemäß Richtlinie 94/9/EG nach ATEX 95 und EN 12874
– ausgestattet mit einem Widerstandsthermometer PT100

Gaserwärmung

– Rohrbündelwärmetauscher in geflanschter Ausführung zur Erwärmung des Biogases, Material gasberührende Teile 1.4571
– Druckfestigkeit gasseitig 0,5 bar (Ü)
– Druckfestigkeit mantelseitig 6 bar (Ü)
– Gasanschluss abhängig vom Volumenstrom
– Heizungsanschluss 1"
– Heizwasservorlauftemperatur 700 kg/h, 70-90°C, bauseits bereitgestellt
– Einbindung in die Gasleitung bauseitig

Technische Änderungen vorbehalten. Stand 11/2015.

H_2S-Online-Analyse	– Gassensor 0-100 ppm – Kondensatabscheider – Auswerteeinheit mit 4 potenzialfreien Kontakten und Analogausgang, beleuchtetes 4-zeiliges Display, 2 Alarmschwellen, 2 Alarm-, Hupen- u. Störungsrelais – Spannungsversorgung und Kommunikation sind bauseits anzubinden und ggf. auszuwerten – Innen- und Außenaufstellung möglich
Luftdosiereinrichtung (notwendig, wenn weniger als 0,5 Vol.-% O_2 im Gas)	– Membranpumpe – Volumenstromanzeiger mit Regulierventil – Ansteuerung erfolgt bauseitig – Sicherheitstechnischer Prüfbericht des TÜV's
Montage/ Inbetriebnahme	– Montage des Aktivkohleadsorbers auf bauseitig erstelltem Fundament – Durchführen der Inbetriebnahme und Einweisung
Aufstieg Maschinentreppe	– auf Anfrage
Sicherheits-Temperaturwächter	– auf Anfrage
Sicherheits-Überdruckventil	– auf Anfrage (Ausführung abhängig vom bauseitigen Druckerzeuger)

Betriebshinweise

Bei der Verwendung von Aktivkohleadsorbern zum Abreinigen von Schwefelwasserstoff beachten Sie bitte folgenden Hinweis: Zur Abreinigung von Schwefelwasserstoff ist ein Sauerstoffgehalt im Biogas von mindestens 0,5 bis 3 Vol. % erforderlich. Der erforderliche Mindestanteil von Sauerstoff ist abhängig von der Schwefelwasserstofffracht und kann in Abstimmung mit der Siloxa Engineering AG festgelegt werden. Die Funktion der Adsorber ist vom Betreiber zu überwachen. Die Siloxa Engineering AG haftet nicht für Schäden, die durch mangelhaftes Überwachen der Adsorberfunktion entstehen.

Technische Änderungen vorbehalten. Stand 11/2015.

Technische Daten

Auslegungsparameter	FAKA 2000K2	FAKA 3000K1	FAKA 6000K2	FAKA 7000K1
Material	Stahl mit innen ableitender elektrostatischer Beschichtung			
Medium	Biogas			
Wechselsystem Aktivkohle	Big Bag			
Anzahl Kammern	2	1	2	1
Durchmesser des Filters	1.270 mm	1.270 mm	1.900 mm	1.900 mm
Aktivkohle im Arbeitsfilter	1.000 L	3.000 L	3.000 L	7.000 L
Aktivkohle im Polizeifilter	1.000 L	–	3.000 L	–
Nennvolumenstrom	500 Nm^3/h	750 Nm^3/h	1.400 Nm^3/h	1.700 Nm^3/h
Max. Volumenstrom	600 Nm^3/h	900 Nm^3/h	1.700 Nm^3/h	2.000 Nm^3/h
Betriebstemperatur	4° C bis 60° C			
Zulässiger Betriebsdruck	> -40 / < 500 mbar	> -40 / < 500 mbar	> -40 / < 500 mbar	> -40 / < 500 mbar
Max. Betriebsdruck *1	max. 160 mbar			
Max. Betriebstemperatur	60° C			
Druckverlust bei max. Vol.	< 10 mbar	< 23 mbar	< 18 mbar	< 23 mbar
Druckverlust bei max. Vol. *1	< 15 mbar	< 33 mbar	< 42 mbar	< 53 mbar
Typ der Aktivkohle	ACO|dotiert[s]			

Gaszusammensetzung

Methan CH_4	ca. 60 Vol.-%
Kohlenstoffdioxid CO_2	ca. 40 Vol.-%
Sauerstoff O_2	> 0,5 & < 3 Vol.%
Relative Gasfeuchte	50 - 60%
Kohlenwasserstoffe > C_5	< 100 mg/m^3
Siloxane	0 mg/m^3
Max. Schwefelwasserstoff H_2S	1.000 ppm

Physik. Eigenschaften

Gasdichte	ca. 1,2 kg/Nm^3
Spezifische Wärmekapazität C_p	ca. 1,6 kJ/Nm^3 K

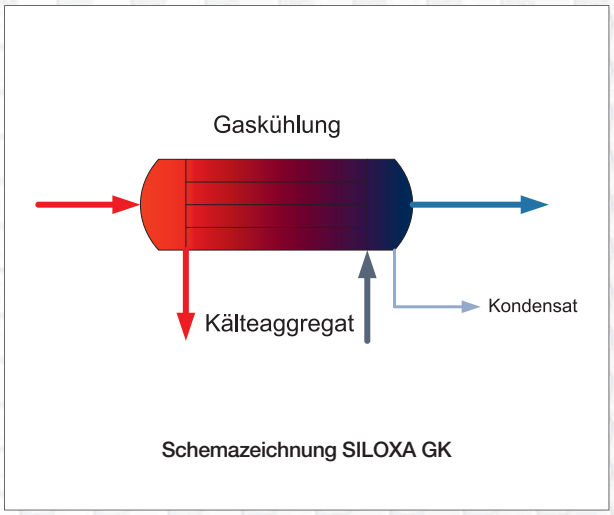
Aufstellungsbedingungen

Aufstellungsort	Außen			
Zulässige Temperatur	- 15° bis + 35° C			
Eintritt / Austritt	DN 150/150 PN10	DN 150/150 PN10	DN 150/200 PN10	DN 150/200 PN10
Eintrittshöhe	2.200 mm	2.200 mm	2.200 mm	2.200 mm
Abmessung in mm (LxBxH)	2.063 x 2.338 x 5.430	2.240 x 2.150 x 5.034	2.040 x 3.077 x 7.072	2.040 x 3.077 x 7.072
Leergewicht in kg	1.525 kg	1.475 kg	1.900 kg	1.850 kg
Betriebsgewicht in kg	2.880 kg	3.600 kg	7.030kg	7.720 kg
Typ der Isolierung	50 mm Mineralwolle / Aluminiumblech			
Ausführung: Plattform/Leiter	Nach DIN EN ISO 14122			

*1: bei Option Deflagrationssicherung

Technische Änderungen vorbehalten. Stand 11/2015.

SILOXA Gastrocknungssystem auf Rahmengestell, Typ GK, vorbereitet zur Außenaufstellung



Schemazeichnung SILOXA GK

Produktbeschreibung

Bei der SILOXA Gastrocknung handelt es sich um eine Funktionseinheit zur Trocknung des einströmenden Gases. Dies wird durch die Kühlung des Gases mit Hilfe eines Rohrbündelwärmetauschers erreicht. Die für die Kühlung notwendigen Komponenten wie der Gaskühler, die Kondensatabscheidung, der Kaltsolekreis und der notwendige Kaltwassersatz sind fest auf einem Rahmengestell aus Stahl installiert.

Baugrößen/Systemkomponenten

– insgesamt 12 Leistungsklassen von 180 bis 2.100 Nm^3/h Gasvolumenstrom
– montiert sind die Komponenten auf einem Gestell aus Stahl

Konstruktionsmerkmale (in der Basisversion)

– Rahmengestell
– Gaskühler
– Kaltwassersatz
– Kaltsolekreislauf
– Kondensatabscheidung
– Kälteschutzisolierung
– Werksmontage
– technische Dokumentation

Wahloptionen

– Aufstellungsvariante innen
– autarke Heizwasser-Versorgung für Erwärmung
– Gaserwärmung
– Montage und Inbetriebnahme
– Rohrleitung mit Klappe (handbetätigt) bis 10 cm über GOK
– TÜV Abnahme Rohrleitung
– Vorschweißflansche statt Losflansch

Sicherheitsmerkmale

– Alle Bauteile, die mit Gas in Berührung kommen, sind elektrostatisch ableitfähig
– Die Anlage entspricht den ATEX Anforderungen für den Betrieb mit Biogas und der TRBS 2153 (Technische Regeln für Betriebssicherheit – Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung)

Bedeutung für die Gasmotorenanlage

– Keine Kondensation von Wasser in sensiblen Teilen des Gasmotors
– Verbesserung der Verfügbarkeit des BHKW durch trockenes Gas
– Optimiert den Wirkungsgrad vom BHKW

Verbrauchskosten

– Die Anlagen sind auf einen optimierten Wirkungsgrad ausgelegt. Damit werden die Betriebskosten der Anlage auf ein Minimum reduziert.

Service

– Die SILOXA bietet neben der Montage auch die komplette regelmäßige Wartung und die Ersatzteilversorgung für die GK an, weitere Infos siehe Servicedatenblatt.

Stand: 03/2012, Technische Änderungen vorbehalten.

SILOXA
Rausholen, was drin ist.

Siloxa Engineering AG
Katernberger Straße 107 | D-45327 Essen
Tel. +49 (02 01) 2 89 51-0 | Fax +49 (02 01) 2 89 51-29
E-Mail: vertrieb@siloxa.com | Web: www.siloxa.com

SILOXA Gastrocknungssystem auf Rahmengestell, Typ GK, vorbereitet zur Außenaufstellung

Merkmale

– kompakte Bauform auf Rahmengestell, modularer Aufbau
– hohe Verfügbarkeit, Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand
– Nachrüstungsmöglichkeit von weiteren Modulen/ Optionen
– definierte Schnittstellen zu Fermentern und Gasnutzung

Rahmengestell

– aus Vierkantrohren, verzinkt
– Abmessungen nach statischen Erfordernissen

Gaskühler

– Rohrbündelwärmetauscher
– max. zul. Betriebsdruck: rohrseitig ca. 0,5 bar, mantelseitig ca. 6 bar, Druckverlust gasseitig ca. 15 mbar

Kaltwassersatz

– mit luftgekühltem Verflüssiger für Außenaufstellung und Ganzjahresbetrieb
– industriell gefertigtes Seriengerät in Kompaktbauweise

Kaltsolekreislauf

– Rohrleitung Werkst. Stahl inkl. Flansche, Schrauben und Dichtungen
– erforderliche Hand- und Sicherheitsarmaturen sowie örtlich anzeigende Thermometer und Manometer

Kondensatabscheidung

– Formstück Werkst. 1.4571 zum Anflanschen an Gaskühler DN 150-400
– Demister (Feintropfenabscheider) Werkst. 1.4571
– Kondensatablauf über Flüssigkeitssperre
– Überwachung der Flüssigkeitssperre über Stabsonde mit 2 Schaltkontakten

Kälteschutzisolierung

– dampfdiffusionsdichte Isolierung für Gastrocknung, Kondensatabscheider, Kondensatablauf und Kaltsolekreislauf
– Ummantelung mit Aluminiumblech

Werksmontage

– alle Komponenten betriebsbereit verrohrt und verkabelt
– Schnittstellen nach außen geführt

Technische Dokumentation

– Bedienungsanleitung, Aufstellungs-/Ausführungszeichnung
– R&I Fließbild, Stromlaufplan, Aggregateliste
– Ersatzteillisten und Einzeldokumentationen der installierten Komponenten
– Abnahme-/Prüfzeugnisse und Bescheinigungen

Mögliche Wahloptionen

Aufstellungsvariante innen

– Rahmengestell aus Vierkantrohren, verzinkt
– Abmessungen nach statischen Erfordernissen
– kälte- und kühlmittelführende Anlagenteile ohne Aluminiumblechmantel

Autarke Heizwasser-Versorgung für Erwärmung

– Warmwasserversorgung für Gaserwärmung, wenn kein externes Heizwasser aus BHKW verfügbar ist

Gaserwärmung

– Rohrbündelwärmetauscher
– Heizwasser bauseitig/optional autark

▶

SILOXA
Rausholen, was drin ist.

Siloxa Engineering AG
Katernberger Straße 107 | D-45327 Essen
Tel. +49 (02 01) 2 89 51-0 | Fax +49 (02 01) 2 89 51-29
E-Mail: vertrieb@siloxa.com | Web: www.siloxa.com

SILOXA Gastrocknungssystem auf Rahmengestell, Typ GK, vorbereitet zur Außenaufstellung

Montage und Inbetriebnahme

– Montage der Versorgungseinheit und auf bauseits erstelltem Fundament
– Durchführung der Inbetriebnahme

Rohrleitung mit Klappe (handbetätigt) bis 10cm über GOK

– DN 100-400

TÜV Abnahme Rohrleitung

– Überprüfung der im Lieferumfang produzierten Rohrleitung durch einen Sachverständigen des TÜV-Nord
– in Anlehnung an RL 97/23/EG durch den TÜV-Nord

Vorschweißflansche statt Losflansch

– erforderlich bei TÜV-Abnahme gemäß VP 265

Technische Spezifikationen:

Technische Daten	GK 180	GK 260	GK 320
Gasmedium	Biogas	Biogas	Biogas
Gasvolumenstrom	180 Nm³/h	260 Nm³/h	320 Nm³/h
Gaseintrittstemperatur	max. 40 °C	max. 40 °C	max. 40 °C
Gasaustrittstemperatur	3 °C bis 4 °C	3 °C bis 4 °C	3 °C bis 4 °C
Sättigungstemperatur	max. 40 °C	max. 40 °C	max. 40 °C
Gasdruck am Gaseintritt	max. 10 mbar/ü	max. 10 mbar/ü	max. 10 mbar/ü
Menge Kondensat	ca. 10 l/h	ca. 14 l/h	ca. 17 l/h
Technische Daten Kältegerät			
Stromversorgung	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz
Kältemittelverdichter	1 Scrollverdichter	1 Scrollverdichter	1 Scrollverdichter
Anzahl Kältekreisläufe	1	1	1
Verflüssiger	1 luftgekühlter	1 luftgekühlter	2 luftgekühlte
Nennkälteleistung*1	14,5 kW	18,7 kW	22,5 kW
Nennleistungsaufnahme*1	6,5 kW	10,1 kW	10,5 kW
Mittl. elektr. Leistungsaufnahme bei Auslegungsparameter und 15 °C Außentemperatur*2	2,7 kW	3,8 kW	4,3 kW
Nennstrom	13,0 A	19,0 A	19,4 A
Anlaufstrom	73,0 A	76,0 A	101,0 A
Gaszusammensetzung			
Methan CH_4	ca. 60 Vol.-%	ca. 60 Vol.-%	ca. 60 Vol.-%
Kohlenstoffdioxid CO_2	ca. 40 Vol.-%	ca. 40 Vol.-%	ca. 40 Vol.-%
Kohlenwasserstoffe > C_5	< 100 mg/m³	< 100 mg/m³	< 100 mg/m³
Physikalische Eigenschaften			
Gasdichte	ca. 1,2 kg/Nm³	ca. 1,2 kg/Nm³	ca. 1,2 kg/Nm³
Spezifische Wärmekapazität C_P	ca. 1,6 kJ/Nm³ K	ca. 1,6 kJ/Nm³ K	ca. 1,6 kJ/Nm³ K
Aufstellungsbedingung			
Aufstellungsort	außen	außen	außen
Zulässige Temperatur	-15° bis +35 °C	-15° bis +35 °C	-15° bis +35 °C
Gefahrenbereich	Außerhalb von Ex-Zonen	Außerhalb von Ex-Zonen	Außerhalb von Ex-Zonen
Elektrischer Anschluss	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz
Anschlussleistung	8,5 kW	12,1 kW	12,5 kW

*1 Nennbetrieb gemäß Eurovent: Kühlwasser 12 °C auf 7 °C bei 35 °C Außentemperatur. Die Jahresmitteltemperatur in unseren Breiten beträgt 11 °C
*2 Dieser Wert ist für die Berechnung des Energiebedarfs der Gaskühlung anzuwenden.

Siloxa Engineering AG
Katernberger Straße 107 | D-45327 Essen
Tel. +49 (02 01) 2 89 51-0 | Fax +49 (02 01) 2 89 51-29
E-Mail: vertrieb@siloxa.com | Web: www.siloxa.com

SILOXA Gastrocknungssystem auf Rahmengestell, Typ GK, vorbereitet zur Außenaufstellung

Technische Spezifikationen:

Technische Daten	GK 420	GK 500	GK 600
Gasmedium	Biogas	Biogas	Biogas
Gasvolumenstrom	420 Nm^3/h	500 Nm^3/h	600 Nm^3/h
Gaseintrittstemperatur	max. 40 °C	max. 40 °C	max. 40 °C
Gasaustrittstemperatur	3 °C bis 4 °C	3 °C bis 4 °C	3 °C bis 4 °C
Sättigungstemperatur	max. 40 °C	max. 40 °C	max. 40 °C
Gasdruck am Gaseintritt	max. 10 mbar/ü	max. 10 mbar/ü	max. 10 mbar/ü
Menge Kondensat	ca. 23 l/h	ca. 27 l/h	ca. 32 l/h
Technische Daten Kältegerät			
Stromversorgung	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+PE / 50 Hz
Kältemittelverdichter	1 Scrollverdichter	1 Scrollverdichter	1 Scrollverdichter
Anzahl Kältekreisläufe	1	1	1
Verflüssiger	2 luftgekühlte	2 luftgekühlte	2 luftgekühlte
Nennkälteleistung*1	29,7 kW	38,7 kW	44,2 kW
Nennleistungsaufnahme*1	13,3 kW	17,8 kW	19,7 kW
Mittl. elektr. Leistungsaufnahme bei Auslegungsparameter und 15 °C Außentemperatur*2	5,3 kW	6,7 kW	7,9 kW
Nennstrom	24,2 A	32,7 A	38,1 A
Anlaufstrom	132,0 A	161,0 A	163,0 A
Gaszusammensetzung			
Methan CH_4	ca. 60 Vol.-%	ca. 60 Vol.-%	ca. 60 Vol.-%
Kohlenstoffdioxid CO_2	ca. 40 Vol.-%	ca. 40 Vol.-%	ca. 40 Vol.-%
Kohlenwasserstoffe > C_5	< 100 mg/m^3	< 100 mg/m^3	< 100 mg/m^3
Physikalische Eigenschaften			
Gasdichte	ca. 1,2 kg/Nm^3	ca. 1,2 kg/Nm^3	ca. 1,2 kg/Nm^3
Spezifische Wärmekapazität C_P	ca. 1,6 $kJ/Nm^3 K$	ca. 1,6 $kJ/Nm^3 K$	ca. 1,6 $kJ/Nm^3 K$
Aufstellungsbedingung			
Aufstellungsort	außen	außen	außen
Zulässige Temperatur	-15° bis +35 °C	-15° bis +35 °C	-15° bis +35 °C
Gefahrenbereich	Außerhalb von Ex-Zonen	Außerhalb von Ex-Zonen	Außerhalb von Ex-Zonen
Elektrischer Anschluss	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz	400 V / 3Ph+N+PE / 50 Hz
Anschlussleistung	15,3 kW	19,8 kW	21,7 kW

*1 Nennbetrieb gemäß Eurovent: Kühlwasser 12 °C auf 7 °C bei 35 °C Außentemperatur. Die Jahresmitteltemperatur in unseren Breiten beträgt 11 °C

*2 Dieser Wert ist für die Berechnung des Energiebedarfs der Gaskühlung anzuwenden.

Siloxa Engineering AG
Katernberger Straße 107 | D-45327 Essen
Tel. +49 (02 01) 2 89 51-0 | Fax +49 (02 01) 2 89 51-29
E-Mail: vertrieb@siloxa.com | Web: www.siloxa.com

Gastechnik Himmel GmbH

SCHWACHGASBEHANDLUNG RTO

Schwachgasbehandlungs-Anlagen werden für Gasgemische mit einem Heizwert ab ca. 1 kW thermisch bis 3,5 kW thermisch eingesetzt.

Sie dienen der sicheren oxidativen Entsorgung nicht mehr brennbarer Gase.

Einsatzbereiche

✓ Deponien am Ende der Nutzungsdauer (ersetzen die Gasfackel)

✓ Offgasverwertung in Gasaufbereitungsanlagen

✓ Gasverwertung in industriellen Produktionsprozessen

Ausführung

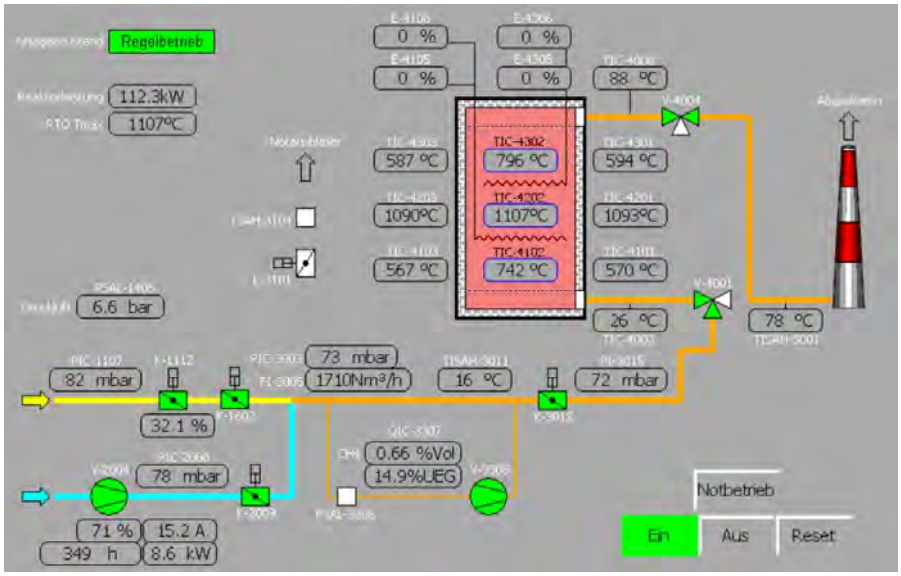
Bei der Gastechnik Himmel **RTO Typ Heos** wird das Offgas mit Frischluft verdünnt und über ein Reaktorbett geleitet. Beim Temperaturen von über 1000 °C werden organische Verbindungen flammlos oxidiert. Der Aufheizbetrieb erfolgt elektrisch, daher ist kein zusätzliches Brennersystem bzw. keine Stützfeuerung notwendig und ist daher NOx-arm.

Das zu behandelnde Offgas muss vom kalorischen Heizwert mindestens 10 kWth beinhalten um einen autothermen Betrieb zu gewährleisten.

RTO

Die Temperatur im Reaktor verschiebt sich in Strömungsrichtung, daher wird temperaturabhängig die Strömungsrichtung in einer Umschaltbox geändert. Der Reaktor wirkt somit als rekuperativer Wärmetauscher.

Das heiße Abgas kühlt am Austritt des Reaktors wieder ab und wird über den Abgaskamin abgeleitet.



Type	TH Leistung kWth	El. Heizung kW	Gewicht t
Heos 50	10 - 50	15	~5
Heos 100	20 - 100	20	~6
Heos 150	30 - 150	20	~8
Heos 250	50 - 250	30	~10

Pos Stk.

1 1 Gastechnik Himmel RTO Typ Heos 50 für 10 - 50kWth

In der Gastechnik Himmel RTO Typ Heos 50 wird das Offgas mit Frischluft verdünnt und über ein Reaktorbett geleitet. Bei Temperaturen von über 1.000 °C werden organische Verbindungen flammenlos oxidiert. Der Aufheizbetrieb erfolgt elektrisch, daher ist kein zusätzliches Brennersystem bzw. keine Stützfeuerung notwendig und ist daher NOx-arm.

Abbildung 1: Heos 100 auf Grundrahmen

Die Temperatur im Reaktor verschiebt sich in Strömungsrichtung, daher wird temperaturabhängig die Strömungsrichtung in einer Umschaltbox geändert. Der Reaktor wirkt somit als rekuperativer Wärmetauscher.

Das heiße Abgas kühlt am Austritt des Reaktors wieder ab und wird über den Abgaskamin ins Frei geführt.

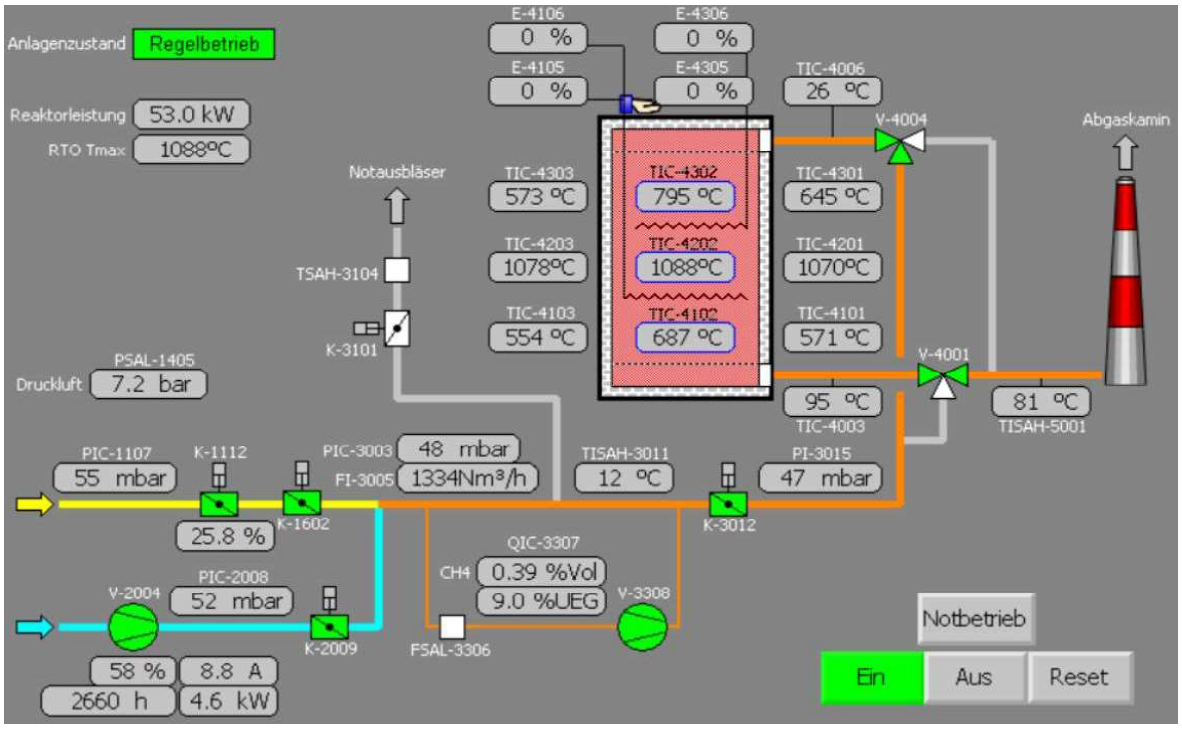


Abbildung 2: Animation Heos 100

Mechanischer Aufbau:

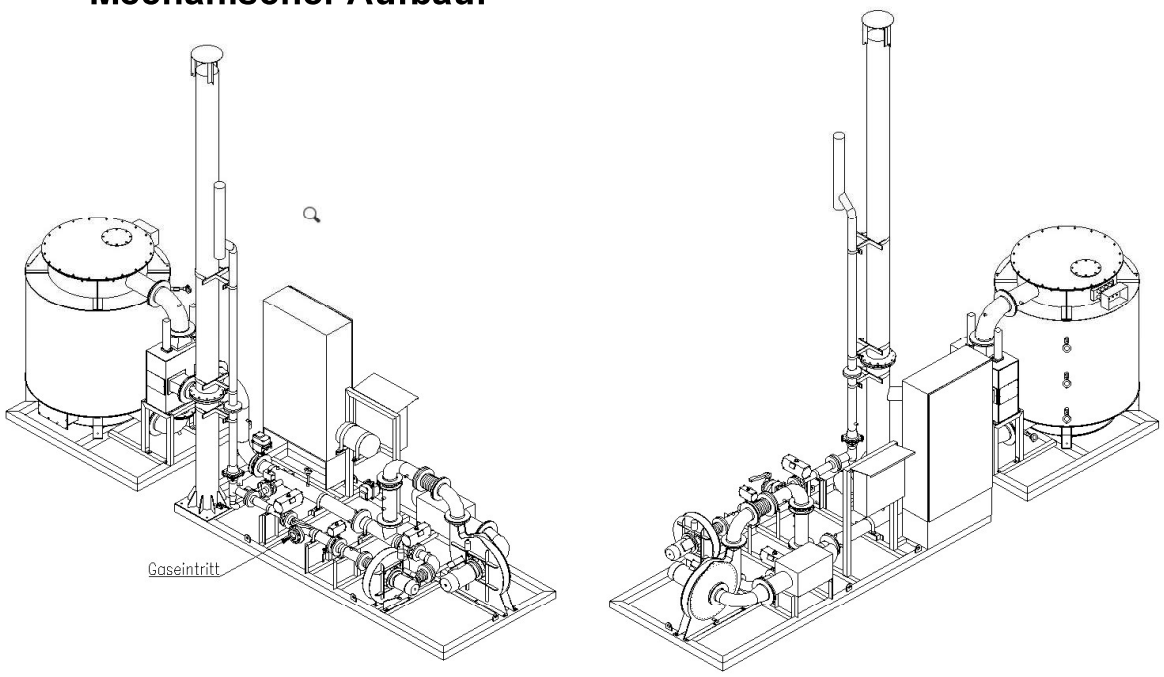


Abbildung 3: Übersicht Heos 100

Auslegungsdaten Heos 50

Durchsatz Reaktor:	100 - 900 Nm³/h (Offgas – Luft Gemisch)
Offgas:	350 Nm³/h mit ca. 1 Vol% CH4, 98 Vol% CO2
Thermische Leistung:*:	10 – 50 kW
Regelbereich:	**1 : 5**
Temperatur und Verweilzeit:	> 1000°C, > 0,3 Sekunden
Vordruck Offgas:	20mbar (max. 50mbar)
Methangehalt Offgas:	0,5 – 1,5 Vol. %
Organ. C Gehalt:	ca. 0,5 Vol. %
Kaltstart:	ca. 24h mit E-Heizung (Ca. 15kW)
Luftgebläse:	2,2 kW
Offgasgebläse:	2,2 kW
Abmessungen (LxBxH):	6,5m x 2m x 2,5m (Kamin ca.10m)
Gewicht:	ca. 6000kg
Schalldruckpegel:	ca. 67dB(A) gemessen in 3m
Halogene inkl. F:	keine
Dioxine:	keine
ΣS (Schwefelverbindungen)	3ppm H2S /Nm³
NH_3:	≤ 0,5 mg / Nm³

NH_3 führt in Verbindung mit S-und Halogenverbindungen zu Ablagerungen im Keramikbett.

* Bei Kleinlast kann sich kurzzeitig die E-Heizung zuschalten

Nicht zulässig:

Si–Verbindungen
NH3 in Verbindung mit Halogenen
P-Verbindungen
Schwermetalle und andere als die genannten Schadstoffe
Chemische Verbindungen, die zu festen Ablagerungen (Oxiden) führen

Limitierte Schadstoffe im Abgas bei Einhaltung der Designwerte im Prozessgas:

Corg.	< 20mg/ Nm³ RTO laut TA-Luft 5.2.5 für therm. Nachverbrennung
CO	< 100 mg / Nm³
NOx	< 100 mg / Nm³

Mechanischer Aufbau:

Komplett lt. Gasschema verrohrt in Edelstahl (1.4571), montiert und verdrahtet. Anschlüsse Gaszufuhr DN100 PN10 und Zuluft in DN100 betriebsfertig auf zwei Edelstahl Grundrahmen montiert.

Aufbau Gaszufuhr (50 **–** 350m³/h**):**

1 Gaseintritt ca. 5-20 mbar, DN100/PN10
1 Handabsperrklappe Gaseintritt DN100/PN10
1 Flammensperre
1 Druckluft Klappe DN100
1 Gasverdichter aus Edelstahl GVD 500-100-2,2kW
2 Kompensator DN 100
1 Rückschlagklappe DN100, Edelstahl
2 Temperaturschalter Gaseintritt
2 Druckaufnehmer Gaseintritt
1 Regelklappe DN65, pneumatisch oder elektrisch mit 4-20mA
(0) Option Bypass Klappe DN100 zum Ausbläser (Pos. 2)
(0) Option Regelklappe für kleine Gasmengen, (Pos. 3)

Aufbau Zuluft (20 **-** 400m³/h**):**

1 Filterbox mit Taschenfilter
1 Zuluftgebläse aus Edelstahl Typ GVD500-100-2,2kW
1 Kompensator DN 100
1 Rückschlagklappe DN100, Edelstahl
1 Druckaufnehmer Zuluft
1 Druckluftklappe DN100

Aufbau Mischgas DN125:

1 Gas.- Luftmischer aus Edelstahl, DN150
1 Druckaufnehmer Mischgas
1 Volumenstrommessung
1 Notausbläser mit Klappe und Temperatur überwachter Flammensperre
1 Temperatur und Druckaufnehmer vor Reaktor
1 Druckluftklappe DN150
1 Umschaltbox mit pneumatischen Tellerventilen

Aufbau Reaktor:

1 Isolierter Hochtemperatur Reaktor Ø1600 aus Edelstahl
1 Keramik Füllkörper
4 Elektrische Heizwendel, 5kW
2 Temperatur Überwachung Gaseintritt
6 Temperatur Überwachung Reaktorbett
1 Temperatur Überwachung Kamin
1 Abgaskamin aus Edelstahl, DN200, Höhe ca. 10m

Aufbau Mischgasanalyse:

1 Feinfilter
1 Nadelventil zur Einstellung des Volumenstroms
1 Volumenstrommessung mit min. Abschaltung
1 Gasmesskopf CH4, Fabrikat MSA
1 Messgaspumpe, Fabrikat MSA
1 Edelstahlgehäuse mit Schrankheizung und Belüftung

Aufbau Druckluft (Druckluftversorgung bauseits)**:**

2 Druckregler und Filter
1 Min. Druckwächter
1 Druckluft Pufferbehälter 20Liter

1 Steuerung – wahlweise and der RTO oder zur externen Montage

Beinhaltet die komplette Steuerung und Überwachung für die vorstehend beschriebene RTO Anlage mit allen erforderlichen Regel- und Steuergeräten, insbesondere:

- Steuerschrank mit Vorsicherungen und FI am Grundrahmen oder extern montiert
- 2x Frequenzumrichter 2,2kW zur Druckregelung
- SPS mit Touchscreen zur Anzeige und Steuerung der Anlage
- Kontinuierliche Messung und Datenaufzeichnung
- Frostschutzheizung Schaltschrank
- Alarm Ampel mit optischen Signal
- Verkabelung – 5 Leitersystem (N und Pe getrennt)
- Notaus-Taster mit Beleuchtung und Schutzkappe
  -) 1x Schaltschrank
- Reaktorheizung mit Regelung
- Darstellung der aktuellen Betriebsdaten
- Datenaustisch über Modbus TCP (Slave/Server)

<u>Strombedarf Gesamtanlage (RTO)</u>

- Nennspannung: 3x400VAC 50Hz (TNS-Netz)
- Nennleistung: 18kW – im Aufheizbetrieb
- Leistungsaufnahme: ca. 3-8kW – im Regelbetrieb
- Nennstrom: 50 A (mit Aufheizbetrieb)
- Vorsicherung: 80A träge

1 Dokumentation der Anlage in Deutsch

- CE Konformitätsbescheinigung
- Betriebsanleitung der Anlage und aller Bauteile
- Bauteilliste und Wartungsplan
- Hazop Studie (Tüv Süd)
- 1 fach auf CD oder USB Stick

4.1 Art und Ausmaß aller luftverunreinigenden Emissionen einschließlich Gerüchen, die voraussichtlich von der Anlage ausgehen werden

Die Emissions- und Immissionssituation der Biogasanlage ist grundsätzlich von verschiedenen Faktoren abhängig. So definiert sich das Emissionsverhalten unter anderem über die Art und Menge der Inputstoffe, die Art der Anlagenausstattung und die Verfahrensabläufe.

Da durch die geplante Änderung und Erweiterung der Biogasanlage sowohl zusätzliche Inputstoffe aber auch neue Anlagenteile und neue Betriebszustände hinzukommen, ist eine erneute Betrachtung aller relevanten emissionsverursachenden Vorgänge, die durch die bestehende Anlage und die geplante Änderung und Erweiterung zu erwarten sind, und eine Bewertung der geänderten Emissions- und Immissionssituation erforderlich.

Die geplanten Inputstoffe und Inputmengen sowie die anfallenden Gärrestmengen sind im Formular 3.5 dieses Antrags enthalten. Die Anlagenausstattung ist den Formularen 3.3 und 3.4 des Antrags zu entnehmen. Als relevante emissionsverursachende Verfahrensabläufe sind folgende Vorgänge zu benennen:

· Lagerung der festen Inputstoffe
· Einbringung der festen Inputstoffe
· Anmischung der Inputstoffe
· Ableitung der Raumluft des Technikgebäudes
· Entnahme von flüssigen Gärresten
· Separation von Gärresten
· Lagerung von separierten festen Gärresten
· Verwertung von Biogas im BHKW (Abgas BHKW 1 und BHKW 2)
· Verwertung von Biogas in der Gasaufbereitungsanlage (Emissionen RTO-Anlage)
· diffuse Emissionen durch Umschlagvorgänge, Transport- und Umschlagprozesse (sogenannte Platzemissionen)

Zur Beurteilung des Ausmaßes der Geruchsemissionen, die durch die vorhandene Biogasanlage und die geplante Erweiterung zu erwarten sind, wurde durch das Sachverständigenbüro Normec uppenkamp GmbH ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt, das nachfolgend als Anlage beigefügt ist.

Alle im Gutachten berücksichtigten Betriebszustände, emissionsverursachenden Vorgänge und Quellen sind in den nachfolgend beigefügten Formularen 4.2 und 4.3 angegeben.

Anlagen:

- 4.1.1 Immissionsschutz-Gutachten.pdf
- 4.1.1b Imissionsschutzgutachten - Schornsteinhöhenberechnung RTO.pdf
- 4.1.1c Stellungnahme - BHKW-Betriebszeiten.pdf

Immissionsschutz-Gutachten

Geruchsimmissionsprognose für die geplante Änderung und Erweiterung der BGA Timphaus

Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. I04046623 vom 14. Dez. 2023 vollständig.

Auftraggeber	TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne	
Immissionsprognose Geruch	Nr. I04046623-1 vom 22. Mär. 2024	
Projektleiter	M.Sc. Kilian Adams	
Umfang	Textteil Anhang	45 Seiten 44 Seiten
Ausfertigung	PDF-Dokument	

Eine auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Zustimmung der Normec uppenkamp GmbH.

Inhalt Textteil

Zusammenfassung **6**

1 Grundlagen **7**

2 Veranlassung und Aufgabenstellung **10**

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen **12**
3.1 TA Luft 2021 12
3.2 Anhang 7 TA Luft 2021 12
3.2.1 Begriffsbestimmungen 12
3.2.2 Immissionswerte 13
3.2.3 Gewichtungsfaktoren 15
3.2.4 Beurteilung im Einzelfall 17
3.2.5 Irrelevanzkriterium 18

4 Beschreibung der Anlagen und des Anlagenumfeldes **19**
4.1 Beschreibung der Anlage 19
4.2 Lageplan der Anlage 20
4.3 Beschreibung des Anlagenumfeldes und schutzbedürftiger Nutzungen 21
4.4 Vorbelastungsbetriebe 23

5 Beschreibung der Emissionsansätze **24**
5.1 Ermittlung der Geruchsemissionen 24
5.1.1 Allgemein 24
5.1.2 Input- und Outputmengen 26
5.1.3 Fahrsiloanlage 26
5.1.4 Feststoffannahme 27
5.1.5 Kreisdissolver 29
5.1.6 Technikgebäude 29
5.1.7 Fermenter, Gärrestspeicher 29
5.1.8 Separation 30
5.1.9 Gärrestfahrzeuge 30
5.1.10 BHKW 31
5.1.11 Biogasaufbereitungsanlage 31
5.1.12 RTO-Anlage der Gasaufbereitungsanlage 32
5.1.13 Platzemissionen 32
5.2 Quellgeometrie 32
5.3 Zeitliche Charakteristik 33
5.4 Abgasfahnenüberhöhung 33
5.5 Zusammenfassung der Quellparameter 35

6 Ausbreitungsparameter **36**
6.1 Ausbreitungsmodell 36
6.2 Meteorologische Daten 36
6.2.1 Prüfung der Übertragbarkeit nach VDI 3783-20 37
6.2.2 Zeitliche Repräsentanz der Daten 37
6.2.3 Anemometerstandort und -höhe 37
6.2.4 Kaltluftabflüsse 38

6.3 Rechengebiet ... 38
6.4 Beurteilungsgebiet ... 38
6.5 Berücksichtigung von Bebauung ... 39
6.6 Bodenrauigkeit ... 39
6.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten ... 40
6.8 Zusammenfassung der Modellparameter ... 41
6.9 Durchführung der Ausbreitungsrechnungen ... 41

7 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und Diskussion der Ergebnisse ... 42
7.1 Ergebnisse ... 42
7.2 Diskussion ... 43

8 Angaben zur Qualität der Prognose ... 44

Inhalt Anhang

A Meteorologische Daten

B Bestimmung der Rauigkeitslänge

C Grafische Emissionskataster

D Dokumentation der Immissionsberechnung

E Prüfliste

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geltungsbereich des vorhabenbezogenen B-Plans VIII "Sondergebiet - Biomethan An den Teichen 27" (bereitgestellt durch die Stadt Lohne) 20
Abbildung 2: Lageplan der Anlage (bereitgestellt durch TEE GmbH & Co. KG) 21
Abbildung 3: Beurteilungsgebiet 22
Abbildung 4: Gesamtzusatzbelastung IGZ durch den Betrieb der geänderten Biogasanlage in % der Jahresstunden, Seitenlänge: 50 m 42
Abbildung 5: Räumliche Lage des Anlagenstandortes 9
Abbildung 6: Naturräumliche Lage des Anlagenstandortes 10
Abbildung 7: Topografie Anlagenumfeld 11
Abbildung 8: Räumliche Lage des Anlagenstandortes und des EAP (blaues Dreieck) 12
Abbildung 9: Windrichtungshäufigkeitsverteilung TRY-Daten für den EAP-Standort 13
Abbildung 10: Lage der berücksichtigten Bezugswindstationen 14
Abbildung 11: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Diepholz 16
Abbildung 12: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Belm 17
Abbildung 13: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Friesoythe-Altenoythe 18

Abbildung 14: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Bremen 19
Abbildung 15: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstation Diepholz 20
Abbildung 16: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstation Belm 21
Abbildung 17: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstationen Friesoythe-Altenoythe und Bremen 22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionswerte in Abhängigkeit der Gebietsnutzung 13
Tabelle 2: Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Tierarten 16
Tabelle 3: Gesamtzusatzbelastung: flächenspezifische Geruchsemissionsfaktoren 25
Tabelle 4: Gesamtzusatzbelastung: Geruchskonzentrationen 25
Tabelle 5: Gesamtzusatzbelastung: Input- und Outputmengen, geänderte Biogasanlage 26
Tabelle 6: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen des Fahrsilos, geänderte Biogasanlage 27
Tabelle 7: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Feststoffannahme ruhend, geänderte Biogasanlage 28
Tabelle 8: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Feststoffannahme Befüllung, geänderte Biogasanlage 28
Tabelle 9: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Kreisdissolver, geänderte Biogasanlage 29
Tabelle 10: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Technikgebäude, geänderte Biogasanlage 29
Tabelle 11: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Separationsstation, geänderte Biogasanlage 30
Tabelle 12: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen der Gärrestfahrzeuge, geänderte Biogasanlage 31
Tabelle 13: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen der BHKW, geänderte Biogasanlage 31
Tabelle 14: Gesamtzusatzbelastung: Platzemissionen Geruch, geänderte Biogasanlage 32
Tabelle 15: Gesamtzusatzbelastung: Emissionszeiten 33
Tabelle 16: Abgasfahnenüberhöhung, BHKW 34
Tabelle 17: Gesamtzusatzbelastung: Zusammenfassung der Quellparameter 35
Tabelle 18: Zusammenfassung der Modellparameter 41
Tabelle 19: Kernparameter geplanter Anlage bzw. des Standortes 8
Tabelle 20: Kernparameter Ersatzanemometerposition 11
Tabelle 21: Erwartungswerte am EAP-Standort 13
Tabelle 22: Übersicht zu prüfender Bezugswindstationen 15
Tabelle 23: Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeit der Bezugswindstationen und des Erwartungswerts am EAP 23

Tabelle 24: Bewertung der Übereinstimmung der Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeit der Bezugswindstationen mit den Erwartungswerten am EAP 23

Revisionsverzeichnis

Berichts-Nr.	Datum	Änderung(en)
I04046623	14. Dez 2023	- Originalbericht
I04046623-1	22. Mär. 2024	- Einarbeitung des Geltungsbereichs vorhabenbezogener Bebauungsplan VIII „Sondergebiet – Biomethan An den Teichen 27“ - Überarbeitung der textliche Angabe Jahresmenge an produziertem Biogas - Anpassung der Prüfliste

Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz ist die von der Auftraggeberin geplante Änderung und Erweiterung der Biogasanlage Timphaus auf dem Grundstück Gemarkung Märschendorf, Flur 3, Flurstück 20/24 in 49393 Lohne (Oldenburg) (Niedersachsen).

Zurzeit wird die Biogasanlage mit einer Gasproduktion von 2,3 Mio. Nm³ pro Jahr betrieben. Durch die Änderung und Erweiterung der Biogasanlage soll die Produktion auf 6,3 Mio. Nm³ steigen. Da es sich bisher um eine privilegierte Biogasanlage im Außenbereich handelt, welche in der Menge der Gasproduktion beschränkt ist, ist die Ausweisung eines Sondergebietes bzw. eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes erforderlich. Dieser umfasst die Flurstücke 20/24, 20/17 und 80/5, Flur 3, Gemarkung Lohne.

Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens zur Aufstellung des Bebauungsplanes und für die nachfolgende Genehmigung der Biogasanlage ist ein Nachweis erforderlich, dass der Betrieb der Biogasanlage die Anforderungen der aus [TA Luft 2021] bzw. Anhang 7 [TA Luft 2021] einhält. Hierzu wurde eine Geruchsimmissionsprognose erstellt, in der die Gesamtzusatzbelastung (Immissionsbeitrag der gesamten Anlage) ermittelt wurde. Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

Die Untersuchungen zum Immissionsschutz haben Folgendes ergeben:

Durch das Ausbreitungsmodell [AUSTAL] wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % als Gesamtzusatzbelastung IGZ ermittelt.

Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium (≤ 2 %) nach Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] nicht. Eine Gesamtzusatzbelastung von 2 % ist gemäß Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen. Auf eine Ermittlung der Vor- und Gesamtbelastung wird daher verzichtet.

Die Untersuchungsergebnisse gelten unter Einhaltung der im Gutachten beschriebenen Betriebsweise.

Eine detaillierte Ergebnisdarstellung erfolgt in Kapitel 7. Die Dokumentation der Immissionsberechnung kann im Anhang eingesehen werden.

1 Grundlagen

[4. BImSchV]	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1799) geändert worden ist
[AUSTAL]	Programmsystem AUSTAL in der Version **3.2.1-WI-x**, Umweltbundesamt, Ing.-Büro Janicke GbR
[AUSTAL View 10]	Benutzeroberfläche AUSTAL View in der Version **10.3.0** TG, Lakes Environmental Software Ins, ArguSoft GmbH & Co. KG
[[BImSchG]]	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I S. 202) geändert worden ist
[[DWD 2014]	Merkblatt – Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenen Anemometerhöhe, Deutscher Wetterdienst, Abt. Klima- und Umweltberatung, Offenbach. 15.10.2014
[DIN EN ISO/IEC 17025]	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. 2018-03
[LAI Anh 7 TAL 2021]	Kommentar zu Anhang 7 TA Luft 2021 – Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (ehemals Geruchsimmissions-Richtlinie – GIRL -), Expertengremium Geruchsimmissions-Richtlinie, 30.03.2022
[LBM-DE]	Landbedeckungsmodell Deutschland, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main. 2018
[MUNV NRW 14/10/2022]	Erlass Az. 61.11.03.03 des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen vom 14. Oktober 2022: Immissionsschutz – TA Luft 2021: Abgasfahnenüberhöhung, Anwendung der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3
[OSM]	OpenStreetMap, frei verfügbare Karten (© OpenStreetMap contributors). Daten verfügbar unter der Open-Database-Lizenz
[PLURIS]	Überhöhungsmodell PLURIS auf Basis eines dreidimensionalen, integralen Fahnenmodell für trockene und feuchte Fahnen, Janicke& Janicke, 2001
[TA Luft 2021]	Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt,

	Naturschutz und nukleare Sicherheit), gemeinsames Ministerialblatt (herausgegeben vom Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat), 72. Jahrgang, Nr. 48-54, Seite 1049 vom 14.09.2021
[VDI 3781-4]	Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. 2017-07
[VDI 3782-3]	Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. 2022-09
[VDI 3783-13]	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01
[VDI 3783-16]	Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. 2020-10
[VDI 3783-20]	Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03
[VDI 3783-21]	Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL. 2017-03
[VDI 3788-1]	Umweltmeteorologie – Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre - Grundlagen. 2000-07
[VDI 3886-1]	Ermittlung und Bewertung von Gerüchen – Geruchsgutachten – Ermittlung der Notwendigkeit und Hinweise zur Erstellung. 2023-12
[VDI 3894-1]	Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. 2011-09
[VDI 3945-3_2000]	Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09 (zurückgezogen)
[Völlmecke 2007]	Gerüche in der Umwelt: Geruchsemissionen aus Biogasanlagen, Dipl.-Ing. Stefan Völlmecke, Sachverständigenbüro Uppenkamp + Partner GmbH, VDI-Fachtagung „Gerüche in der Umwelt“. 13. und 14. November 2007 in Bad Kissingen

Hinweis: Die im gegenständlichen Bericht dokumentierte Untersuchung wurde auf Basis bzw. unter Berücksichtigung der im obenstehenden Grundlagenverzeichnis genannten Regelwerke durchgeführt. Die Ergebnisse sind somit – wenn nicht anders gekennzeichnet – entlang den entsprechenden Anforderungen ermittelt. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind dabei als solche gekennzeichnet und können sich auf die Validität der Ergebnisse auswirken. Die Entscheidungsregeln zur Konformitätsbewertung basieren auf den angewendeten Vorschriften, Normen, Richtlinien und sonstigen Regelwerken. Meinungen und Interpretationen sind von Konformitätsaussagen abgegrenzt. Der gegenständliche Bericht enthält entsprechende Äußerungen im Kapitel Diskussion.

Weitere verwendete Unterlagen (Stand, zur Verfügung gestellt durch):

- Lageplan (21. Sep. 2023, TEE GmbH & Co. KG),
- Kurzbeschreibung zur geplanten Änderung und Erweiterung der vorhandenen Biogasanlage der TEE GmbH & Co. KG (25. Okt. 2023, TEE GmbH & Co. KG),
- Geltungsbereich vorhabenbezogener B-Plan VIII „Sondergebiet – Biomethan An den Teichen 27“ (08. Nov. 2023, Stadt Lohne Bauamt),
- Auszug aus dem Messbericht EB620254 der chemlab GmbH, Bensheim (05. Dez. 2023, TEE GmbH & Co. KG),
- meteorologische Zeitreihe der Wetterstation Diepholz (2. Mär. 2022, DWD/IFU GmbH),
- Herstellerdatenblatt BHKW-Motoren (15. Jun. 2023, Franz Timphaus),
- online-basierte Kartendienste (siehe Abbildungen).

Ein Ortstermin wurde am 24. Mai 2023 von Joachim Richters-Hilbring (Normec uppenkamp GmbH) durchgeführt.

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz ist die vom Auftraggeber geplante Änderung und Erweiterung der Biogasanlage Timphaus auf dem Grundstück Gemarkung Märschendorf, Flur 3, Flurstück 20/24 in 49393 Lohne (Oldenburg). Der Anlagenstandort befindet sich südöstlich von Märschendorf und ist direkt östlich der Autobahn A1 gelegen. Die Anlage befindet sich im Außenbereich ca. 360 m von der nächsten Wohnnutzung entfernt. Die planungsrechtliche Grundlage des Vorhabens soll über die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans bzw. der Ausweisung als „Sondergebiet Biogas (SG BG)“ erfolgen. Dieser umfasst die Flurstücke 20/24, 20/17 und 80/5, Flur 3, Gemarkung Lohne.

In diesem Zusammenhang sind für die Biogasanlage u. a. folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Erhöhung der Inputmengen und Änderung der Inputstoffe,
- Errichtung und Betrieb eines Hochfermenters,
- Errichtung und Betrieb eines weiteren Gärrestspeichers,
- Errichtung und Betrieb eines weiteren Feststoffeintrags,
- Errichtung und Betrieb einer Gasaufbereitung für Biomethan,
- Umwandlung eines Güllehochbehälters in einen gasdichten Gärrestspeicher.

Für die Änderung und Erweiterung der Biogasanlage wird aufgrund der Zugehörigkeit zur [4. BImSchV] Ziffer 8.6.3.2 des Anhangs 1 ein Genehmigungsverfahren nach [BImSchG] angestrebt.

In der Umgebung der Anlage sind schutzbedürftige Nutzungen vorhanden. Nach dem [BImSchG] sind genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können bzw. verhindert werden, wenn sie nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

Kriterien zur Ermittlung von Geruchsimmissionen und Beurteilung, dass die von der Biogasanlage ausgehenden Gerüche keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen können, sind in der [TA Luft 2021] definiert.

Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens zur Aufstellung des Bebauungsplanes und für die nachfolgende Genehmigung der geänderten Biogasanlage ist ein Nachweis erforderlich, dass der Betrieb der Biogasanlage die Anforderungen der aus [TA Luft 2021] bzw. Anhang 7 [TA Luft 2021] einhält. Hierzu wird eine Geruchsimmissionsprognose erstellt, in der die Gesamtzusatzbelastung (Immissionsbeitrag der gesamten Anlage) ermittelt wird.

Die Normec uppenkamp GmbH führt die Immissionsprognose als ein nach [DIN EN ISO/IEC 17025] für Immissionsprognosen gemäß [VDI 3783-13] akkreditiertes Prüflabor aus. Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen

3.1 TA Luft 2021

Als Beurteilungsgrundlage ist die [TA Luft 2021] heranzuziehen.

3.2 Anhang 7 TA Luft 2021

Als Grundlage für die Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen ist Anhang 7 der [TA Luft 2021] heranzuziehen. Als weitere Grundlagen bzw. Ergänzungen können [LAI Anh 7 TAL 2021] und die [VDI 3886-1] herangezogen werden.

Eine Geruchsimmission ist nach Anhang 7 [TA Luft 2021] zu beurteilen, wenn sie nach ihrer Herkunft aus Anlagen erkennbar, d. h. abgrenzbar ist gegenüber Gerüchen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrand, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder Ähnlichem. Dabei kann der Anhang 7 [TA Luft 2021] sowohl für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige als auch für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen angewendet werden. Bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Rinderhaltungsanlagen können auch spezielle landesspezifische Regelungen angewendet werden. Ebenso kann der Anhang 7 [TA Luft 2021] im Rahmen der Bauleitplanung zur Beurteilung herangezogen werden.

3.2.1 Begriffsbestimmungen

Beurteilungsgebiet

Das Beurteilungsgebiet setzt sich gemäß Anhang 7 [TA Luft 2021] bzw. Anhang C der [VDI 3886-1] aus der Kreisfläche um den Emissionsschwerpunkt der zu betrachtenden Anlage mit einem Radius, welcher dem 30-fachen der Schornsteinhöhe bzw. mindestens 600 m oder bei diffusen Quellen der Fläche mit einem Abstand von 600 m vom Rand des Anlagengeländes entspricht und dem Einwirkungsbereich der Anlage, in dem der Immissionsbeitrag (Zusatzbelastung) ≥ 0,02 relative Häufigkeit (2-%-Isolinie) beträgt, zusammen. Der Immissionsbeitrag ist dabei im Falle von Tierhaltungsanlagen unter Berücksichtigung des tierartspezifischen Gewichtungsfaktors (f) und gemäß der Rundungsregel Anhang 7 [TA Luft 2021] zu berechnen, nach der ein Wert von 0,024 gerundet 0,02 entspricht.

Immissionsorte

Gemäß Anhang 7 [TA Luft 2021] sind als Immissionsorte Nutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes zu betrachten, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.

Vorbelastung (IV)

Als Vorbelastung sind gemäß Anhang C der [VDI 3886-1] in einem ersten Schritt alle Vorbelastungsanlagen zu berücksichtigen, deren Abstände zu den relevanten Immissionsorten ≤ 600 m betragen. Liegen darüber hinaus Erkenntnisse vor, die nahelegen, dass auch weiter entfernt liegende Vorbelastungsanlagen relevanten Einfluss auf die Immissionsbelastung an den relevanten Immissionsorten ausüben, ist das zu betrachtende Areal entsprechend zu erweitern und mittels Ausbreitungsrechnung eine Relevanzprüfung für diese Anlagen durchzuführen. Vorbelastungsanlagen, die im Bereich der relevanten Immissionsorte einen Immissionsbeitrag von ≥ 0,02 relative Häufigkeit (2 %-Isolinie als IZ_b) liefern, sollen dabei bei der Ermittlung der Gesamtbelastung berücksichtigt werden. Vorbelastungsanlagen mit negativer Relevanzprüfung können, auch wenn sie sich innerhalb des Beurteilungsgebietes befinden, dementsprechend unberücksichtigt bleiben. Die Ermittlung der Vorbelastung der Geruchsimmissionen durch andere Verursacher erübrigt sich, wenn die Gesamtzusatzbelastung der zu genehmigenden Anlage das Irrelevanzkriterium erfüllt.

Zusatzbelastung (IZ)

Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens (Zusatzbelastung) negativ sein, d. h. der Immissionsbeitrag der gesamten Anlage (Gesamtzusatzbelastung) kann nach der Änderung auch niedriger als vor der Änderung sein.

Gesamtzusatzbelastung (IGZ)

Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage hervorgerufen wird. Bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung.

Gesamtbelastung (IG)

Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung.

3.2.2 Immissionswerte

Gemäß Tabelle 22 Anhang 7 [TA Luft 2021] sind, unterschieden nach Gebietsausweisung, folgende Immissionswerte (angegeben als relative Häufigkeiten der Geruchsstunden) als zulässig zu erachten:

Tabelle 1: Immissionswerte in Abhängigkeit der Gebietsnutzung

Gebietsnutzung	Immissionswerte (IW)
Wohn-/Mischgebiete, Kerngebiete mit Wohnen, urbane Gebiete	0,10
Gewerbe-/Industriegebiete, Kerngebiete ohne Wohnen	0,15
Dorfgebiete	0,15

Sonstige Gebiete, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind entsprechend den Grundsätzen des Planungsrechtes den einzelnen Spalten der Tabelle 22 Anhang 7 [TA Luft 2021] zuzuordnen.

Bei der Geruchsbeurteilung im Außenbereich ist es unter Prüfung der speziellen Randbedingungen des Einzelfalles möglich, Werte von 0,20 (Regelfall) bis 0,25 (begründete Ausnahme) für Tierhaltungsgerüche heranzuziehen.

Der Immissionswert für „Dorfgebiete" gilt nur für Geruchsimmissionen verursacht durch Tierhaltungsanlagen in Verbindung mit der belästigungsrelevanten Kenngröße IG_b zur Berücksichtigung der tierartspezifischen Geruchsqualität. Er kann im Einzelfall auch auf Siedlungsbereiche angewendet werden, die durch die unmittelbare Nachbarschaft einer vorhandenen Tierhaltungsanlage historisch geprägt, aber nicht als Dorfgebiet ausgewiesen sind.

Der Immissionswert von 0,15 für Gewerbe- und Industriegebiete bezieht sich auf Wohnnutzung im Gewerbe- bzw. Industriegebiet (Betriebsinhaberinnen und Betriebsinhaber, die auf dem Firmengelände wohnen). Aber auch Beschäftigte eines anderen Betriebes sind Nachbarinnen und Nachbarn mit einem Schutzanspruch vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen. Aufgrund der grundsätzlich kürzeren Aufenthaltsdauer benachbarter Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer können in der Regel höhere Immissionen zumutbar sein. Die Höhe der zumutbaren Immissionen ist im Einzelfall zu beurteilen. Ein Immissionswert von 0,25 (begründete Ausnahme) soll nicht überschritten werden.

Werden die Immissionswerte überschritten, so ist die Geruchsimmission in der Regel als erhebliche Belästigung (und somit als schädliche Umwelteinwirkung) zu werten.

Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geruchsauswirkungen vergleichbar genutzte Gebiete und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionswerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Es ist vorauszusetzen, dass der Stand der Emissionsminderungstechnik eingehalten wird. Für die Höhe des Zwischenwertes ist die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebiets maßgeblich. Wesentliche Kriterien sind die Prägung des Einwirkungsbereichs durch den Umfang der Wohnbebauung einerseits und durch Gewerbe- und Industriebetriebe andererseits, die Ortsüblichkeit der Geruchauswirkung und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde.

Sofern sich Beurteilungsflächen mit Überschreitung des jeweiligen Immissionswertes im Übergangsbereich zwischen Wohn-/Mischgebiet und Dorfgebiet, zwischen Wohn-/Mischgebiet und Außenbereich, zwischen Dorfgebiet und Außenbereich oder zwischen Gewerbe-/Industriegebiet und Außenbereich befinden, ist

nach [LAI Anh 7 TAL 2021] die Festlegung von Zwischenwerten möglich. Allgemein sollten die Beurteilungsflächen jedoch den nächsthöheren Immissionswert nicht überschreiten. In begründeten Einzelfällen sind jedoch auch Überschreitungen oberhalb des nächsthöheren Immissionswertes möglich. Begründete Einzelfälle liegen z. B. vor, wenn die bauplanungsrechtliche Prägung der Situation stärkere Immissionen hervorruft (z. B. Vorbelastung durch gewachsene Strukturen, Ortsüblichkeit der Nutzungen), höhere Vorbelastungen sozial akzeptiert werden oder immissionsträchtige Nutzungen aufeinandertreffen. Gemäß § 3 Absatz 1 [BImSchG] sind schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne dieses Gesetzes „Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“. In der Regel werden die Art der Immissionen durch die Geruchsqualität, das Ausmaß durch die Feststellung von Gerüchen ab ihrer Erkennbarkeit und über die Definition der Geruchsstunde (siehe Nr. 4.4.7 Anhang 7 [TA Luft 2021]) sowie die Dauer durch die Ermittlung der Geruchshäufigkeit hinreichend berücksichtigt.

Ein Vergleich mit den Immissionswerten reicht jedoch nicht immer zur Beurteilung der Erheblichkeit der Belästigung aus. Regelmäßiger Bestandteil dieser Beurteilung ist deshalb im Anschluss an die Bestimmung der Geruchshäufigkeit die Prüfung, ob Anhaltspunkte für die Notwendigkeit einer Prüfung nach Nr. 5 Anhang 7 [TA Luft 2021] für den jeweiligen Einzelfall bestehen.

3.2.3 Gewichtungsfaktoren

Gemäß Anhang 7 [TA Luft 2021] ist im Falle der Beurteilung von Geruchsimmissionen, verursacht durch Tierhaltungsanlagen, eine belästigungsrelevante Kenngröße IG_b zu berechnen und diese anschließend mit den vorgenannten Immissionswerten zu vergleichen.

Für die Berechnung der belästigungsrelevanten Kenngröße IG_b wird die Gesamtbelastung IG mit dem Faktor f_{gesamt} multipliziert:

$$IG_b = IG \cdot f_{gesamt}$$

Hierbei ist:

IG_b	die belästigungsrelevante Kenngröße
IG	die Gesamtbelastung
f_{gesamt}	ein Faktor

Der Faktor f_{gesamt} berechnet sich nach der Formel

$$f_{gesamt} = \left(\frac{1}{H_1 + H_2 + \ldots + H_n}\right) \cdot (H_1 \cdot f_1 + H_2 \cdot f_2 + \ldots + H_n \cdot f_n)$$

Dabei ist n = 1 bis 4
und

H_1	r_1,
H_2	$\min(r_2, r - H_1)$,
H_3	$\min(r_3, r - H_1 - H_2)$,
H_4	$\min(r_4, r - H_1 - H_2 - H_3)$

mit

r	die Geruchshäufigkeit aus der Summe aller Emissionen (unbewertete Geruchshäufigkeit),
r1	die Geruchshäufigkeit für die Tierart Mastgeflügel,
r2	die Geruchshäufigkeit für sonstige Tierarten,
r3	die Geruchshäufigkeit für die Tierart Mastschweine, Sauen,
r4	die Geruchshäufigkeit für die Tierart Milchkühe mit Jungtieren, Mastbullen, Pferde, Milch-/Mutterschafe, Milchziegen

und

f1	der Gewichtungsfaktor für die Tierart Mastgeflügel,
f2	der Gewichtungsfaktor 1 (sonstige Tierarten),
f3	der Gewichtungsfaktor für die Tierart Mastschweine, Sauen,
f4	der Gewichtungsfaktor für die Tierart Milchkühe mit Jungtieren, Mastbullen, Pferde, Milch-/Mutterschafe, Milchziegen.

Die Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Tierarten sind der Tabelle 4 Anhang 7 [TA Luft 2021] zu entnehmen. Für Tierarten, die hier nicht angegeben sind, ist die tierartspezifische Geruchshäufigkeit in die Formel ohne Gewichtungsfaktor einzusetzen.

Tabelle 2: Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Tierarten

Tierartspezifische Geruchsqualität	**Gewichtungsfaktor f**
Mastgeflügel (Puten, Masthähnchen)	1,50
Mastschweine (bis zu einer Tierplatzzahl von 500 in qualitätsgesicherten Haltungsverfahren mit Auslauf und Einstreu, die nachweislich dem Tierwohl dienen)	0,65
Mastschweine, Sauen (bis zu einer Tierplatzzahl von ca. 5.000 Mastschweinen bzw. unter Berücksichtigung der jeweiligen Umrechnungsfaktoren für eine entsprechende Anzahl von Zuchtsauen)	0,75
Milchkühe mit Jungtieren, Mastbullen (einschl. Kälbermast, sofern diese zur Geruchsbelastung nur unwesentlich beiträgt)	0,5
Pferde (ohne Mistlager; dies ist ggf. gesondert zu berücksichtigen))	0,5
Milch-/Mutterschafe mit Jungtieren (bis zu einer Tierplatzzahl von 1.000 und Heu/Stroh als Einstreu (Jungtiere bleiben bei der Bestimmung der Tierplatzzahl unberücksichtigt)	0,5
Milchziegen mit Jungtieren bis zu einer Tierplatzzahl von 750 und Heu/Stroh als Einstreu (Jungtiere bleiben bei der Bestimmung der Tierplatzzahl unberücksichtigt)	0,5
Sonstige Tierarten	1

Für die Berechnung der Kenngrößen der Gesamtbelastung IG bzw. IG_b sind die Kenngrößen für die vorhandene Belastung und die zu erwartende Zusatzbelastung mit 3 Stellen nach dem Komma zu verwenden. Zum Vergleich der Kenngrößen der Gesamtbelastung IG bzw. IG_b mit dem Immissionswert für das jeweilige Gebiet sind sie auf zwei Stellen hinter dem Komma zu runden.

Die Berücksichtigung der verschiedenen tierspezifischen Faktoren erfolgt durch eine getrennte Berechnung von faktoridentischen Quellen und der anschließenden programminternen Zusammenführung der einzelnen Berechnungsergebnisse. Da die Berechnungen gemäß den genannten Vorgaben erfolgen, wird auf eine differenzierte Herleitung verzichtet.

Die Zuordnung der Gewichtungsfaktoren kann in Kapitel 5.5 bzw. im Anhang eingesehen werden.

3.2.4 Beurteilung im Einzelfall

Für die Beurteilung, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Geruchsimmissionen hervorgerufen werden, ist ein Vergleich der nach Anhang 7 [TA Luft 2021] zu ermittelnden Kenngrößen mit den in Tabelle 22 Anhang 7 [TA Luft 2021] festgelegten Immissionswerten nicht ausreichend, wenn

a. in Gemengelagen Anhaltspunkte dafür bestehen, dass trotz Überschreitung der Immissionswerte aufgrund der besonderen Ortüblichkeit der Gerüche keine erhebliche Belästigung zu erwarten ist, wenn z. B. durch eine über lange Zeit gewachsene Gemengelage von einer erhöhten Bereitschaft zur gegenseitigen Rücksichtnahme ausgegangen werden kann.

oder

b. auf einzelnen Beurteilungsflächen in besonderem Maße Geruchsimmissionen aus dem Kraftfahrzeugverkehr, dem Hausbrandbereich, der Vegetation, landwirtschaftlichen Düngemaßnahmen oder anderen nicht nach Nr. 3.1 Absatz 1 Anhang 7 [TA Luft 2021] zu erfassenden Quellen auftreten.

oder

c. Anhaltspunkte dafür bestehen, dass wegen der außergewöhnlichen Verhältnisse hinsichtlich Hedonik und Intensität der Geruchswirkung, der ungewöhnlichen Nutzungen in dem betroffenen Gebiet oder sonstiger atypischer Verhältnisse.
   - trotz Einhaltung der Immissionswerte schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden (zum Beispiel Ekel und Übelkeit auslösende Gerüche) oder
   - trotz Überschreitung der Immissionswerte eine erhebliche Belästigung der Nachbarschaft oder der Allgemeinheit durch Geruchsimmissionen nicht zu erwarten ist (zum Beispiel bei Vorliegen eindeutig angenehmer Gerüche).

In derartigen Fällen ist zu ermitteln, welche Geruchsimmissionen insgesamt auftreten können und welchen Anteil daran der Betrieb von Anlagen verursacht, die nach Nr. 3.1 Absatz 1 Anhang 7 [TA Luft 2021] zu betrachten sind. Anschließend ist zu beurteilen, ob die Geruchsimmissionen als erheblich anzusehen sind und ob die Anlagen hierzu relevant beitragen.

Nur diejenigen Geruchsbelästigungen sind als schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des § 3 Absatz 1 [BImSchG] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I S. 202) geändert worden ist
werten, die erheblich sind. Die Erheblichkeit ist keine absolut festliegende Größe, sie kann in Einzelfällen nur durch Abwägung der dann bedeutsamen Umstände festgestellt werden.

3.2.5 Irrelevanzkriterium

Die Genehmigung für eine Anlage soll auch bei Überschreitung der Immissionswerte nicht wegen der Geruchsimmissionen versagt werden, wenn der von dem zu beurteilenden Vorhaben zu erwartende Immissionsbeitrag (Kenngröße der Zusatzbelastung) auf keiner Beurteilungsfläche, auf der sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, den Wert 0,02 überschreitet. Bei Einhaltung dieses Wertes ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die belästigende Wirkung der Vorbelastung nicht relevant erhöht (Irrelevanzkriterium). Bei der Prüfung auf Einhaltung des Irrelevanzkriteriums finden die Faktoren zur Berücksichtigung der hedonischen Wirkung von Gerüchen keine Anwendung. In Fällen, in denen übermäßige Kumulationen durch bereits vorhandene Anlagen befürchtet werden, ist zusätzlich zu den erforderlichen Berechnungen auch die Gesamtbelastung im Istzustand in die Beurteilung einzubeziehen. D. h. es ist zu prüfen, ob bei der Vorbelastung noch ein zusätzlicher Beitrag von 0,02 toleriert werden kann. Eine Gesamtzusatzbelastung von 0,02 ist gemäß Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen.

Für nicht immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen ist auch eine negative Zusatzbelastung bei übermäßiger Kumulation irrelevant, sofern die Anforderungen des Absatz 1 § 22 [BImSchG] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I S. 202) geändert worden ist
eingehalten werden.

4 Beschreibung der Anlagen und des Anlagenumfeldes

4.1 Beschreibung der Anlage

Die TEE GmbH & Co. KG betreibt auf dem Grundstück Gemarkung Märschendorf, Flur 3, Flurstück 20/24 in 49393 Lohne (Oldenburg) eine Anlage zur Erzeugung von Biogas. Es ist geplant die bisherige Anlage zu ändern und zu erweitern.

Konkret sind u. a. folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Erhöhung der Inputmengen und Änderung der Inputstoffe,
- Errichtung und Betrieb eines Hochfermenters,
- Errichtung und Betrieb eines weiteren Gärrestspeichers,
- Errichtung und Betrieb eines weiteren Feststoffeintrags,
- Errichtung und Betrieb einer Gasaufbereitung für Biomethan,
- Umwandlung eines Güllehochbehälters in einen gasdichten Gärrestspeicher.

Die jährliche Menge an erzeugtem Biogas soll nach der Änderung auf 6,3 Mio. Nm³/a erhöht werden. Dadurch entfällt die Privilegierung der Biogasanlage und es wird ein vorhabenbezogener Bebauungsplan aufgestellt. Dieser umfasst die Flurstücke 20/24, 20/17 und 80/5, Flur 3, Gemarkung Lohne.

Die Gesamtanlage besteht zukünftig aus den folgenden emissionsrelevanten Anlagenteilen:

- Fahrsilo (Lagerung von NaWaRo und Mist) (Bestand),
- Feststoffeintrag (Bestand),
- Feststoffeintrag (geplant),
- Technikgebäude mit Kreisdissolver (Bestand),
- Separation (Bestand),
- BHKW (Bestand),
- BHKW (geplant),
- Gärrestfahrzeuge (Bestand),
- RTO-Anlage der Gasaufbereitung (geplant).

4.2 Lageplan der Anlage

In der Abbildung 1 ist der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans VIII „Sondergebiet – Biomethan An den Teichen 27“ dargestellt.

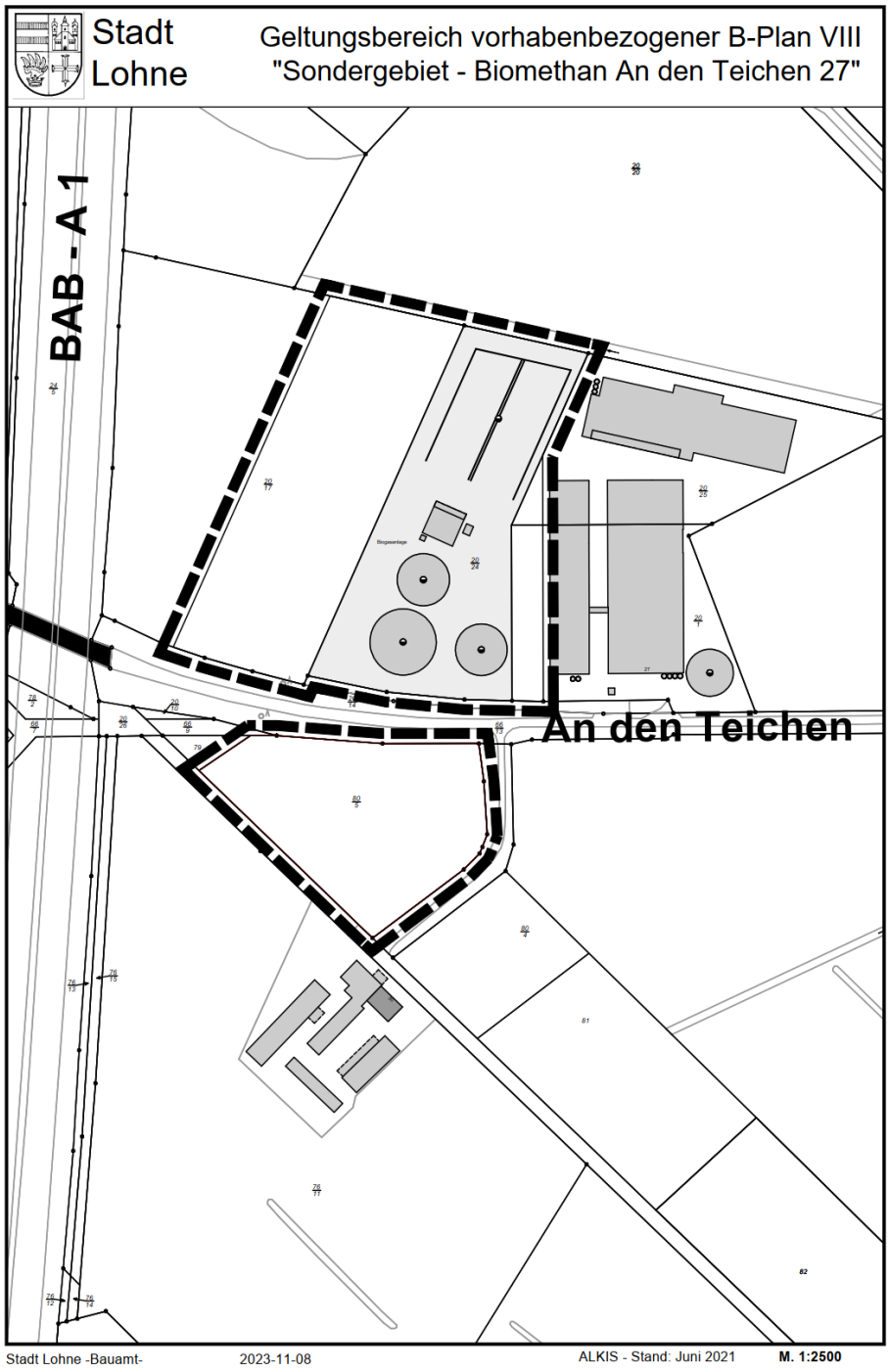


Abbildung 1: Geltungsbereich des vorhabenbezogenen B-Plans VIII "Sondergebiet - Biomethan An den Teichen 27" (bereitgestellt durch die Stadt Lohne)

Die Abbildung 2 zeigt den Lageplan mit der bestehenden Biogasanlage sowie den geplanten Erweiterungen.

Abbildung 2: Lageplan der Anlage (bereitgestellt durch TEE GmbH & Co. KG)

4.3 Beschreibung des Anlagenumfeldes und schutzbedürftiger Nutzungen

Der Anlagenstandort befindet sich südöstlich von Märschendorf und östlich der Autobahn A1 und ist im Norden und Westen umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Im Osten und Süden grenzen jeweils eine Tierhaltung an den Anlagenstandort an.

Innerhalb des Beurteilungsgebietes (600 m-Radius) befinden sich schutzbedürftige Wohnnutzungen im Außenbereich in nordöstlicher, östlicher, südlicher und westlicher Richtung (Abbildung 3). Der Mindestabstand der Anlage zu Wohnnutzungen (gemessen von der Mitte der Bestandsanlage) beträgt ca. 200 m.

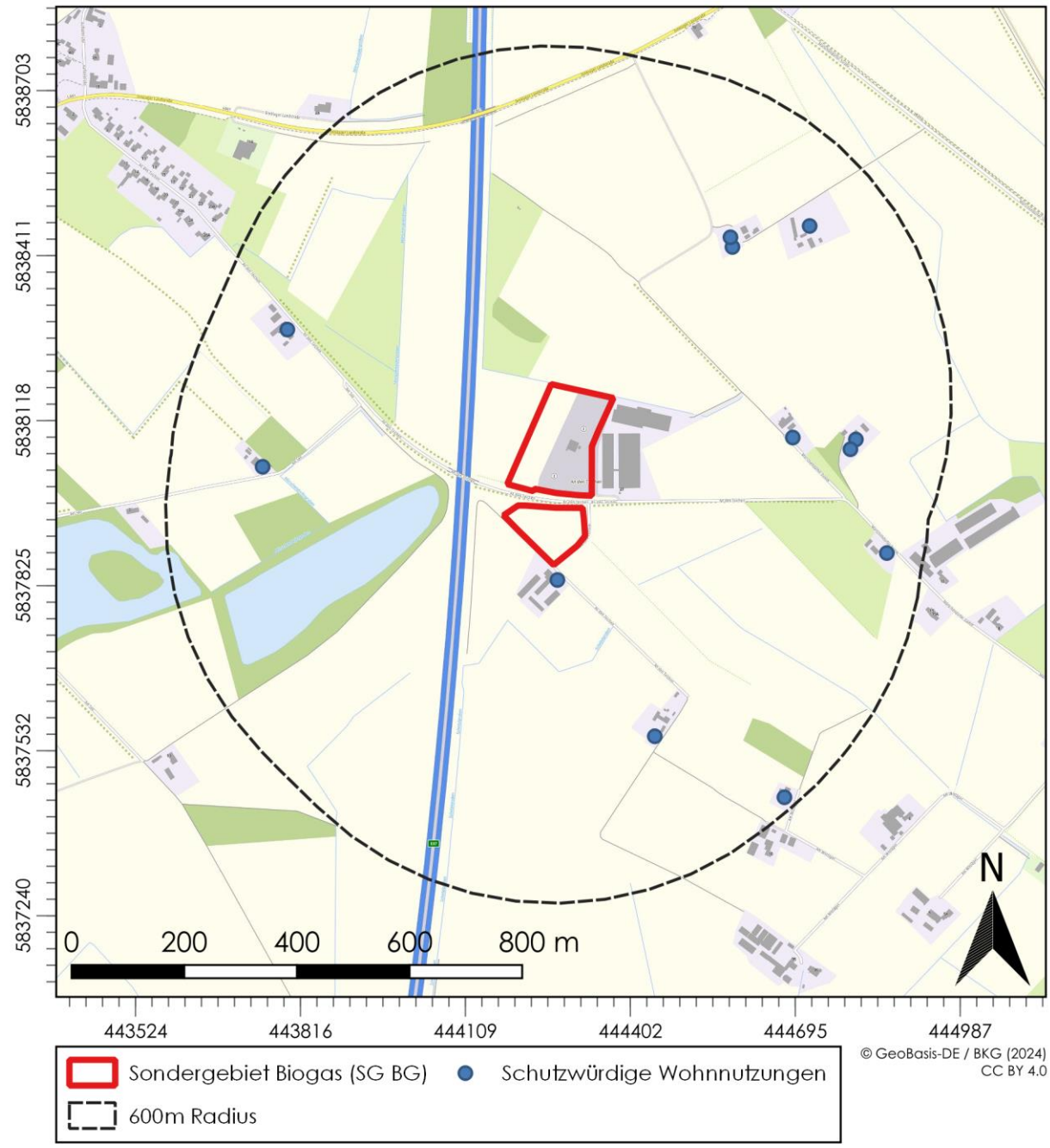


Abbildung 3: Beurteilungsgebiet

4.4 Vorbelastungsbetriebe

Im Umfeld sind innerhalb und außerhalb des Beurteilungsgebietes (hier: 600 m Radius um das erweiterte B-Plangebiet der Gesamtanlage) Vorbelastungsanlagen in Form von Tierhaltungsanlagen mit aktiven bzw. genehmigten Tierhaltungen vorhanden.

Aufgrund der im Sinne von Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] irrelevanten Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb der erweiterten Gesamtanlage (siehe Kap. 7) ist eine Ermittlung der Vor- und Gesamtbelastung nicht erforderlich. Auf eine weitergehende Darstellung der potenziellen Vorbelastungsanlagen wird daher verzichtet.

5 Beschreibung der Emissionsansätze

5.1 Ermittlung der Geruchsemissionen

5.1.1 Allgemein

Die Emissions- und Immissionssituation bei Biogasanlagen sind grundsätzlich von verschiedenen Faktoren abhängig. So definiert sich das Emissionsverhalten einer derartigen Anlage vorrangig über die Betreibersorgfalt, aber auch über deren spezifische Besonderheiten (Inputstoffe, Verfahrensablauf, Anlagenausstattung).

Dieser Immissionsprognose wird ein bestimmungsgemäßer Betrieb der Anlage zugrunde gelegt, welcher sich beispielsweise über folgende Faktoren definiert:

- umgehende Beseitigung von Verschmutzungen im Umfeld der Anlage, ggf. Reinigung der Anlagenkomponenten,
- Vermeidung von Fehlern in der Verfahrensführung und dadurch bedingten Emissionen,
- ausschließliche Verwendung der in der Prognose berücksichtigten Inputstoffe,
- Einsatz einer Notfackel zum Verbrennen von überschüssigem Biogas oder Installation eines zusätzlichen Not-Verbrennungsmotors.

Die genannten Bedingungen dienen einer Minimierung der anlagenspezifischen Emissionen. Eine Nullemission ist durch eine derartige Anlage nicht zu erwarten und wäre auch nicht praxisgerecht.

Wesentliche Grundlage für die im Rahmen dieser Immissionsprognose eingesetzten Geruchsstoffkonzentrationen bilden Messwerte von Emissionsmessungen an vergleichbaren Anlagen, die durch unser Büro durchgeführt wurden, [Völlmecke 2007]. Außerdem werden Emissionsfaktoren aus [VDI 3894-1] verwendet. Tabellarische Auflistung der verwendeten Emissionsfaktoren und der Herkunft der Faktoren ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3: Gesamtzusatzbelastung: flächenspezifische Geruchsemissionsfaktoren

Emissionsquelle	flächenspezifischer Geruchsemissionsfaktor GE/(m² x s)	Herkunft
Schweinegülle	7	[VDI 3894-1]
Rindermist	3	[VDI 3894-1]
Schweinemist	3	[VDI 3894-1]
Hähnchenmist	3	[VDI 3894-1]
Hühnertrockenkot (HTK)	7	[VDI 3894-1]
Pferdemist	3	in Anlehnung an [VDI 3894-1]
Maissilage	3	[VDI 3894-1]
feste Gärreste	0,53[1)]	-
flüssige Gärreste	0,53[1)]	-

[1)] ca. 10 % des Emissionsfaktors der eingesetzten Stoffe

Tabelle 4: Gesamtzusatzbelastung: Geruchskonzentrationen

Emissionsquelle	Geruchskonzentration GE/m³	Herkunft
Schweinegülle	10.000	[Völlmecke 2007]
Rindermist	4.000	eigene Festlegung
Schweinemist	4.000	eigene Festlegung
Hähnchenmist	7.000	eigene Festlegung
Hühnertrockenkot (HTK)	10.000	[Völlmecke 2007]
Pferdemist	4.000	eigene Festlegung
Maissilage	4.000	eigene Festlegung
flüssige Gärreste	540	[Völlmecke 2007]

Die Lage aller Quellen ist in einer Karte im Anhang dieses Gutachtens dargestellt. Die berücksichtigten Koordinaten der einzelnen Quellen können in den Protokollblättern im Anhang eingesehen werden.

5.1.2 Input- und Outputmengen

Nach Angaben der von der TEE GmbH & Co. KG ist für die Biogasanlage im geänderten Zustand von folgenden Input- und Outputmengen auszugehen:

Tabelle 5: Gesamtzusatzbelastung: Input- und Outputmengen, geänderte Biogasanlage

Eingangsstoffe	**Gewicht t/a**	**spezifisches Gewicht t/m³**	**Volumen m³/a**
Mastschweinegülle	17.000	1,00	17.000
Hähnchenmist	3.000	0,50	6.000
Hühnertrockenkot (HTK)	10.000	0,50	20.000
Mastbullenmist	3.500	0,83	4.217
Pferdemist	4.000	0,50	8.000
Sauenmist	500	0,91	549
Maissilage	8.000	0,90	8.889
Gesamtinput Fermenter	46.000	---	64.655
Ausgangsstoffe	**Gewicht t/a**	**spezifisches Gewicht t/m³**	**Volumen m³/a**
Gärrest zur Ausbringung	-	-	40.740

5.1.3 Fahrsiloanlage

Auf der Fahrsiloanlage werden die NaWaRo und in geringen Mengen Festmist gelagert.

Durch die Maissilage treten Gerüche an der Lagerfläche auf. Die Silage ist bis auf die Anschnittflächen mit Folie abgedeckt. Als emittierende Fläche wird somit die geöffnete Schnittkante (Fläche: ca. 60 m²) der Silagefläche (westlicher Fahrsilozug) berücksichtigt. Der flächenspezifische Geruchsemissionsfaktor für Maissilage beträgt gemäß [VDI 3894-1] 3 GE/(m²*s). Die Emissionszeit beträgt 8.760 h/a.

Festmist wird i.d.R. „just-in-time“ angeliefert und direkt in den Feststoffdosierer eingetragen.
Für die Emissionen eines zusätzlichen Festmistlagers (Hähnchen-, Mastbullen-, Sauen-, Pferdemist und HTK) wird unter Berücksichtigung der Mengenanteile ein gemittelter flächenspezifischer Geruchsemissionsfaktor berechnet. Gemäß Gewichtung ergibt sich für den Festmistlager ein flächenspezifischer Geruchsemissionsfaktor von 5,1 GE/(m²*s). Als emittierende Fläche wird eine Fläche von 40 m² auf dem östlichen Fahrsilozug berücksichtigt. Das Festmistlager wird mit einer Plane abgedeckt, somit wird eine Minderung von 90 % berücksichtigt. Die Emissionszeit beträgt 8.760 h/a.

Für die Fläche des Fahrsilos ergeben sich daraus folgende Geruchsemissionen:

Tabelle 6: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen des Fahrsilos, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Maissilage/ QUE_1	60	3,0	-	-	-	180
Mistplatte/ QUE_3	40	5,1	-	-	90	20

5.1.4 Feststoffannahme

Festmist, Trockenkot und NaWaRo werden mithilfe eines landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs der Feststoffannahme zugeführt. Von der Feststoffannahme gelangen die Feststoffe mittels Dosierschnecken in den Fermenter. Neben dem vorhandenen Feststoffeintrag am Technikgebäude soll ein zusätzlicher Feststoffeintrag am Hochfermenter in Betrieb genommen werden.

Feststoffannahme ruhend

Der vorhandene Feststoffeintrag ist offen und wird mit 30 m² ganzjährig (8.760 h/a) als Emissionsquelle berücksichtigt. Der neue Feststoffeintrag kann mit einem Deckel geschlossen werden und wird mit 60 m² (8.760 h/a) als Emissionsquelle berücksichtigt. Der flächenspezifische Geruchsemissionsfaktor der ruhenden Feststoffannahme wird mittels Gewichtung aus den Inputstoffen ermittelt. Dabei wurden flächenspezifische Geruchsemissionsfaktoren der Tabelle 3 verwendet. Der vorhandene Feststoffeintrag wird hauptsächlich mit Mais und Getreide befüllt und der neue Feststoffeintrag mit den angelieferten Wirtschaftsdüngern.

Gemäß Gewichtung ergibt sich für den bestehenden Feststoffeintrag ein flächenspezifischer Geruchs-emissionsfaktor von 3,0 GE/(m²*s) und für den geplanten Feststoffeintrag 5,1 GE/(m²*s).

Tabelle 7: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Feststoffannahme ruhend, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions-relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Feststoffeintrag alt, diffus / QUE_9	30	3,0	-	-	-	90
Feststoffeintrag neu, diffus / QUE_2	60	5,1	-	-	90	30

Feststoffannahme bewegt

Gerüche können außerdem während der Beschickung der Feststoffannahme nach dem Verdrängungs-prinzip austreten. Die Volumenströme werden über die jeweiligen einzubringenden Volumina berechnet. Für den bestehenden Feststoffeintrag ergibt sich unter Berücksichtigung des Sicherheitszuschlags (Verdopplung des errechneten Volumenstroms) ein Wert von 48,7 m³/h, für den geplanten Feststoffeintrag ein Wert von 168,6 m³/h. Die Emissionszeit beträgt jeweils 365 h/a.

Für die Ermittlung des Geruchsstoffstroms der Verdrängungsluft wurden Geruchskonzentrationen der Tabelle 4 verwendet.

Für die Emissionen der Feststoffannahme wird bei Befüllung unter Berücksichtigung der Mengenanteile eine gemittelte Geruchsstoffkonzentration von 4.000 GE/m³ für den bestehenden Feststoffeintrag und 8.024 GE/m³ für den neuen Feststoffeintrag verwendet.

Tabelle 8: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Feststoffannahme Befüllung, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Feststoffeintrag alt, Befüllung / QUE_10	-	-	48,7	4.000	-	54
Feststoffeintrag neu, Befüllung / QUE_8	-	-	168,6	8.024	-	376

5.1.5 Kreisdissolver

Die Beschickung des Kreisdissolvers erfolgt in der Regel ca. 75-mal täglich mit Silage und Flüssigmist. Hier können nach dem Verdrängungsprinzip Gerüche während der Befüllvorgänge freigesetzt werden. Im Rahmen der Berechnung werden die Emissionen 75-mal pro Tag (5 Minuten pro Vorgang, jeweils ca. 0,9 m³) freigesetzt werden. Aufgrund von Temperaturschwankungen und Rührvorgängen wird der Volumenstrom verdoppelt. Der Kreisdissolver befindet sich innerhalb des Technikgebäudes. Die Emissionszeit wird ganzjährig (8.760 h/a) berücksichtigt.

Tabelle 9: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Kreisdissolver, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Kreisdissolver/ QUE_11	-	-	5,9	32.000[1)]	-	53

[1)] gemäß [Völlmecke 2007]

5.1.6 Technikgebäude

Die Raumluft des Technikgebäudes ist mit Gerüchen belastet. Der Raum wird mittels Abluftventilator (1.000 m³/h) entlüftet. Die Abluft des Raumes wird in den Berechnungen gemäß [Völlmecke 2007] mit 760 GE/m³ ganzjährig berücksichtigt.

Tabelle 10: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Technikgebäude, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Technikgebäude / QUE_7	-	-	1.000	760	-	211

5.1.7 Fermenter, Gärrestspeicher

Die Behälter Fermenter, Hochfermenter und die Gärrestspeicher sind jeweils mit einer Folie gasdicht verschlossen. Relevante Geruchsemissionen sind daher hier nicht zu erwarten.

5.1.8 Separation

Das Gärprodukt aus den Gärrestspeichern wird über eine Pumpleitung in den Separator geleitet. Das Gärprodukt wird in dem Separator in eine feste Phase und eine flüssige Phase aufgetrennt. Der Separator ist neben dem Gärrestspeicher aufgestellt, hier fällt die feste Phase an und wird regelmäßig abgefahren.

Die Emissionen der Separation werden in Form der Lagerung des separierten Gärrestes (feste Phase) berücksichtigt. Die Grundfläche des gelagerten anfallenden Gärrestes beträgt ca. 84 m². Der flächenspezifische Geruchsemissionsfaktor für den separierten Gärrest wird mit 0,53 GE/(m²*s) berücksichtigt (ca. 10 % des Emissionsfaktors der eingesetzten Stoffe). Die Emissionszeit beträgt 8.760 h/a (ganzjährig).

Die flüssige Phase wird nach der Separation zurück in die Endlager geleitet. Die Beförderung erfolgt im geschlossenen System, so dass beim bestimmungsgemäßen Betrieb keine signifikanten Emissionen freigesetzt werden können.

Tabelle 11: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen Separationsstation, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Separation/ QUE_5	84	0,53	-	-	-	44

5.1.9 Gärrestfahrzeuge

Das ausgegorene Material wird durch Tankfahrzeuge abtransportiert. Bei den Befüllvorgängen werden Gerüche nach dem Verdrängungsprinzip über die Aspirationsöffnung des Tankfahrzeugs freigesetzt. Es wird von insgesamt 96 Vorgängen pro Jahr à 107 m³ innerhalb von 8 Stunden ausgegangen. Es ergibt sich unter Berücksichtigung des Sicherheitszuschlags ein Volumenstrom von 26,8 m³/h; die Emissionszeit beträgt 768 h/a. Eine möglicherweise abweichende Anzahl an Anlieferungen pro Woche hat keine Auswirkungen auf das Ergebnis.

Die in den Berechnungen berücksichtigte Geruchsstoffkonzentration entstammt olfaktometrischen Messungen an Gärrestbehältern mit Aspirationsöffnung auf vergleichbaren Anlagen [Völlmecke 2007].

Tabelle 12: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen der Gärrestfahrzeuge, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Gärrestfahrzeuge / QUE_12	-	-	26,8	540	-	4

5.1.10 BHKW

Am Standort befinden sich zwei bestehende BHKW (549 kW el., 573 kW FWL und 1.501 kW el., 1.500 kW FWL).

Das Abgas der BHKW-Anlagen ist mit Gerüchen belastet. Die olfaktorische Auswertung von Abgasemissionen zeigt, dass die Geruchsqualität des Abgases im Wesentlichen als „verbrannt, abgastypisch, nach Gastherme“ bezeichnet werden kann. In diesem Fall wäre es gemäß Vorgaben aus Anhang 7 der [TA Luft 2021] in den Berechnungen nicht zu berücksichtigen. Um die Sicherheit der Prognose zu erhöhen, werden die Emissionen der BHKW-Anlagen am Standort der Biogasanlage in der Berechnung berücksichtigt. Nach Angaben der Auftraggeberin sind Aggregate mit Gas-Ottomotorverbrennungsprinzip im Einsatz. Bei Anlagen mit dem gleichen Verbrennungsprinzip wurden im Abgas Geruchsstoffkonzentrationen von durchschnittlich 2.600 GE/m³ ermittelt [Völlmecke 2007].
Die Emissionszeiten betragen 3.000 h/a (QUE_4) und 1.000 h/a (QUE_6). Der jeweilige Abgasvolumenstrom wird dem Herstellerdatenblatt entnommen.

Tabelle 13: Gesamtzusatzbelastung: Geruchsemissionen der BHKW, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	Emissions relevante Fläche in m²	flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor in GE/(m² x s)	Volumen strom in m³/h	Geruchs-konzentration in GE/m³	Minderung in %	Geruchsstoff-strom in GE/s
Abgas BHKW groß/ QUE_4	-	-	6.659[1)]	2.600[2)]	-	4.809
Abgas BHKW klein/ QUE_6	-	-	2.458[3)]	2.600[2)]	-	1.775

1) Volumenstrom feucht, bei 20 °C (entspricht Volumenstrom 6.204 m³/h feucht, bei 0 °C)
2) gemäß [Völlmecke 2007]
3) Volumenstrom feucht, bei 20 °C (entspricht Volumenstrom 2.290 m³/h feucht, bei 0 °C)

5.1.11 Biogasaufbereitungsanlage

Die Biogasaufbereitung erfolgt im geschlossenen System. Beim bestimmungsgemäßen Betrieb sind hier keine Emissionen zu erwarten.

5.1.12 RTO-Anlage der Gasaufbereitungsanlage

Für die Abgasnachverbrennung der Gasaufbereitungsanlage ist die Installation einer RTO-Anlage (Typ Heos 100) geplant. Die Abluft wird über einen Schornstein mit einer Auslasshöhe von 10 m über Grund an die Umgebung abgegeben. Die Emissionszeit beträgt 8.760 h/a. Die RTO-Anlage wird nicht als Geruchsquelle berücksichtigt, da sich bei ordnungsgemäßem Betrieb die Geruchsqualität im Reingas nicht von Gerüchen aus dem Hausbrandbereich unterscheiden lässt.

5.1.13 Platzemissionen

Bei Biogasanlagen ist neben den definierten Quellen auch bei sauberer Betriebsführung mit diffusen, undefinierbaren Quellen zu rechnen. Die Erfassung dieses Emissionsverhaltens ist ein komplexes Thema. Aufgrund von Erfahrungswerten wird als weitere Quelle „Platzemissionen“ als konstante Volumenquelle zugrunde gelegt. Hiermit sind die Emissionen gemeint, die keiner Einzelquelle zuzuordnen sind (z. B. Fahrwege). Allgemein werden als Platzemission 10 % der zeitlich gewichteten diffusen Emissionen berücksichtigt. Im Einzelnen sind dies alle vorgenannten Quellen mit Ausnahme der Quellen QUE_4, QUE_6, QUE_7 und QUE_11.

Tabelle 14: Gesamtzusatzbelastung: Platzemissionen Geruch, geänderte Biogasanlage

Bezeichnung/ Quelle	**Emissions relevante Fläche** in m²	**flächenspez. Geruchs-emissionsfaktor** in GE/(m² x s)	**Volumen strom** in m³/h	**Geruchs-konzentration** in GE/m³	**Minderung** in %	**Geruchsstoff-strom** in GE/s
Platzemissionen/ QUE_0	200	-	-	-	-	38

5.2 Quellgeometrie

Die Festlegung der Quellgeometrie ist Grundlage für die Modellierung und Implementierung der Emissionsquellen in das Ausbreitungsmodell sowie für die Interpretation der Ergebnisse der Immissionsprognose. Die Quellgeometrie beeinflusst signifikant das Ausbreitungsverhalten von Emissionen in der Atmosphäre. Hierbei werden die in der Praxis vorkommenden Quellformen in

Punkt-, Linien-, Flächen- oder Volumenquellen

umgesetzt.

Die vorgenannte Geometrie der im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen zu berücksichtigenden Quellen ist in Kapitel 5.5 und im Anhang einsehbar.

5.3 Zeitliche Charakteristik

Für Emissionsquellen, die nur zu bestimmten Zeiten im Tages-, Wochen- oder Jahresablauf emittieren bzw. zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Emissionsmassenströme aufweisen, wird eine Zeitreihe der Emissionsparameter erstellt. In der Zeitreihe werden die Quellstärken und, soweit zulässig, die Parameter Austrittsgeschwindigkeit, Zeitskala zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Abgastemperatur, relative Feuchte und Flüssigwassergehalt zeitabhängig gesetzt.

Die Emissionszeiten werden wie folgt festgelegt:

Tabelle 15: Gesamtzusatzbelastung: Emissionszeiten

Quellen-Nr.	**Emissionszeit in h/a**
QUE_0	8.760 (ganzjährig)
QUE_1	8.760 (ganzjährig)
QUE_2	8.760 (ganzjährig)
QUE_3	8.760 (ganzjährig)
QUE_4	3.000
QUE_5	8.760 (ganzjährig)
QUE_6	1.000
QUE_7	8.760 (ganzjährig)
QUE_8	365
QUE_9	8.760 (ganzjährig)
QUE_10	365
QUE_11	8.760

Die resultierende Emissionsdauer berücksichtigt das jeweils in der Betriebsbeschreibung aufgeführte Zeitszenario und die programminterne individuelle Verfügbarkeit der Messwerte der verwendeten Wetterstation. Geringfügige und für das Endergebnis irrelevante Abweichungen in den beiden Zeitangaben sind daher theoretisch möglich.

5.4 Abgasfahnenüberhöhung

Gemäß Nr. 7 Anhang 2 [TA Luft 2021] ist die Abgasfahnenüberhöhung bei der Ableitung der Abgase über Schornsteine oder Kühltürme mit einem drei-dimensionalen Überhöhungsmodell zu bestimmen. Als Modellansatz ist die innerhalb des Berichtes zur Umweltphysik Nr. 10 (2019) des Ingenieurbüros Janicke beschriebene Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung anzuwenden. Die Vorschrift beruht auf dem drei-dimensionalen, integralen Fahnenmodell für trockene und feuchte Fahnen [PLURIS]. Hiernach

wird eine Abgasfahnenüberhöhung berechnet, wenn tq größer als die Umgebungstemperatur und vq größer als 0 ist. In diesem Fall muss auch dq größer als 0 sein.

Das Modell [PLURIS] wurde mit den Spezifikationen gemäß Bericht zur Umweltphysik Nr. 10 (2019) in [AUSTAL] implementiert und bildet außerdem die Grundlage für das in [VDI 3782-3] beschriebene integrale Fahnenmodell. Gemäß [MUNV NRW 14/10/2022] ergänzt und konkretisiert die [VDI 3782-3] die Vorgaben in Nr. 7 Anhang 2 [TA Luft 2021] und ist daher bei der Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung nach [TA Luft 2021] anzuwenden. Die Anwendung des Modells beschränkt sich dabei gemäß [VDI 3782-3] auf gefasste Quellen mit vertikalem Austritt in Form von einzelnen, freistehenden und einzügigen Schornsteinen und setzt deshalb im Allgemeinen einen ungestörten Abtransport des Abgases mit der freien Luftströmung nach den Vorgaben der [VDI 3781-4] voraus. Einflüsse durch weitere Schornsteine oder Hindernisse wie Gebäude oder dichter Bewuchs in der Nähe des Schornsteins werden in dem Modell nicht berücksichtigt, können aber mit Hilfe eines geeigneten Windfeldmodells näherungsweise berücksichtigt werden. Ein ungestörter Abtransport des Abgases mit der freien Luftströmung ist gemäß [VDI 3781-4] gegeben, wenn die Schornsteinmündung außerhalb der Rezirkulationszonen der Gebäude liegt. Sofern keine weiteren Störfaktoren (z. B. Bewuchs oder benachbarte Schornsteine, die nicht in [VDI 3781-4] betrachtet werden) vorliegen, kann daher bei Einhaltung der Anforderungen der [VDI 3781-4] von einem ungestörten Abtransport des Abgases mit der freien Luftströmung ausgegangen und eine Abgasfahnenüberhöhung berücksichtigt werden.

Da BHKW-Geruchsemissionen bei nicht ungestörter Abluftableitung i.d.R. immissionsseitig nicht wahrnehmbar sind, wird den Quellen QUE_4 und QUE_6 eine Abgasfahnenüberhöhung zugeordnet. Die hieraus resultierenden Immissionsbelastungen können als ausreichend konservativ angesehen werden.

Die Parameter der jeweiligen Abgasfahnenüberhöhung können der nachfolgenden Tabelle sowie den Protokollen im Anhang entnommen werden.

Tabelle 16: Abgasfahnenüberhöhung, BHKW

Quellen-Nr.	**Durchmesser dq in m**	**Temperatur tq in °C**	**Volumenstrom Rq in Nm³ feucht/h**	**Austritts-geschwindigkeit vq in m/s**	**Wasserbeladung zq in kg H_2O/kg tr.Luft.**
QUE_4	0,29[1)]	180	6.204[2)]	43,3[3)]	n. b.[4)]
QUE_6	0,26[1)]	180	2.290[2)]	19,9[3)]	n. b.[4)]

1) *gemäß dem Auszug aus dem Messbericht EB620254 der chemlab GmbH*
2) *berechnet auf Grundlage des Volumenstrom Norm feucht, 20 °C und der Bezugstemperatur von 0 °C*
3) *mit Benutzeroberfläche (AUSTAL View **10.3.0**) des Ausbreitungsmodells über Herleitung Volumenstrom Norm feucht*
4) *Wasserbeladung nicht bekannt. Es wird konservativ mit 0 kg/kg gerechnet.*

5.5 Zusammenfassung der Quellparameter

Für die Immissionsberechnung ergeben sich die nachfolgenden Eingabedaten.

Tabelle 17: Gesamtzusatzbelastung: Zusammenfassung der Quellparameter

Quelle	Geruchs-stoffstrom in GE/s	Höhe in m	Quellart	Ableitung diffus/ger.	Emissionszeit in h/a
QUE_0	38	0 – 1	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_1	180	0 – 5	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_2	30	0 – 4,3	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_3	20	0 – 2	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_4	4.809	10	Punktquelle	gerichtet	3.000
QUE_5	44	0 – 2	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_6	1.775	12	Punktquelle	gerichtet	1.000
QUE_7	211	8	Punktquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_8	376	0 – 4,3	Volumenquelle	diffus	365
QUE_9	90	0 – 2	Volumenquelle	diffus	8.760 (ganzjährig)
QUE_10	54	0 – 2	Volumenquelle	diffus	365
QUE_11	53	0 – 5	Linienquelle	diffus	8.760
QUE_12	4	0 – 1	Linienquelle	diffus	768

6 Ausbreitungsparameter

6.1 Ausbreitungsmodell

Die gegenständlichen Ausbreitungsrechnungen werden auf Basis der [VDI 3788-1], der Anforderungen der [TA Luft 2021] sowie spezieller Anpassungen für Geruch mit dem Referenzmodell [AUSTAL] durchgeführt. Das Referenzmodell [AUSTAL] basiert auf dem in [VDI 3945-3_2000] beschriebenen Partikelmodell und den Ergänzungen in Anhang 2 [TA Luft 2021].

6.2 Meteorologische Daten

Mit Hilfe der Emissionskenndaten (Emissionsfrachten, Ableitbedingungen, etc.) und der meteorologischen Ausbreitungsparameter lässt sich die durch den Betrieb der vorgenannten Emissionsquellen verursachte Immissionsbelastung in deren Umgebung berechnen.

Meteorologische Daten sind als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit durch skalare Mittelung und die Windrichtung durch vektorielle Mittelung des Windvektors zu bestimmen ist. Die verwendeten Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse sollen für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Die verwendeten Werte von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sollen für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch sein. Die Festlegung dieses Ortes und seine Eignung für die Aufgabenstellung sind zu begründen.

Als meteorologische Daten können:

- geeignete Messungen einer nach [VDI 3783-21] ausgerüsteten und betriebenen Messstation im Rechengebiet,
- Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach [VDI 3783-21] ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach [VDI 3783-20] geprüft wurde,
- Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden (die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle, sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten, sind nachzuweisen),

verwendet werden.

6.2.1 Prüfung der Übertragbarkeit nach VDI 3783-20

Zur Ermittlung räumlich repräsentativer meteorologischer Daten wurde eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten in Anlehnung an [VDI 3783-20] für Ausbreitungsrechnungen nach [TA Luft 2021] durchgeführt. Der entsprechende Bericht kann in Anhang A eingesehen werden.

Gewählte meteorologische Daten

Gemäß der durchgeführten Repräsentanzprüfung wird für die Berechnung die meteorologischen Daten die Messstation Diepholz (Stations-ID: 963) verwendet. Die entsprechenden Daten der Messstation können im Anhang A eingesehen werden.

6.2.2 Zeitliche Repräsentanz der Daten

Gemäß Nr. 1, Anhang 2 [TA Luft 2021] ist die Ausbreitungsrechnung für Geruchsstoffe als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr oder auf Basis einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung von Ausbreitungssituationen durchzuführen. Die verwendeten Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse sollen gemäß Nr. 9.1, Anhang 2 [TA Luft 2021] für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Für die Messstation Diepholz sind Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTERM) für Einzeljahre verfügbar. Der Nachweis der zeitlichen Repräsentanz erfolgt für Ausbreitungsklassenzeitreihen durch eine Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres mittels Vergleichs von Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung mit dem langjährigen Mittel. Für die Ausbreitungsklassenzeitreihen der vorgenannten Messstation ergab die Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres für die Ausbreitungsklassenzeitreihe des Jahres 2009 die geringste Abweichung gegenüber dem langjährigen Mittel. Die Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres kann im Anhang A eingesehen werden.

6.2.3 Anemometerstandort und -höhe

Da die Ausbreitungsrechnung mit Geländemodell und mit Gebäudemodell erfolgt, wird die gemäß Anhang A empfohlene Ersatzanemometerposition (EAP) verwendet.

Eine grafische Darstellung des gegliederten Geländes und der gewählten EAP ist im Anhang A einsehbar.

Die für die Berechnung relevante Anemometerhöhe ist gemäß [DWD 2014] in Abhängigkeit von der Rauigkeitslänge am Messort sowie am Beurteilungsort zu korrigieren. Die korrigierte Anemometerhöhe kann Tabelle 18 entnommen werden.

6.2.4 Kaltluftabflüsse

Gemäß Nr. 9.8, Anhang 2 [TA Luft 2021] sind in Gebieten, in denen Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten, insbesondere Kaltluftabflüsse zu erwarten sind, diese Einflüsse zu prüfen und gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Lokale Kaltluft bildet sich infolge unterschiedlicher Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche und kann insbesondere in windschwachen, wolkenarmen Nächten auftreten. Kaltluftentstehung und Kaltluftabfluss hängen maßgeblich von meteorologischen Verhältnissen (insbesondere Strömungen zum Ausgleich von Temperatur- und Druckgradienten), der Flächennutzung sowie von der Geländeform und -exposition ab. Bei Vorliegen von relevant topografisch gegliedertem Gelände fließt die an den Hängen gebildete Kaltluft aufgrund seiner höheren Dichte (gegenüber warmer Luft) hangabwärts. Der Abfluss erfolgt dabei in Bodennähe. Im Talbereich bzw. an Senken kommt es typischerweise zur Bildung von Kaltluftseen. Bis zu welcher Höhe der Kaltluftsee anwächst und wie stark sich die Luft dort während der Nacht abkühlt, hängt von der Größe, der Geländegestalt und dem Bewuchs des Einzugsgebietes der Kaltluft sowie von den Abflussmöglichkeiten aus dem Sammelgebiet selbst ab. Die Fließgeschwindigkeit am Hang ist insbesondere von der vorliegenden Geländeneigung und der Bodenrauigkeit abhängig. Je steiler die Hänge, desto schneller fließt die Kaltluft. Der Kaltluftabfluss erfolgt vorzugsweise über Freiflächen, wie z. B. Wiesen und Weiden, mit (ausgeprägter) Hanglage. Bei Hängen mit dichtem, zusammenhängendem Bewuchs (z. B. Wälder) oder dichter, geschlossener Bebauung (z. B. Dörfer/Städte) ist mit einer verminderten Kaltluftbildung bzw. einer verminderten Abflussgeschwindigkeit aufgrund der höheren Rauigkeit zu rechnen.

Im vorliegenden Fall ist die Gliederung des Geländes nur geringfügig ausgeprägt, wodurch eine wesentliche Modifikation der Windrichtungsverteilung nicht zu erwarten ist. Relevante Kaltluftabflüsse sind aufgrund der vorliegenden Topografie nicht anzunehmen.

6.3 Rechengebiet

Im Rahmen dieser Prognose wird das durch das Berechnungsmodell konform zu den Vorgaben der [TA Luft 2021] ermittelte Rechengitter ohne Änderung übernommen. Details zum verwendeten Rechengitter können in Tabelle 18 eingesehen werden.

6.4 Beurteilungsgebiet

Die Beurteilungsflächen sind quadratische Teilflächen des Beurteilungsgebietes, deren Seitenlänge 250 m beträgt. Eine Verkleinerung der Beurteilungsflächen soll gewählt werden, wenn außergewöhnlich ungleichmäßig verteilte Geruchsimmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind, so dass sie den Vorgaben entsprechend nicht annähernd zutreffend erfasst werden können. Die Seitenlänge der Beurteilungsflächen sollte die größte Seitenlänge des darunterliegenden Rasters des Berechnungsgebietes nicht

unterschreiten. Das quadratische Gitternetz ist so festzulegen, dass der Emissionsschwerpunkt in der Mitte einer Beurteilungsfläche liegt. Abweichend davon ist eine Verschiebung des Netzes zulässig, wenn dies einer sachgerechten Beurteilung dienlich ist.

Beurteilungsflächen, die gleichzeitig Emissionsquellen enthalten, sind von einer Beurteilung auszuschließen.

Das Beurteilungsgebiet setzt sich gemäß Nr. 4.4.2, Anhang 7 [TA Luft 2021] bzw. Anhang C der [VDI 3886-1] aus der Kreisfläche um den Emissionsschwerpunkt der Anlage mit einem Radius, welcher dem 30-fachen der Schornsteinhöhe bzw. mindestens 600 m oder bei diffusen Quellen der Fläche mit einem Abstand von 600 m vom Rand des Anlagengeländes entspricht und dem Einwirkungsbereich der Anlage, in dem der Immissionsbeitrag ≥ 0,02 relative Häufigkeit (2-%-Isolinie) beträgt, zusammen. Der Immissionsbeitrag ist dabei unter Berücksichtigung des tierartspezifischen Gewichtungsfaktors (IZ_b) und gemäß der Rundungsregel nach Nr. 2.9 [TA Luft 2021] zu berechnen, nach der ein Wert von 0,024 gerundet 0,02 entspricht.

Die Seitenlänge der Beurteilungsflächen wurde hier auf 50 m reduziert, um eine Inhomogenität der Belastung weitestgehend zu vermeiden.

6.5 Berücksichtigung von Bebauung

Die Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind grundsätzlich zu berücksichtigen.

Im vorliegenden Fall betragen die Quellhöhen teilweise weniger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen.
Da der nächstgelegene Immissionsort in ca. 55 m Entfernung südlich von der Anlage liegt, ist davon auszugehen, dass sich die Immissionsorte außerhalb der Rezirkulationszonen der quellnahen Gebäude befinden. Gemäß Nr. 11, Anhang 2 [TA Luft 2021] kann daher das in [AUSTAL] integrierte diagnostische Windfeldmodell verwendet werden.

6.6 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Gemäß Nr. 6, Anhang 2 [TA Luft 2021] ist die Rauigkeitslänge für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 15-fache der Freisetzungshöhe (tatsächliche Bauhöhe des Schornsteins), mindestens aber 150 m beträgt. Setzt sich dieses Gebiet aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert der Tabelle 15 Anhang 2 [TA Luft 2021] zu runden.
Für eine vertikal ausgedehnte Quelle ist als Freisetzungshöhe ihre mittlere Höhe zu verwenden. Bei einer horizontal ausgedehnten Quelle ist als Ort der Schwerpunkt ihrer Grundfläche zu verwenden. Bei mehreren

Quellen ist für jede ein eigener Wert der Rauigkeitslänge und daraus der Mittelwert zu berechnen, wobei die Einzelwerte mit dem Quadrat der Freisetzungshöhe gewichtet werden.

Gebäude, die in der Ausbreitungsrechnung explizit oder indirekt über eine vertikal ausgedehnte Ersatzquelle berücksichtigt werden, dürfen in Anlehnung an [VDI 3783-13] nicht in die Bestimmung der mittleren Rauigkeitslänge einbezogen werden.

Die mittlere Rauigkeitslänge wird in Abhängigkeit des Landbedeckungsmodell Deutschland [LBM-DE], dem verwendeten Gebäudemodell und den in Tabelle 15 Anhang 2 [TA Luft 2021] aufgeführten Klassenzuordnungen bestimmt (vgl. auch Anhang B). Die mittlere Rauigkeitslänge wird für die Berechnung der Gesamtzusatzbelastung (IGZ) mit dem Wert 0,50 m angesetzt.

6.7 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Gemäß Nr. 12, Anhang 2 [TA Luft 2021] sind Unebenheiten des Geländes in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem zweifachen der Schornsteinbauhöhe entspricht.

Die maximalen Geländesteigungen im Berechnungsgebiet liegen oberhalb von 1:20 und unterhalb von 1:5. Ebenso treten Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Ableithöhen der Quellen auf. Geländeunebenheiten lassen sich daher mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells auf Basis eines digitalen Geländemodells berücksichtigen. Dieses Windfeldmodell wird auf Basis des topografischen Geländemodells der Shuttle Radar Topography Mission – SRTM1 (WebGIS) durch das in [AUSTAL] implementierte Modul TALdia erstellt.

6.8 Zusammenfassung der Modellparameter

Die Berechnungen werden mit den folgenden Rahmeneingabedaten (Tabelle 18) durchgeführt.

Tabelle 18: Zusammenfassung der Modellparameter

Modellparameter	Einheit	Wert
Wetterdatensatz	-	Diepholz 2009
Typ	-	AKTERM
Anemometerhöhe	m	22
Rauigkeitslänge	m	0,50
Rechengebiet	m	4.608 x 4.608
Typ Rechengitter	-	6-fach geschachtelt
Gitterweiten	m	4, 8, 16, 32, 64, 128
Koordinate Rechengitter links unten (UTM ETRS89, Zone 32 Nord)	m	x: 442001 y: 5835758
Abmessungen Beurteilungsgitter	m	600 x 600
Seitenlänge der Beurteilungsflächen	m	50
Qualitätsstufe	-	2
Gebäudemodell	-	ja, diagnostisch
Geländemodell	-	ja, diagnostisch

6.9 Durchführung der Ausbreitungsrechnungen

Die Ausbreitungsrechnung für Geruch erfolgt als dezidierter und in dem Ausbreitungsmodell implementierter Einzelstoff (ODOR_100) unter Verwendung der in Kapitel 5 ermittelten Emissionen ohne Deposition.

7 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung und Diskussion der Ergebnisse

7.1 Ergebnisse

Die Ausbreitungsrechnung hat innerhalb des Beurteilungsgebietes folgende Geruchsstundenhäufigkeit in % als Gesamtzusatzbelastung IGZ ergeben:

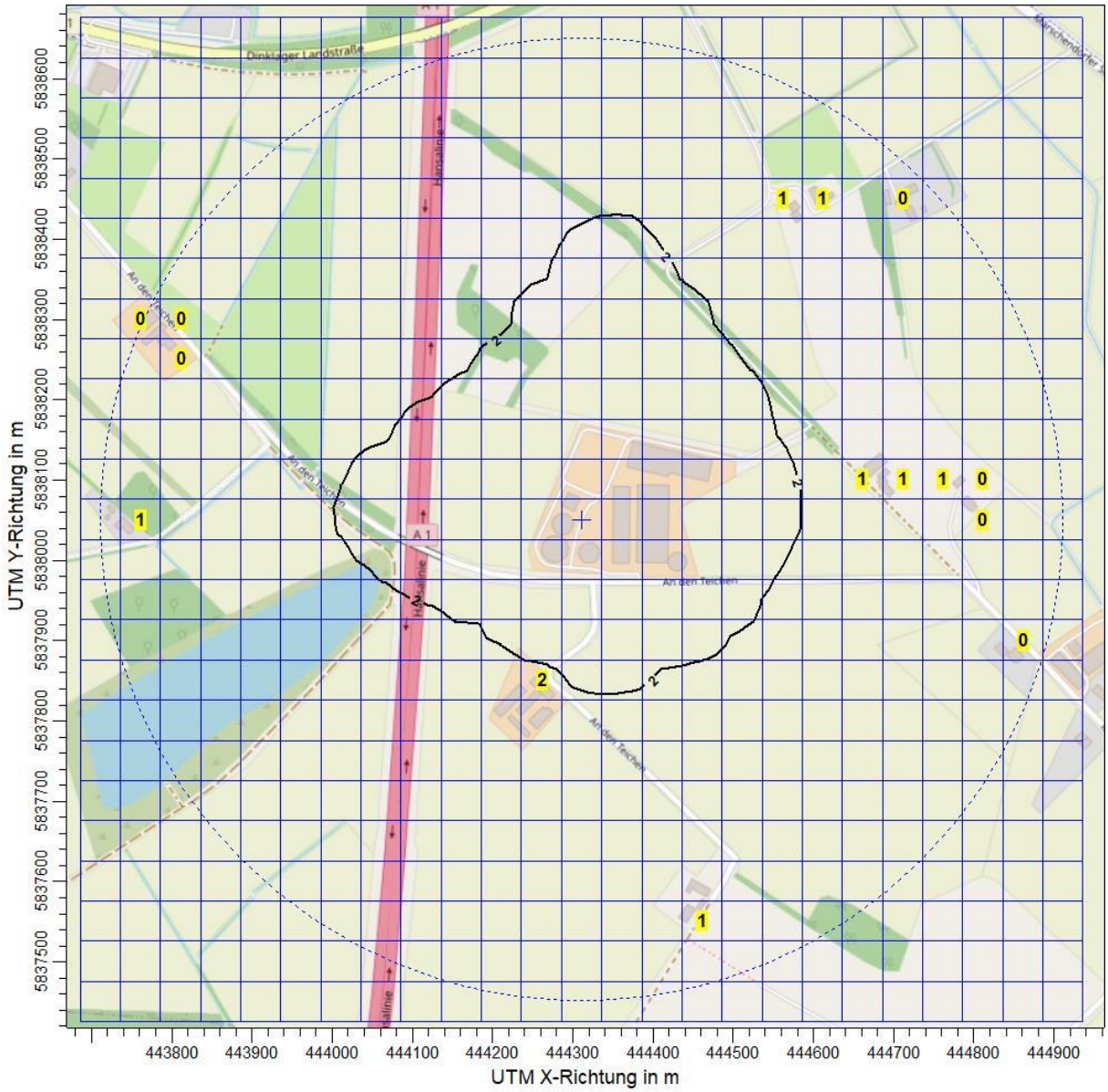


Abbildung 4: Gesamtzusatzbelastung IGZ durch den Betrieb der geänderten Biogasanlage in % der Jahresstunden, Seitenlänge: 50 m

7.2 Diskussion

Durch das Ausbreitungsmodell [AUSTAL] wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % als Gesamtzusatzbelastung IGZ ermittelt.

Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium (≤ 2 %) nach Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] nicht. Eine Gesamtzusatzbelastung von 2 % ist gemäß Nr. 3.3 Anhang 7 [TA Luft 2021] auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen. Auf eine Ermittlung der Vor- und Gesamtbelastung wird daher verzichtet.

Die Untersuchungsergebnisse gelten unter Einhaltung der im Gutachten beschriebenen Betriebsweise.

Das Berechnungsprotokoll sowie die Zusammenfassung der Emissionsdaten können im Anhang eingesehen werden.

8 Angaben zur Qualität der Prognose

Gemäß Nr. 10 des Anhangs 2 der [TA Luft 2021] ist festgelegt, dass die statistische Unsicherheit im Rechengebiet bei Bestimmung des Jahresimmissionskennwertes 3 % des Jahresimmissionswertes nicht überschreiten darf und beim Tagesimmissionskennwert 30 % des Tagesimmissionswertes. Gegebenenfalls ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl (Parameter q_s) zu reduzieren.

Bei der Berechnung der Geruchsstundenhäufigkeit ist darauf zu achten, dass die statistische Unsicherheit der Stundenmittel der Konzentration hinreichend klein ist, damit systematische Effekte bei der Identifikation einer Geruchsstunde ausgeschlossen werden können.

Angaben zur statistischen Unsicherheit können den Protokollen im Anhang entnommen werden.

Die Unterzeichner erstellten dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienten die vorgelegten und im Gutachten zitierten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.

M.Sc. Kilian Adams
Projektleiter
Berichtserstellung und Auswertung

M.Sc. Anastasia Elwein
Fachkundige Mitarbeiterin
Prüfung Meteorologie (Anhang A)

Dipl.-Ing. Doris Einfeldt
Stellvertretend Fachlich Verantwortliche
(Ausbreitungsrechnungen)
Prüfung und Freigabe

Anhang

Verzeichnis des Anhangs

A	**Meteorologische Daten**
B	**Bestimmung der Rauigkeitslänge**
C	**Grafische Emissionskataster**
D	**Dokumentation der Immissionsberechnung**
E	**Prüfliste**

A Meteorologische Daten

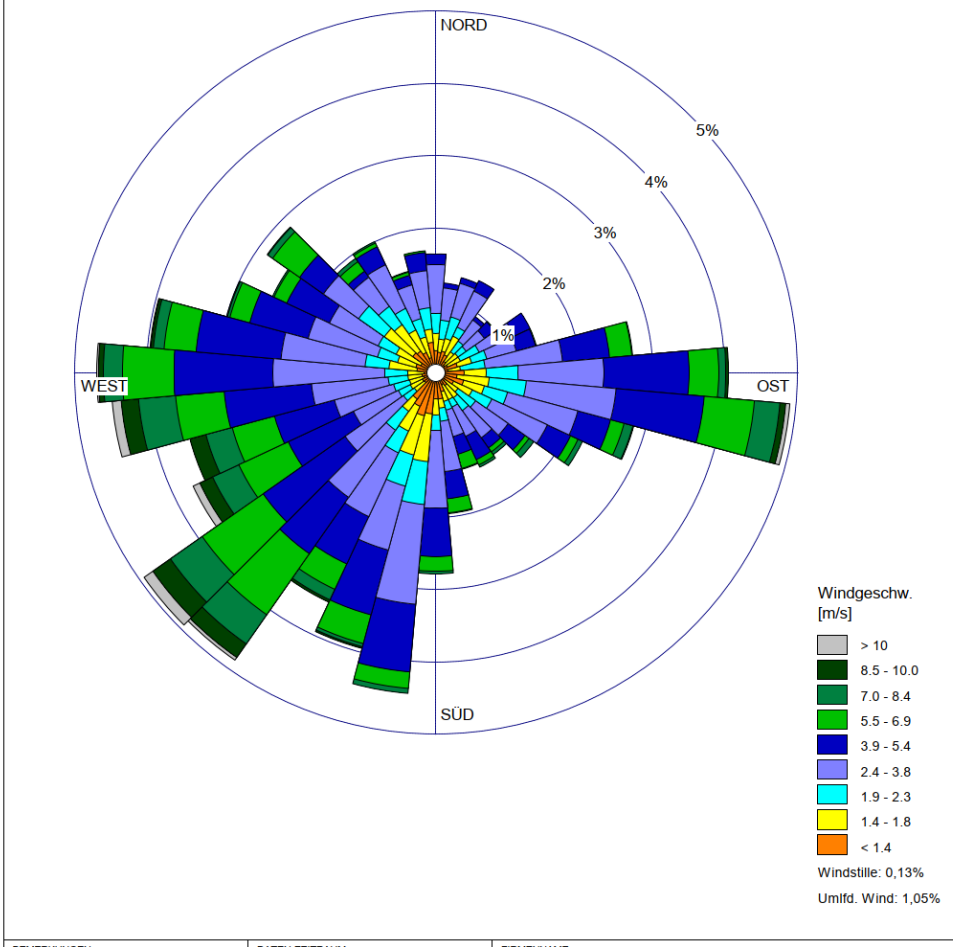
Grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung (Windrichtung, Windgeschwindigkeit) der verwendeten meteorologischen Daten

WINDROSEN-PLOT:

Windrose Wetterstation Diepholz

ANZEIGE:

Windgeschwindigkeit
Windrichtung (aus Richtung)



BEMERKUNGEN:	DATEN-ZEITRAUM: **Start-Datum: 01.01.2009 - 00:00** **End-Datum: 31.12.2009 - 23:00**	FIRMENNAME: **Normec uppenkamp GmbH**	
		BEARBEITER: **M.Sc. Kilian Adams**	Normec uppenkamp
	WINDSTILLE: **0,13%**	GESAMTANZAHL: **8440 Std.**	
	MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEIT: **3,55 m/s**	DATUM: **12.07.2023**	PROJEKT-NR.: **I04046623**

Meteo View - Lakes Environmental Software & ArguSoft

Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach Anhang 2 der TA Luft 2021

Grundlagen

[AUSTAL View]	Benutzeroberfläche AUSTAL View in der Version **10.3.0** TG, Lakes Environmental Software Ins, ArguSoft GmbH & Co. KG
[DWD_CDC_windroses_qpr]	DWD Climate Data Center (CDC): TA-Luft-Stärkewindrosen der Jahresstunden in % aus Stationsmessungen für Deutschland, Version v21.3., Deutscher Wetterdienst, Abfrage Aug. 2021über cdc-Server
[DWD_CDC_windroses]	DWD Climate Data Center (CDC): Stärkewindrosen der Jahresstunden in % aus Stationsmessungen für Deutschland in ca. 10 m Höhe, Version v21.3., Deutscher Wetterdienst, Abfrage Aug. 2021über cdc-Server
[DWD_CDC_historical]	DWD Climate Data Center (CDC): Historische stündliche Stationsmessungen der Windgeschwindigkeit und Windrichtung für Deutschland, Version v21.3., 2021, Deutscher Wetterdienst, Abfrage Aug. 2021über cdc-Server
[DWD 2014]	Merkblatt – Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenen Anemometerhöhe, Deutscher Wetterdienst, Abt. Klima- und Umweltberatung, Offenbach. 15.10.2014
[SWM]	Statistisches Windfeldmodell (SWM), cdat, kdat und wdat in 10 m Höhe, 200 m Rasterdaten, Deutscher Wetterdienst, Abfrage in 2019 über cdc-Server
[TA Luft 2021]	Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit), Gemeinsames Ministerialblatt (herausgegeben vom Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat), 72. Jahrgang, Nr. 48-54, Seite 1049 vom 14.09.2021
[TRY]	Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse (TRY), Deutscher Wetterdienst. 2017
[VDI 3783-13]	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01
[VDI 3783-16]	Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. 2020-10

[VDI 3783-20]	Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03
[VDI 3783-21]	Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL. 2017-03

Weitere verwendete Unterlagen (Stand, zur Verfügung gestellt durch):

- OpenStreetMaps (2023, © OpenStreetMaps-Mitwirkende),
- Naturräumliche Großregionen BfL (Meynen, Schmithüsen et al.) (Aug. 2021, Wikimedia (CC BY-SA 3.0)),
- Geländedaten SRTM30 (2023, OWS Terris/NASA).

Vorgehensweise

Meteorologische Daten sind als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit durch skalare Mittelung und die Windrichtung durch vektorielle Mittelung des Windvektors zu bestimmen sind. Die verwendeten Werte für Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Monin-Obukhov-Länge oder Ausbreitungsklasse sollen für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein.

Sofern am Anlagenstandort keine Wetterdaten vorliegen, sind Daten einer Wetterstation zu verwenden, die als repräsentativ für den Anlagenstandort anzusehen ist. Dabei ist gemäß Anhang 2 der [TA Luft 2021] wie folgt vorzugehen:

1) Daten einer Messstation des Deutschen Wetterdienstes oder einer anderen nach der Richtlinie VDI 3783 Blatt 23 (Ausgabe März 2017) ausgerüsteten und betriebenen Messstation, deren Übertragbarkeit auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (Ausgabe März 2017) geprüft wurde, oder
2) Daten, die mit Hilfe von Modellen erzeugt wurden. Die Eignung und Qualität der eingesetzten Modelle sowie die Repräsentativität des Datensatzes für den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten sind nachzuweisen.

Die verwendeten Werte von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sollen für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch sein. Die Festlegung dieses Ortes und seine Eignung für die Aufgabenstellung sind zu begründen. Dieser Ort wird im Folgenden als Ersatzanemometerstandort (EAP) bezeichnet.

Die Prüfung der räumlichen Repräsentanz nach Anhang 2 der [TA Luft 2021] wird anhand der [VDI 3783-20] bezüglich der folgenden Kriterien durchgeführt:

- Ermittlung des Ersatzanemometerstandortes (EAP),
- Abschätzung der lokalen topographischen Einflüsse auf das Windfeld am EAP-Standort,
- Abschätzung der markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung (Maximum und Minimum) am EAP-Standort,
- Abschätzung der zu erwartenden Windgeschwindigkeitsverhältnisse am EAP-Standort,
- Vergleich der Erwartungswerte mit den markanten Strukturen der Windrichtungsverteilung an den ausgewählten verfügbaren Bezugswindstationen und Abschätzung der räumlichen Repräsentanz,
- Vergleich der jeweiligen Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (und ggf. Schwachwindhäufigkeiten (<1 m/s)) mit den entsprechenden Sollwerten am EAP-Standort (Höhen- und Rauigkeitslängen korrigiert).

In begründeten Einzelfällen ist nach [VDI 3783-13] die Verwendung meteorologischer Daten zulässig, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine konservative Abschätzung der Immissionszusatzbelastung entsprechend der Aufgabenstellung gewährleisten. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn sich schutzwürdige Nutzungen ausschließlich in einem eindeutig definierten Richtungssektor in Bezug auf die Anlage befinden.

Anlage und Anlagenumfeld

Geplant ist die Änderung einer bestehenden Biogasanlage in Lohne-Märschendorf. Für die detaillierte Beschreibung der Anlage und deren näheres Anlagenumfeld sei auf Kapitel 4 des vorliegenden Gutachtens verwiesen. Die Emissionsquellhöhe beträgt bis ca. 10 m über Grund. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die örtlichen Kernparameter der Anlage bzw. des Standortes:

Tabelle 19: Kernparameter geplanter Anlage bzw. des Standortes

Art der Anlage	**X-Koordinate (UTM 32) [m]**	**Y-Koordinate (UTM 32) [m]**	**Geländehöhe ü. NN [m]**
Biogasanlage	444305	5838062	27

Der Anlagenstandort befindet sich nordwestlich von Lohne und südöstlich des Lohner Ortsteils Märschendorf im ländlichen Umfeld (Abbildung 5).

Die Umgebung ist gekennzeichnet durch landwirtschaftlich genutzte Flächen mit wenig Baumbestand, unterbrochen durch einzelne Hofstellen und kleine dörfliche Strukturen. Im Nahbereich der Anlage befindet sich westlich der kleine Buschmannsee.

Abbildung 5: Räumliche Lage des Anlagenstandortes

Naturräumlich lässt sich der Standort als nördliche Dümmer-Geest-Niederung an der Grenze zur Ems-Hunte-Geest innerhalb des Norddeutschen Tieflandes einordnen (Abbildung 6). Somit ist im Nahbereich der Anlage eine unwesentliche topographische Gliederung des Geländes vorzufinden (Abbildung 7).

Abbildung 6: Naturräumliche Lage des Anlagenstandortes

Insgesamt ist damit zu rechnen, dass die Windverhältnisse durch die Norddeutsche Tiefebene und die Mittelgebirge großräumig beeinflusst werden. Im Prüfgebiet wirken sich lokale Einflüsse auf die großräumigen Windrichtungsverhältnisse nicht wesentlich aus.

Relevante Kaltluftabflüsse sind aufgrund der vorliegenden Topografie nicht zu erwarten.

Abbildung 7: Topografie Anlagenumfeld

Bestimmung Ersatzanemometerposition

Gemäß den Vorschriften der [VDI 3783-13] und der [VDI 3783-16] wird eine Ersatzanemometerposition des Anlagenstandortes anhand der Winddaten der Wetterstation Diepholz wie folgt bestimmt:

Tabelle 20: Kernparameter Ersatzanemometerposition

Bezeichnung	X-Koordinate (UTM 32 [m]	Y-Koordinate (UTM 32) [m]	Geländehöhe ü. NN [m]	Entfernung zum Anlagenstandort ca. [km]	Lage bzgl. Anlagen-standort
Ersatzanemometer-position	442612	5837207	40	1,8	südwestlich

Die Berechnung der EAP erfolgt mit dem in [VDI 3783-16] beschriebenen Berechnungsverfahren (TAL-Anemo), welches in [AUSTAL View 10] implementiert wurde.

Die räumliche Lage der EAP ist in Abbildung 8 ersichtlich.

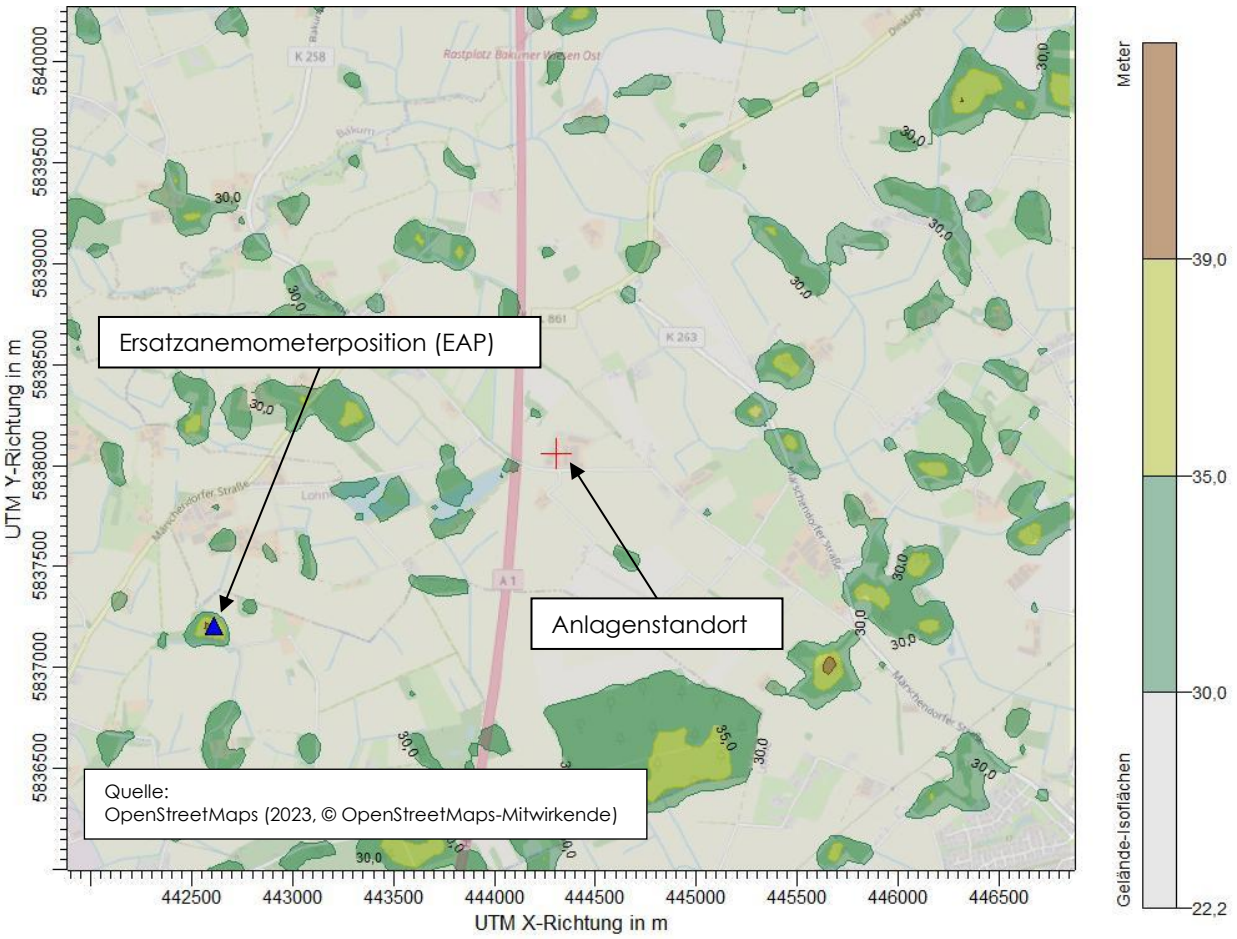


Abbildung 8: Räumliche Lage des Anlagenstandortes und des EAP (blaues Dreieck)

Erwartungswerte am Ersatzanemometerstandort (Zielbereich)

Es ist damit zu rechnen, dass die Windverhältnisse durch die Norddeutsche Tiefebene und die nahegelegenen Mittelgebirge großräumig beeinflusst werden. Im Prüfgebiet bzw. am EAP-Standort wirken sich lokale Einflüsse auf die großräumigen Windrichtungsverhältnisse nicht wesentlich aus.

Daher sind ein westliches bis südwestliches Hauptmaximum und ein sekundäres Maximum im Osten anzunehmen.

Für eine genauere Differenzierung und Verifizierung der Windrichtungsverteilung wird die am EAP-Standort erwartete Windrichtungsverteilung mit Hilfe der Testreferenzjahre für Deutschland [TRY] des Deutschen Wetterdienstes abgeschätzt. Dabei wurden die Mess- und Beobachtungsdaten des aktuellen Zeitraums (1995 – 2012) für mittlere Witterungsverhältnisse verwendet. Es zeigen sich ein Hauptmaximum im Bereich Südsüdwest bis Westsüdwest (210° - 240°) und ein sekundäres Maximum in Ost (90°). Das Minimum befindet sich in Nord bis Nordnordost (0° - 30°).

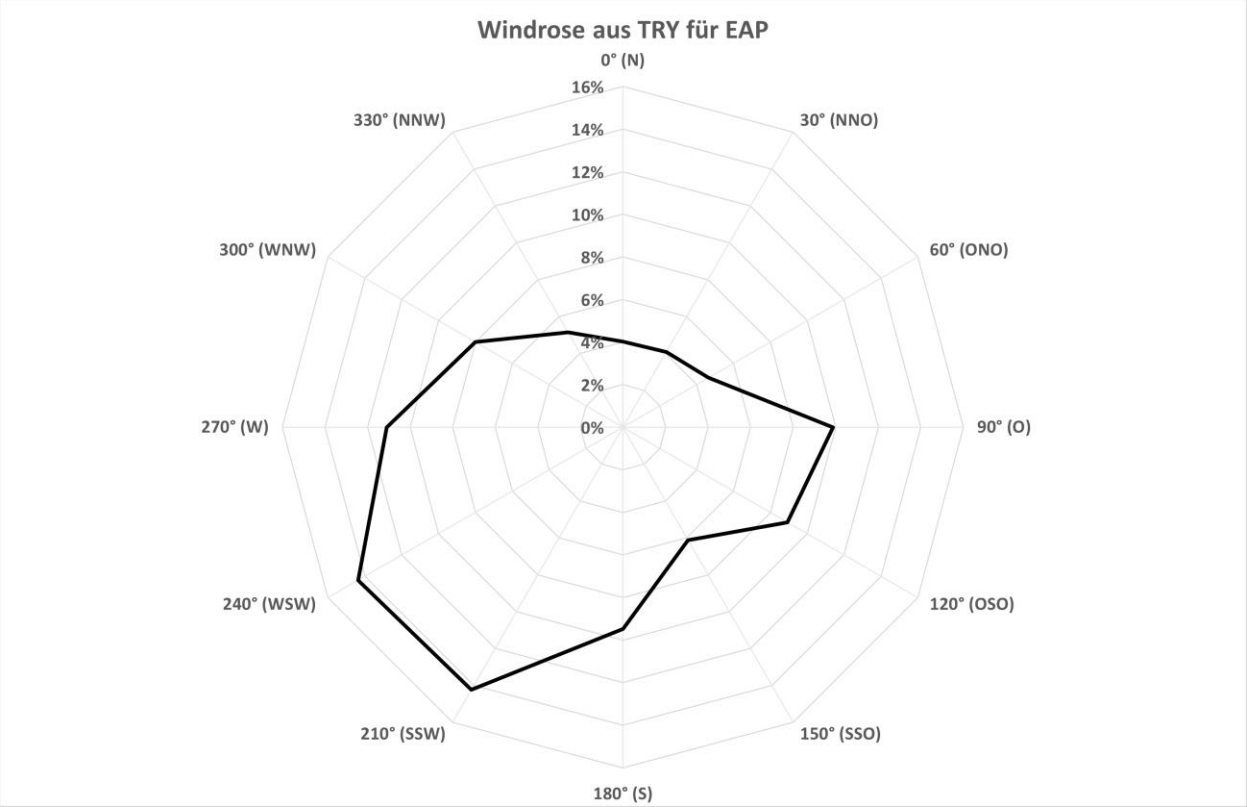


Abbildung 9: Windrichtungshäufigkeitsverteilung TRY-Daten für den EAP-Standort

Die Erwartungswerte für die Windgeschwindigkeit im Jahresmittel und die Häufigkeit von Schwachwinden werden anhand von Modelldaten des Statistischen Windfeldmodells des Deutschen Wetterdienstes [SWM] abgeschätzt. Im vorliegenden Fall wurden aus den Modelldaten Windgeschwindigkeitswerte und Weibull-Parameter (Form- und Skalenparameter zur Bestimmung der Häufigkeit von Schwachwinden) [TRY] für den EAP-Standort abgeleitet. Es zeigen sich eine mittlere Windgeschwindigkeit von 4,3 m/s und eine Schwachwindhäufigkeit von 6 % der Jahresstunden für den EAP-Standort.

Die Erwartungswerte für den EAP-Standort werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 21: Erwartungswerte am EAP-Standort

Windrichtungshäufigkeitsverteilung			**Windgeschwindigkeit**	
Maximum (°)	**Sekundäres Maximum (°)**	**Minimum (°)**	**Mittelwert in m/s**	**Schwachwindhäufigkeit (<1 m/s) in %**
210 - 240	90	0 - 30	4,3	6

Berücksichtigte Bezugswindstationen

Im Folgenden werden die Bezugswindstationen Diepholz, Belm, Friesoythe-Altenoythe und Bremen für die Prüfung der Übertragbarkeit berücksichtigt. Die betrachteten Messstationen wurden dabei aufgrund der räumlichen Nähe zum Anlagenstandort bzw. der räumlichen Ähnlichkeit ausgewählt und decken die Bereiche im regional relevanten Umfeld um den Anlagenstandort ausreichend ab. Abbildung 10 zeigt die Lage der Bezugswindstationen.

Die Stationen sind Messstationen des DWDs. Sie entsprechen den Qualitätsanforderungen der [VDI 3783-21]. Wetterdaten anderer Anbieter sind noch nicht abschließend bezüglich der Qualitätsanforderungen der [VDI 3783-21] bewertet, sodass sie nicht berücksichtigt werden.

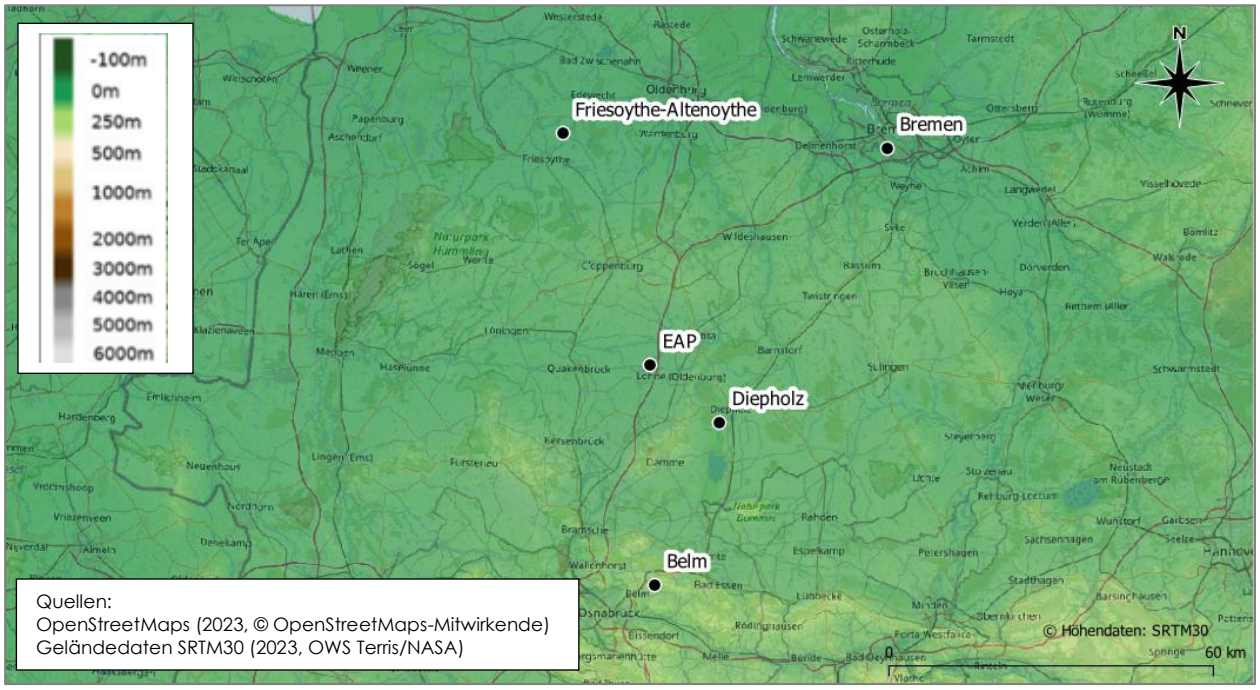


Abbildung 10: Lage der berücksichtigten Bezugswindstationen

Die Übersicht der untersuchten Wetterstationen ist in der folgenden (Tabelle 22) dargestellt:

Tabelle 22: Übersicht zu prüfender Bezugswindstationen

Station	Stations-Id.	Koordinaten (UTM 32)		Rauigkeitslänge (z0)	Stationshöhe (ü. NHN)	Windgeberhöhe (m)	Lage bzgl. EAP		Daten-Zeitraum
		X (m)	Y (m)				Entfernung (km)	Standort	
Diepholz	963	455450	5826655	0,09[1)]	38	12,0	17	SO	2011-2020[2)]
Belm	342	443383	5796622	0,06[1)]	103	10,0	41	S	2011-2020[3)]
Friesoythe-Altenoythe	1503	426437	5879987	0,03[1)]	6	10,0	46	NNW	2013-2020[3)]
Bremen	691	486451	5877296	0,10[1)]	4	10,0	56	NO	2011-2020[2)]

1) aus vorliegenden AKTERM-Datensätzen
2) Datensatz aus [DWD_CDC_windroses_qpr]
3) Datensatz aus [DWD_CDC_windroses]

Die Station **Diepholz** liegt am Flugplatz Diepholz direkt südlich von Baukomplexen des Fliegerhorstes Diepholz in der Nordwestdeutschen Geest der Westfälischen Bucht außerhalb des Einflussbereiches des südlich bzw. südöstlich gelegenen Niedersächsischen Berglandes.

Die Station **Belm** befindet sich im ländlichen Umfeld nordöstlich von Osnabrück in leicht gegliedertem Wiehengebirge des Niedersächsischen Berglandes. Das stärker gegliederte weitere Niedersächsische Bergland südöstlich scheint auf die Station keinen signifikanten Einfluss zu nehmen.

Die Station **Friesoythe-Altenoythe** liegt in unmittelbarer Nähe zum Ahrensdorfer Moor und Vehnemoor außerhalb des Stadtgebietes mit direktem ländlichem Umfeld ohne erkennbare signifikante lokale Einflüsse der Umgebung im Bereich der Westdeutschen Geest.

Die Station **Bremen** liegt am Flugplatz Bremen am Rande von Bremen in der Nordwestdeutschen Geest ohne erkennbare signifikante lokale Einflüsse der Umgebung.

Prüfung auf Übertragbarkeit

Für die Prüfung auf Übertragbarkeit werden die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen der genannten Bezugswindstationen mit den Erwartungswerten am EAP-Standort verglichen. Dafür werden im Folgenden die Windrichtungsverteilungen der Bezugswindstationen sowie deren gemessenen mittleren Windgeschwindigkeiten und Schwachwinde dargestellt. In der darauffolgenden zusammenfassenden

Tabelle werden die gewonnenen Erkenntnisse mit den Erwartungswerten am EAP gegenübergestellt. Um für die Vergleichbarkeit der Windgeschwindigkeiten zu sorgen, werden die mittlere Windgeschwindigkeit am EAP (Erwartungswert) und die gemessenen mittleren Windgeschwindigkeiten auf eine einheitliche Rauigkeitslänge und Anemometerhöhe normiert. Diese Umrechnung wurde anlog zu [DWD 2014] vorgenommen, wobei eine effektive Rauigkeitslänge im Umkreis des EAP und der jeweiligen Wetterstationen bestimmt wurde.

Die Windrichtungshäufigkeiten (Datenquelle entsprechend Tabelle 22: [DWD_CDC_windroses_qpr] bzw. [DWD_CDC_windroses] bzw. [DWD_CDC_historical]) der einzelnen Wetterstationen lassen sich wie folgt darstellen:

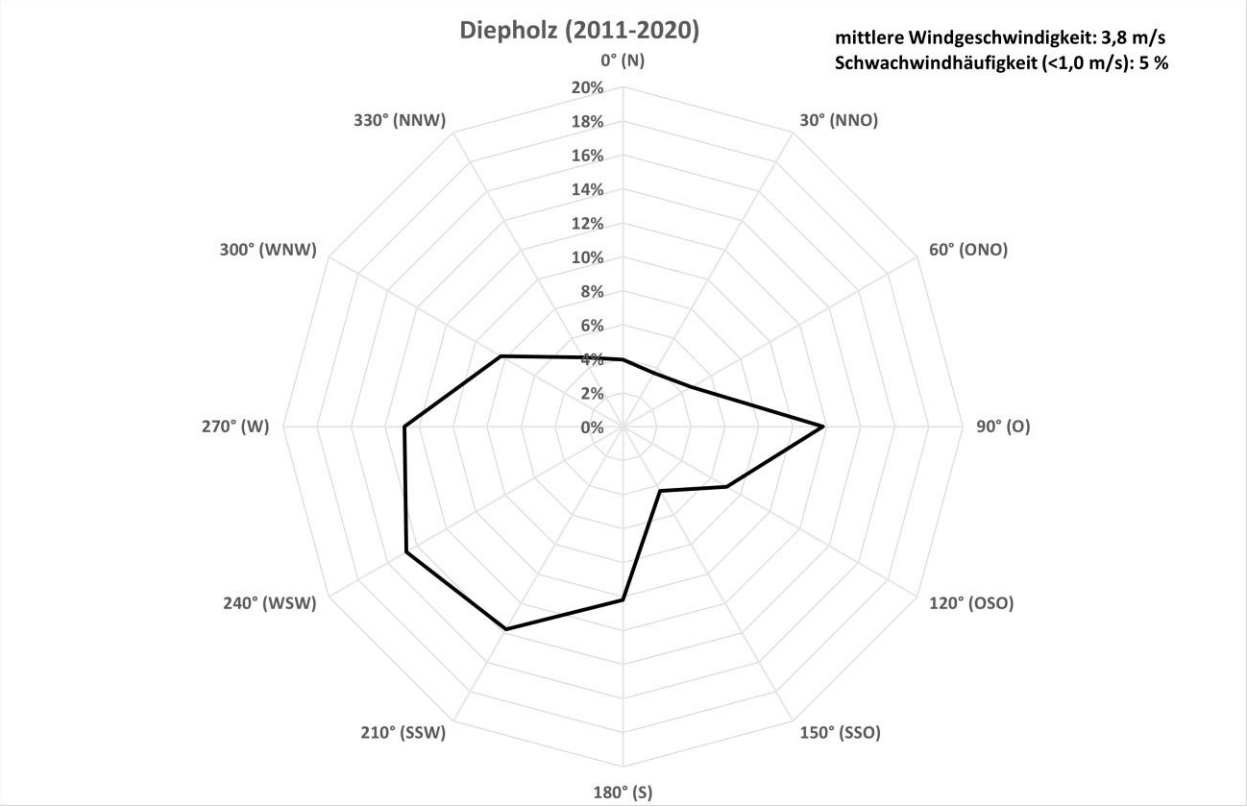


Abbildung 11: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Diepholz

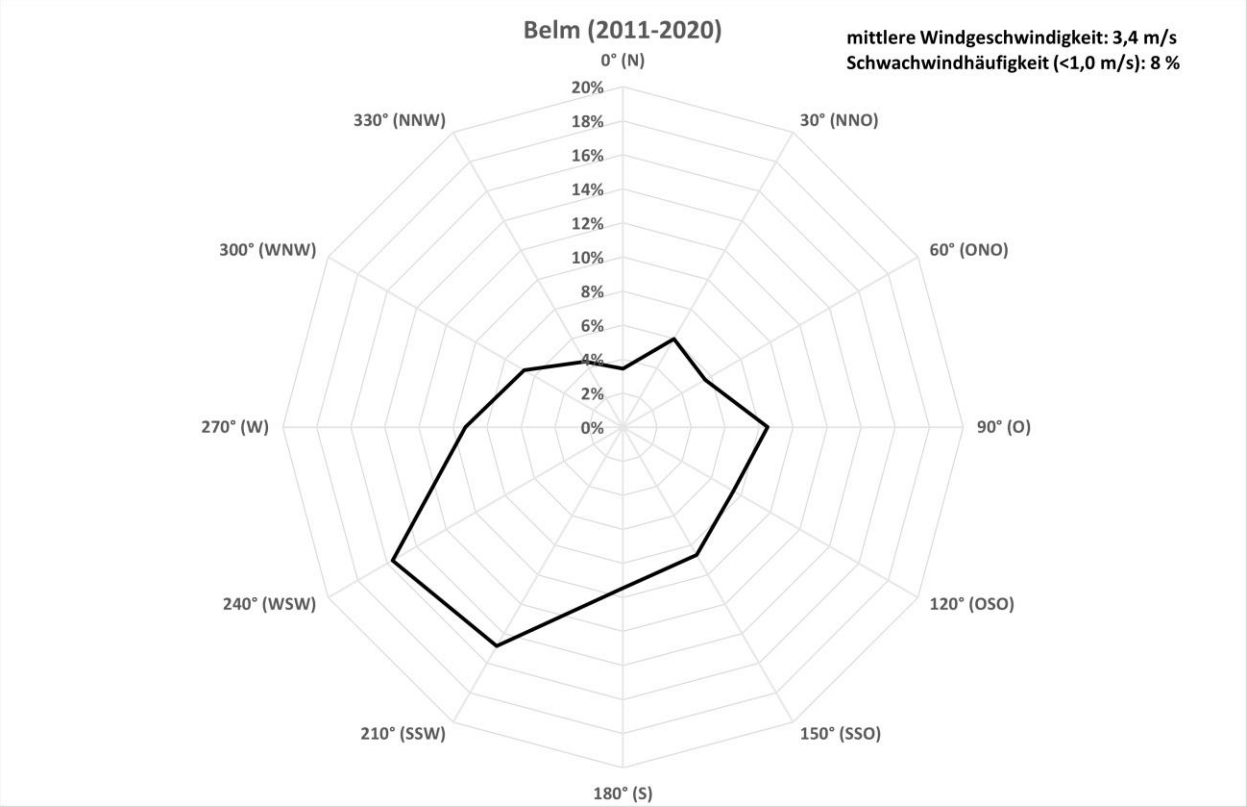


Abbildung 12: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Belm

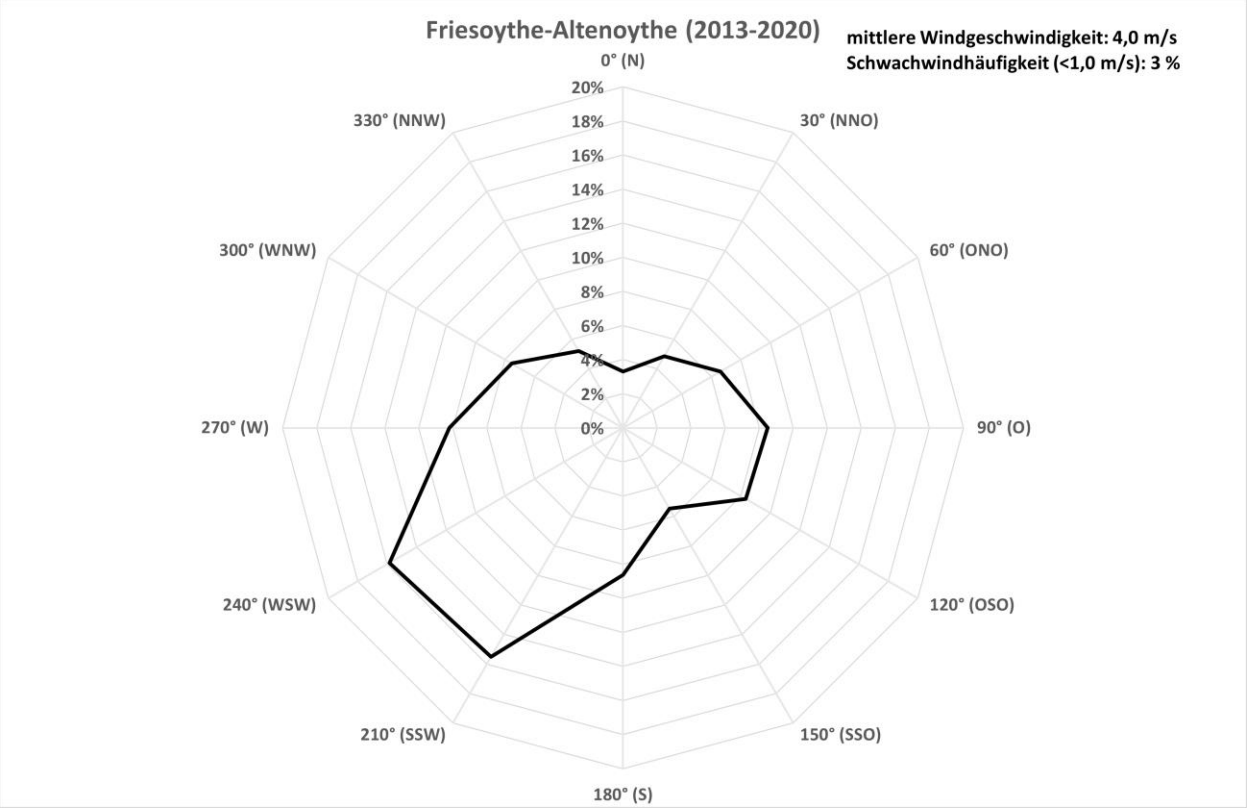


Abbildung 13: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Friesoythe-Altenoythe

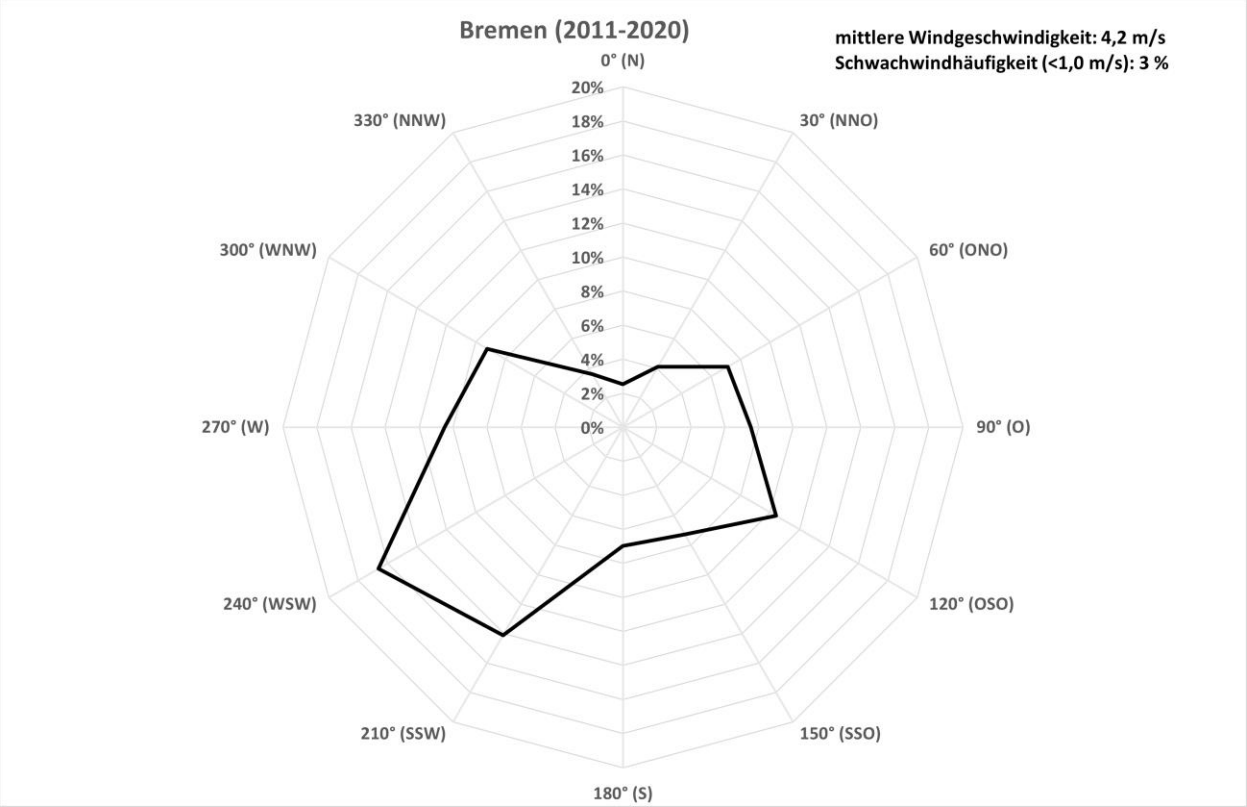


Abbildung 14: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Bremen

Der Vergleich der Windrichtungsverteilung der Stationen (Datenquelle entsprechend Tabelle 22: [DWD_CDC_windroses_qpr] bzw. [DWD_CDC_windroses] bzw. [DWD_CDC_historical]) und des EAP-Standortes [SWM] wird in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt:

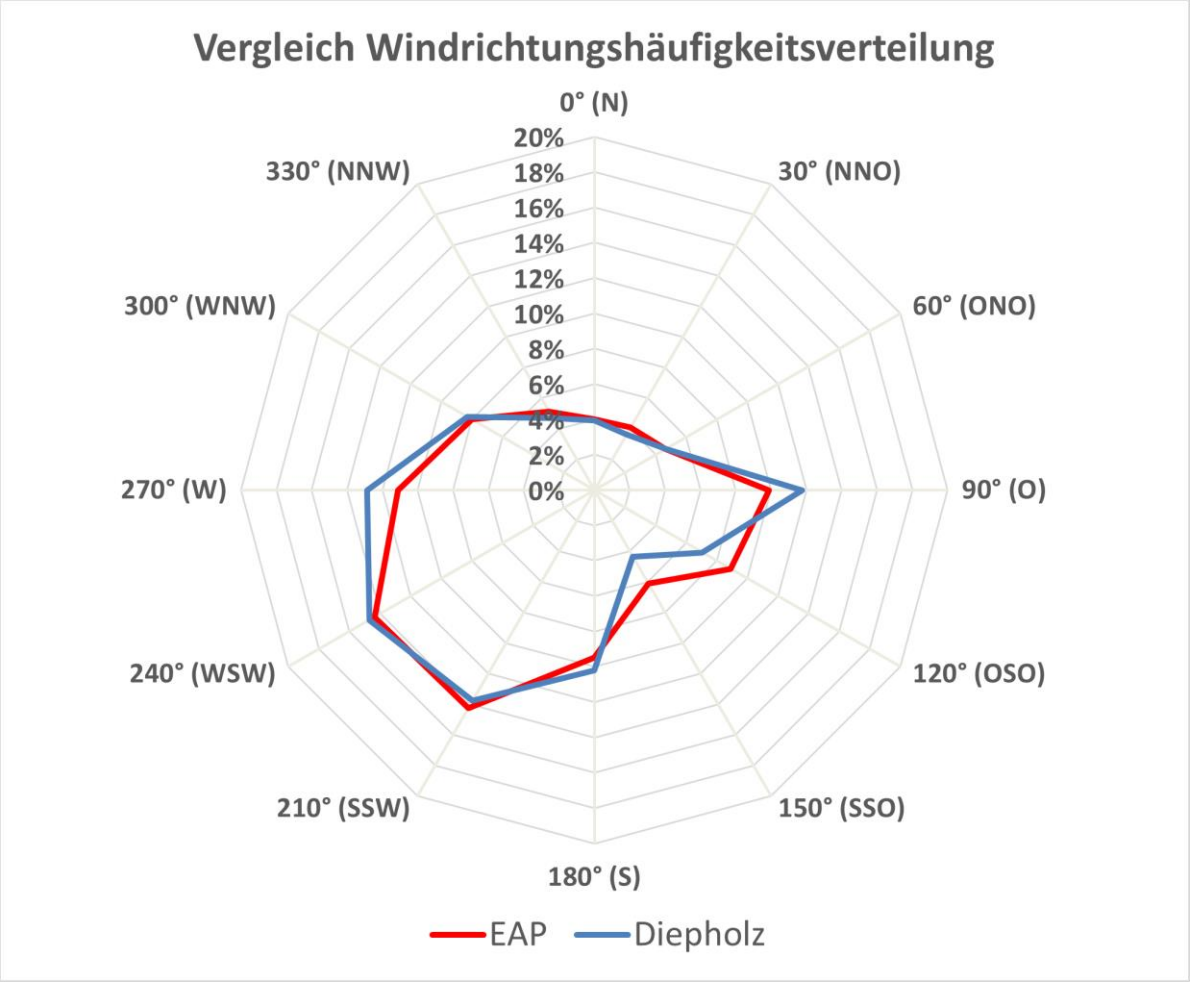


Abbildung 15: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstation Diepholz

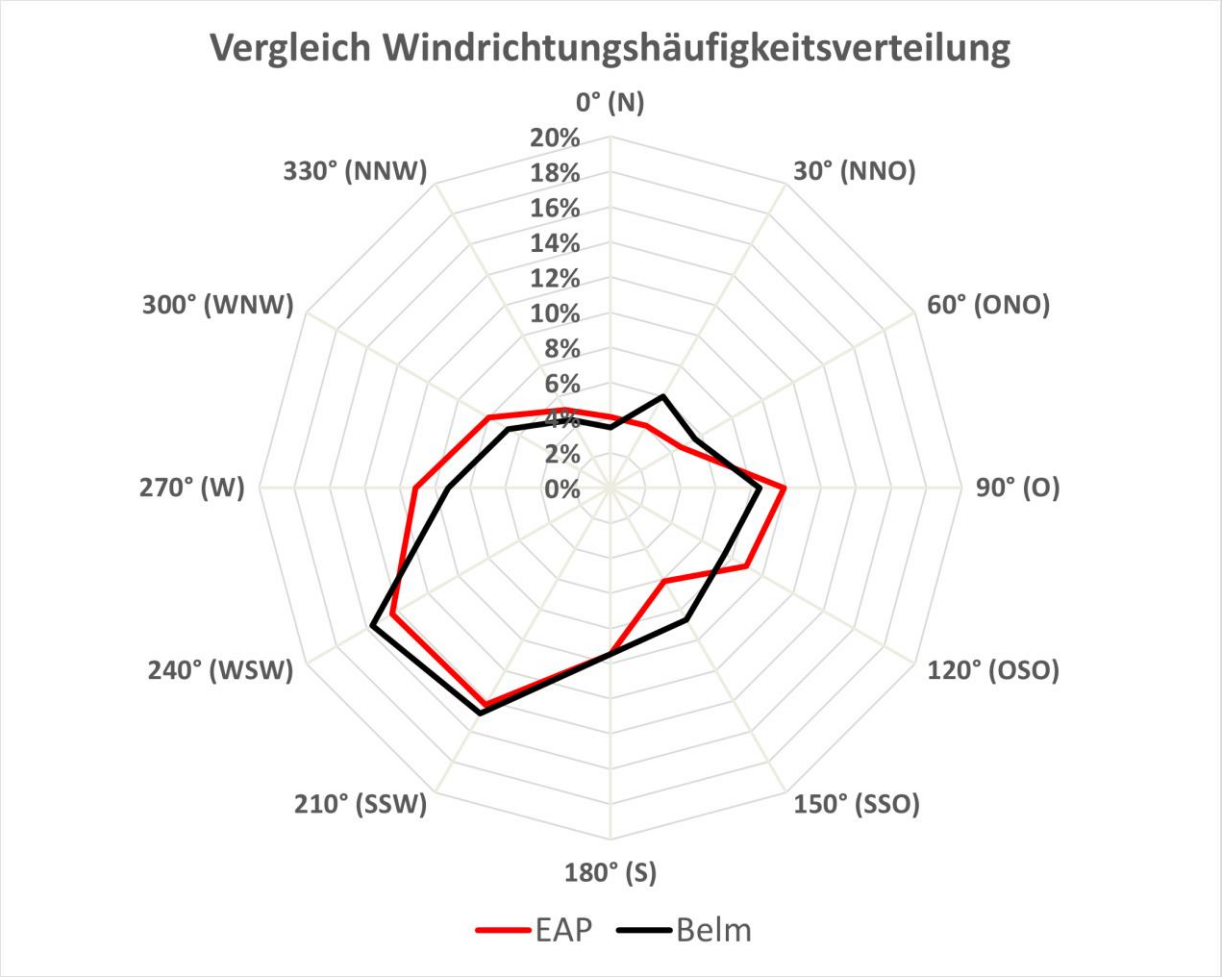


Abbildung 16: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstation Belm

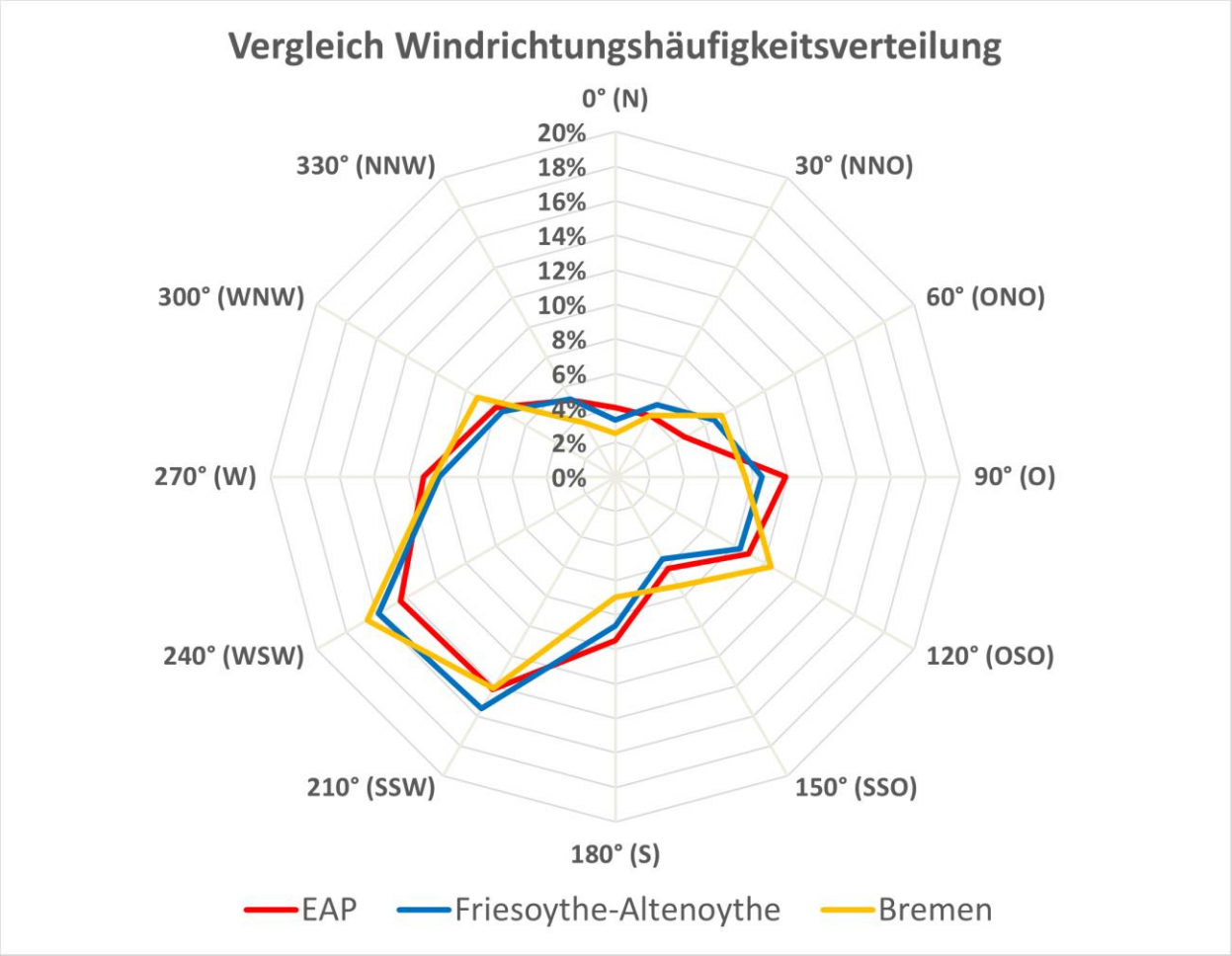


Abbildung 17: Vergleich Windrichtungsverteilung für EAP und Wetterstationen Friesoythe-Altenoythe und Bremen

Zusammenfassend werden Maxima und Minima der Windrichtungshäufigkeitsverteilung einzelner Wetterstationen und des EAP-Standortes in der Tabelle 29 aufgeführt. Die normierte gemessene Windgeschwindigkeit der jeweiligen Wetterstation und der Erwartungswert der normierten Windgeschwindigkeit am EAP-Standort sind ebenfalls in der Tabelle 29 abgebildet.

Tabelle 23: Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeit der Bezugswindstationen und des Erwartungswerts am EAP

Station	Windrichtungshäufigkeitsverteilung			Normierte gemessene Windgeschwindigkeit	Normierte Erwartungswerte Windgeschwindigkeit SWM
	Maximum (°)	Sekundäres Maximum (°)	Minimum (°)	Mittelwert in m/s	Mittelwert in m/s
EAP	210 - 240	90	0 - 30	-	4,9
Diepholz	210 - 240	90	0 - 30	3,9	-
Belm	210 - 240	90	0	3,9	-
Friesoythe-Altenoythe	210 - 240	90	0	3,5	-
Bremen	240	120	0	5,0	-

Tabelle 24: Bewertung der Übereinstimmung der Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeit der Bezugswindstationen mit den Erwartungswerten am EAP

Station	Windrichtungshäufigkeitsverteilung	Windgeschwindigkeit
Diepholz	gut	hinreichend
Belm	gut	hinreichend
Friesoythe-Altenoythe	gut	keine
Bremen	gut/hinreichend	gut

Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung in Bezug auf die Windrichtungshäufigkeitsverteilung für die Stationen Diepholz, Belm und Friesoythe-Altenoythe, aber nur in Teilen (beim Hauptmaximum) für Bremen.

Beim Vergleich der mittleren Windgeschwindigkeit zeigt Bremen eine gute Übereinstimmung mit dem Erwartungswert am EAP. Diepholz und Belm zeigen eine hinreichende Übereinstimmung auf. Für Friesoythe-Altenoythe wurde keine Übereinstimmung mit dem Erwartungswert am EAP gefunden. Die Betrachtung der Windrichtungsverteilung stellt dabei das primäre Entscheidungskriterium dar und ist stärker zu gewichten als die Betrachtung der Windgeschwindigkeitsverteilung.

Insgesamt lässt sich aufgrund der räumlichen Nähe, der überzeugenden Windrichtungshäufigkeitsverteilung und der mittleren Windgeschwindigkeit die Station **Diepholz** als hinreichend repräsentativ ansehen.

Ergebnis der Prüfung der Repräsentanz

Es wurden die Bezugswindstationen Diepholz, Belm, Friesoythe-Altenoythe und Bremen für die Prüfung der Übertragbarkeit berücksichtigt. Für Diepholz lässt sich eine durchweg gute Übereinstimmung bei der Windrichtungsverteilung finden. Auch der Vergleich mit den Erwartungswerten bezüglich der mittleren Windgeschwindigkeit ergab eine hinreichende Übereinstimmung. Somit ist die Station **Diepholz** als hinreichend repräsentativ anzusehen.

Selektion des zeitlich repräsentativen Jahres

(ggf. Auszüge daraus)

Bestimmung eines repräsentativen Jahres nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

Auftraggeber:	Normec uppenkamp GmbH Kapellenweg 8 48683 Ahaus	Tel.: 02561 44915-23
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Ralf Petrich Tel.: 037206 8929-40 Email: Ralf.Petrich@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	AKJ.20220302-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 3. März 2022	
Anzahl der Seiten:	29	
Anlagen:	-	

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18986-01-00

Akkreditiert für die Bereitstellung meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
An der Autobahn 7
09669 Frankenberg/Sa.

tel +49 (0) 37206.89 29 0
fax +49 (0) 37206.89 29 99
e-mail info@ifu-analytik.de
www.ifu-analytik.de

HRB Chemnitz 21046
USt-ID DE233500178
Geschäftsführer Axel Delan

iban DE27 8705 2000 3310 0089 90
bic WELADED1FGX
bank Sparkasse Mittelsachsen

5 Zusammenfassung

Als repräsentatives Jahr für die Station Diepholz wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 01.01.2007 bis zum 01.01.2016 das Jahr vom 01.01.2009 bis zum 31.12.2009 ermittelt.

Frankenberg, am 3. März 2022

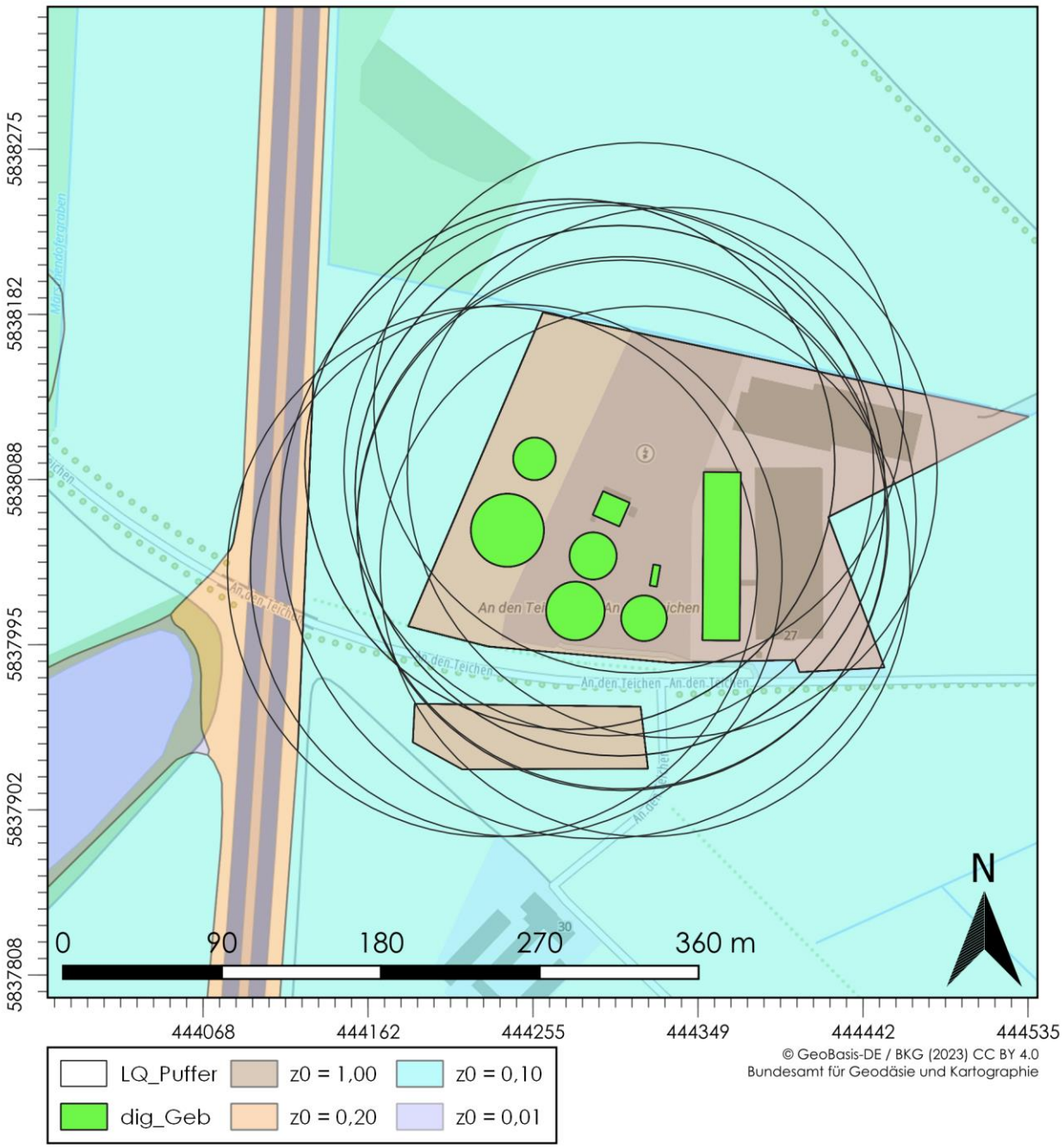
Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -

Dr. Ralf Petrich
- freigegeben -

B Bestimmung der Rauigkeitslänge

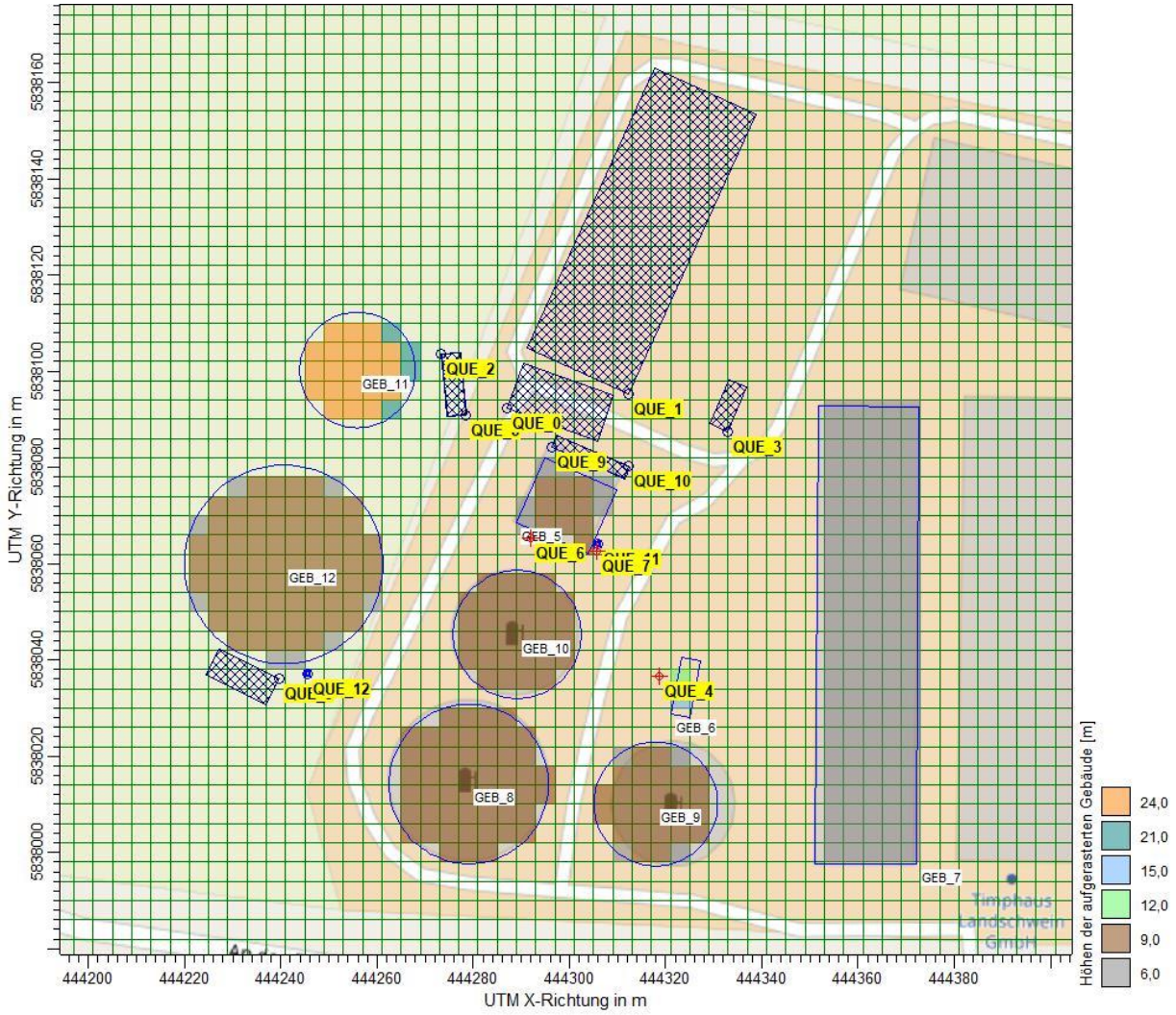
Quelle	Freisetz-ungshöhe in m	Radius ab Schwerpkt in m	Fläche in m²					mittleres z_0 in m
			0,10	0,20	1,00*	dig. Geb.	Summe	
QUE_0	0,5	150	31.322	0	33.088	6.204	70.686	0,512
QUE_1	2,5	150	33.340	0	29.798	7.476	70.686	0,469
QUE_10	1	150	29.467	0	35.100	6.046	70.686	0,538
QUE_11	5	150	28.202	0	36.876	6.004	70.686	0,562
QUE_12	1	150	33.311	3.893	27.874	6.004	70.686	0,452
QUE_2	2,15	150	34.411	112	30.034	6.056	70.686	0,474
QUE_3	1	150	29.310	0	35.279	6.024	70.686	0,541
QUE_4	10	150	27.064	0	37.545	6.004	70.686	0,569
QUE_5	1	150	33.078	6.381	25.070	6.085	70.686	0,420
QUE_6	12	180	55.090	1.515	39.074	6.004	101.788	0,441
QUE_7	8	150	27.774	0	36.836	6.004	70.686	0,560
QUE_8	2,15	150	34.395	110	30.052	6.056	70.686	0,474

Berechnung	Rauigkeitslänge, gewichtet nach Freisetzungshöhe	mittlere Rauigkeitslänge, gewählt
IGZ	0,510	**0,50**


5838275
5838182
5838088
5837995
5837902
5837808
444068
444162
444255
444349
444442
444535
0
90
180
270
360 m
N
LQ_Puffer
dig_Geb
z0 = 1,00
z0 = 0,20
z0 = 0,10
z0 = 0,01
© GeoBasis-DE / BKG (2023) CC BY 4.0
Bundesamt für Geodäsie und Kartographie

C Grafische Emissionskataster

Geänderte Biogasanlage



D Dokumentation der Immissionsberechnung

Zusammenfassung der Emissionsdaten

Emissionen

Projekt: Tee_I04046623

Quelle: QUE_0 - Platzemissionen	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1,368E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,158E+3

Quelle: QUE_1 - Fahrsilo	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	6,480E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,483E+3

Quelle: QUE_10 - Feststoffeintrag alt, Befüllung	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	362
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	?
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	7,037E+1

Quelle: QUE_11 - Kreisdissolver	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1,908E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,615E+3

Quelle: QUE_12 - Abholungsfahrzeuge	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	742
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	?
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,068E+1

Quelle: QUE_2 - Feststoffeintrag neu, diffus	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1,080E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	9,139E+2

Quelle: QUE_3 - Mistplatte	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	7,200E-2
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,093E+2

Emissionen

Projekt: Tee_I04046623

Quelle: QUE_4 - BHKW 1 (groß)	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	2899
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	?
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	5,019E+4

Quelle: QUE_5 - Separation	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	1,584E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	1,340E+3

Quelle: QUE_6 - BHKW 2 (klein)	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	969
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	?
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,192E+3

Quelle: QUE_7 - Technikgebäude	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	7,596E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	6,428E+3

Quelle: QUE_8 - Feststoffeintrag neu, Befüllung	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	362
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	?
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	4,900E+2

Quelle: QUE_9 - Feststoffeintrag alt, diffus	ODOR_100
Emissionszeit [h]:	8462
Emissions-Rate [kg/h oder MGE/h]:	3,240E-1
Emission der Quelle [kg oder MGE]:	2,742E+3

Gesamt-Emission [kg oder MGE]:	**7,724E+4**
Gesamtzeit [h]:	**8462**

Szenarien der variablen Quellen

Variable Emissions-Szenarien

Projekt: Tee_I04046623

Quellen	Quellen-Beschreibung	Stoff	Emissionsrate [g/s oder GE/s]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Volumenstrom [m³/h]	Emissionskonzentration [mg/m³ or GE/m³]	Szenario
QUE_10	Feststoffeintrag alt, Befüllung	odor_100	5,400E+1	1,944E-1	0,00	0,000E+0	Feststoffeintrag
QUE_12	Abholungsfahrzeuge	odor_100	4,000E+0	1,440E-2	0,00	0,000E+0	Abholungsfahrzeuge
QUE_4	BHKW 1 (groß)	odor_100	4,809E+3	1,731E+1	0,00	0,000E+0	BHKW 1
QUE_6	BHKW 2 (klein)	odor_100	1,775E+3	6,390E+0	0,00	0,000E+0	BHKW 2
QUE_8	Feststoffeintrag neu, Befüllung	odor_100	3,760E+2	1,354E+0	0,00	0,000E+0	Feststoffeintrag

Projektdatei: C:\Austal_Projekte\Tee_I04046623\Tee_I04046623_IGZ_neu\Tee_I04046623_IGZ_neu.aus

12.12.2023

Seite 1 von 1

AUSTAL View - Lakes Environmental Software & ArguSoft

Variable Emissionen

Projekt: Tee_I04046623

Quellen: QUE_4 (BHKW 1 (groß))

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
BHKW 1	odor_100	2.899	1,731E+1	5,019E+4

Quellen: QUE_6 (BHKW 2 (klein))

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
BHKW 2	odor_100	969	6,390E+0	6,192E+3

Quellen: QUE_8 (Feststoffeintrag neu, Befüllung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Feststoffeintrag	odor_100	362	1,354E+0	4,900E+2

Quellen: QUE_10 (Feststoffeintrag alt, Befüllung)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Feststoffeintrag	odor_100	362	1,944E-1	7,037E+1

Quellen: QUE_12 (Abholungsfahrzeuge)

Szenario	Stoff	Emission Dauer [h]	Emissionsrate [kg/h oder MGE/h]	Quellen-Emission [kg oder MGE]
Abholungsfahrzeuge	odor_100	742	1,440E-2	1,068E+1

Quellen-Parameter

Projekt: Tee_I04046623

Punkt-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Spezifische Feuchte [kg/kg]	Relative Feuchte [%]	Wasserbe-ladung [kg/kg]	Flüssigwa-ssergehalt [kg/kg]	Austritts-temperatur [°C]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
QUE_4	444318,57	5838036,58	10,00	0,29	0,0	0,00	0,00	0,000	180,00	43,30	0,00
BHKW 1 (groß)											
QUE_6	444292,05	5838065,37	12,00	0,26	0,0	0,00	0,00	0,000	180,00	19,90	0,00
BHKW 2 (klein)											
QUE_7	444305,59	5838062,63	8,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
Technikgebäude											

Volumen-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Y-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
QUE_1	444312,21	5838095,19	64,00	23,00	5,00	65,5	0,00	0,00	0,00
Fahrsilo									
QUE_2	444273,32	5838103,51	13,00	4,00	4,30	-84,2	0,00	0,00	0,00
Feststoffeintrag neu, diffus									
QUE_0	444286,99	5838092,23	20,00	10,00	1,00	340,4	0,00	0,00	0,00
Platzemissionen									
QUE_5	444239,71	5838036,17	14,00	6,00	2,00	154,1	0,00	0,00	0,00
Separation									
QUE_3	444332,85	5838087,43	10,00	4,00	2,00	66,6	0,00	0,00	0,00
Mistplatte									
QUE_8	444278,53	5838090,84	13,00	4,00	4,30	94,7	0,00	0,00	0,00
Feststoffeintrag neu, Befüllung									
QUE_9	444296,31	5838084,24	16,58	2,56	2,00	336,7	0,00	0,00	0,00
Feststoffeintrag alt, diffus									
QUE_10	444312,37	5838080,27	16,32	2,64	2,00	156,7	0,00	0,00	0,00
Feststoffeintrag alt, Befüllung									

Quellen-Parameter

Projekt: Tee_I04046623

Linien-Quellen

Quelle ID	X-Koord. [m]	Y-Koord. [m]	Laenge X-Richtung [m]	Laenge Z-Richtung [m]	Drehwinkel [Grad]	Emissions-hoehe [m]	Schornstein-durchmesser [m]	Austritts-geschw. [m/s]	Zeitskala [s]
QUE_11	444306,00	5838064,08		5,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Kreisdissolver									
QUE_12	444245,63	5838037,11		1,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Abholungsfahrzeuge									

Protokolldatei

Gesamtzusatzbelastung

2023-12-12 12:05:31 AUSTAL gestartet

```
  Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x
  Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023
  Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

  ================================================
  Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15
  ================================================

  Arbeitsverzeichnis: C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "UPENKAMPBER02".

============================ Beginn der Eingabe ============================
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> ti "Tee_I04046623"                    'Projekt-Titel
> ux 32444305                           'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5838062                            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                               'Rauigkeitslänge
> qs 2                                  'Qualitätsstufe
> az "Diepholz_dwd_963_2009.akterm"     'AKT-Datei
> xa -1693.00                           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -855.00                            'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0       'Zellengröße (m)
> x0 -120.0 -240.0 -416.0 -768.0 -1152.0 -2304.0  'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 70 66 52 48 36 36                  'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -144.0 -272.0 -416.0 -768.0 -1152.0 -2304.0  'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 70 68 56 50 36 36                  'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 16 30 30 30 30 30                  'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 49.0 55.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
1000.0 1200.0 1500.0
> gh "Tee_I04046623_IGZ_neu.grid"       'Gelände-Datei
> xq 7.21 -31.68 -18.01 13.57 -65.29 -12.95 0.59 27.85 -26.47 -8.69 7.37 1.00 -59.37
> yq 33.19 41.51 30.23 -25.42 -25.83 3.37 0.63 25.43 28.84 22.24 18.27 2.08 -24.89
> hq 0.00 0.00 0.00 10.00 0.00 12.00 8.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> aq 64.00 13.00 20.00 0.00 14.00 0.00 0.00 10.00 13.00 16.58 16.32 0.00 0.00
> bq 23.00 4.00 10.00 0.00 6.00 0.00 0.00 4.00 4.00 2.56 2.64 0.00 0.00
> cq 5.00 4.30 1.00 0.00 2.00 0.00 0.00 2.00 4.30 2.00 2.00 5.00 1.00
> wq 65.54 -84.15 340.40 0.00 154.08 0.00 0.00 66.60 94.73 336.68 156.68 0.00 0.00
> dq 0.00 0.00 0.00 0.29 0.00 0.26 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> vq 0.00 0.00 0.00 43.30 0.00 19.90 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> tq 0.00 0.00 0.00 180.00 0.00 180.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> odor_100 180 30 38 ? 44 ? 211 20 ? 90 ? 53 ?
> xb -16.02 16.20 67.06 -25.91 12.93 -15.88 -49.06 -64.37
> yb 6.60 -33.35 -64.49 -47.81 -51.93 -16.68 38.24 -2.15
> ab 16.42 4.00 95.07 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> bb 14.50 12.00 20.98 -33.11 -25.72 -26.60 -24.00 -41.26
> cb 7.50 14.00 7.12 8.40 7.60 9.30 23.00 8.00
> wb 336.40 350.18 89.59 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> LIBPATH "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/lib"
============================= Ende der Eingabe =============================

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 8
Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
```

Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.15 (0.15).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.11 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.09 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.05 (0.04).
Die Zeitreihen-Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=22.0 m verwendet.
Die Angabe "az Diepholz_dwd_963_2009.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209
Prüfsumme TALDIA 7502b53c
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme SERIES af4d8faa

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).
*** 179: 1.13 (15.991,-27.409,35.881) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 340: 0.79 (15.991,-28.270,38.473) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 270: 1.79 (15.987,-30.397,39.017) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)

==========

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2)
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s06" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor_100"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2)
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s06" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.2.1-WI-x.
==========

Auswertung der Ergebnisse:
==========

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m
==========
ODOR J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
ODOR_100 J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
ODOR_MOD J00 : 100.0 % (+/- ?) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
==========

2023-12-12 16:56:00 AUSTAL beendet.

E Prüfliste

Prüfliste für die Immissionsprognose (Geruch, VDI 3783-13)	
Titel: Geruchsimmissionsprognose für die geplante Änderung und Erweiterung der BGA Timphaus	
Projektleiter: Kilian Adams	Projektnummer: I04046623-1
Prüfliste ausgefüllt von: Doris Einfeldt	Prüfliste Datum: 21. März 2023

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
4,1	**Aufgabenstellung**			
4.1.1	Allgemeine Angaben/Vorhabensbeschreibung aufgeführt	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Ziel der Immissionsprognose erläutert	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Verwendete Programme und Versionen aufgeführt	nein	ja	Kap. 1
4.1.2	Beurteilungsgrundlagen dargestellt	nein	ja	Kap. 3
4,2	**Örtliche Verhältnisse**			
	Ortsbesichtigung dokumentiert	nein	ja	Kap. 1
4.2.1	Umgebungskarte vorhanden	nein	ja	Kap. 4
	Geländestruktur (Orografie) beschrieben	nein	ja	Kap. 6
4.2.2	Nutzungsstruktur beschrieben (mit eventuellen Besonderheiten)	nein	ja	Kap. 4
	Maßgebliche Immissionsorte identifiziert nach Schutzgütern (z. B. Mensch, Vegetation, Boden)	nein	ja	Kap. 4
4,3	**Anlagenbeschreibung**			
	Anlage beschrieben	nein	ja	Kap. 4
	Emissionsquellenplan enthalten	nein	ja	Anhang
4,4	**Schornsteinhöhenberechnung**			
4.4.1	Bei der Errichtung neuer Schornsteine, bei Veränderung bestehender Schornsteine, bei Zusammenfassung der Emissionen benachbarter Schornsteine: Schornsteinhöhenbestimmung gemäß TA Luft dokumentiert, einschließlich Emissionsbestimmung für das Nomogramm	ja	nein	
	Bei ausgeführter Schornsteinhöhenbestimmung: umliegende Bebauung, Bewuchs und Geländeunebenheiten berücksichtigt	ja	nein	
4.4.3	Bei Gerüchen: Schornsteinhöhe über Ausbreitungsberechnung bestimmt	ja	nein	
4,5	**Quellen und Emissionen**			
4.5.1	Quellstruktur (Punkt-, Linien-, Flächen, Volumenquellen) beschrieben	nein	ja	Kap. 5, Anhang
	Koordinaten, Ausdehnung und Ausrichtung und Höhe (Unterkante) der Quellen tabellarisch aufgeführt	nein	ja	Kap. 5, Anhang
4.5.2	Bei Zusammenfassung von Quellen zu Ersatzquelle: Eignung des Ansatzes begründet	ja	nein	
4.5.3	Emissionen beschrieben und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet	nein	ja	Kap. 5
	Emissionsparameter tabellarisch aufgeführt	nein	ja	Kap. 5
4.5.3.1	Bei Ansatz zeitlich veränderlicher Emissionen: zeitliche Charakteristik der Emissionsparameter dargelegt	nein	ja	Kap. 5
	Bei Ansatz windinduzierter Quellen: Ansatz begründet	ja	nein	
4.5.3.2	Bei Ansatz einer Abgasfahnenerhöhung: Voraussetzungen für die Berücksichtigung einer Überhöhung geprüft (VDI 3782-3)	ja	nein	

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
4.5.3.3	Bei Berücksichtigung von Stäuben: Verteilung der Korngrößenklassen angegeben	ja	nein	
4.5.3.4	Bei Berückschtigung von Stickstoffoxiden: Aufteilung in Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Emissionen erfolgt	ja	nein	
	Bei Vorgabe von Stickstoffmonoxid: Konversion zu Stickstoffdioxid berücksichtigt	ja	nein	
4.5.4	Zusammenfassende Tabelle aller Emissionen vorhanden	nein	ja	Kap. 5, Anhang
4.6	**Deposition**			
	Dargelegt, ob Depositionsberechnung erforderlich	nein	ja	Kap. 6
	Bei erforderlicher Depositionsberechnung: rechtliche Grundlagen (z. B. TA Luft) aufgeführt	ja	nein	
	Bei Betrachtung von Deposition: Depositionsparameter dokumentiert	ja	nein	
4.7	**Meteorologische Daten**			
	Meteorologische Datenbasis beschrieben	nein	ja	Kap. 6, Anhang
	Modellierte Daten verwendet?	ja	nein	
	Wurde der verwendete Anemometerstandort beschrieben (Bestimmungsart, Koordinaten)?	nein	ja	Kap. 6, Anhang
	Bei Verwendung übertragener Daten: Stationsname, Höhe über Normalhöhennull (NHN), Anemometerhöhe, Koordinaten und Höhe der verwendeten Anemometerposition über Grund, Messzeitraum angegeben	nein	ja	Anhang
	Bei Messungen am Standort: Koordinaten und Höhe über Grund, Gerätetyp, Messzeitraum, Datenerfassung und Auswertung beschrieben	ja	nein	
	Bei Messungen am Standort: Karte und Fotos des Standortes vorgelegt	ja	nein	
	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (Windrose) grafisch dargestellt	nein	ja	Anhang
	Bei Ausbreitungsklassenstatistik (AKS): Jahresmittel der Windgeschwindigkeit und Häufigkeitsverteilung bezogen auf TA-Luft-Stufen und Anteil der Stunden mit < 1,0 m/s angegeben	ja	nein	
4.7.1	Räumliche Repräsentanz der Messungen für Rechengebiet begründet	ja	nein	
	Bei Übertragungsprüfung: Verfahren angegeben und gegebenenfalls beschrieben	nein	ja	Kap. 6, Anhang
4.7.2	Bei AKS: zeitliche Repräsentanz begründet	ja	nein	
	Bei Jahreszeitreihe: Auswahl des Jahres der Zeitreihe begründet	nein	ja	Kap. 6, Anhang
4.7.3	Einflüsse von lokalen Windsystemen (Berg-/Tal-,Land-/Seewinde, Kaltluftabflüsse) diskutiert	nein	ja	Kap. 6
	Bei Vorhandensein wesentlicher Einflüsse von lokalen Windsystemen: Einflüsse berücksichtigt	ja	nein	
	Wurden die ggf. verwendeten Niederschlagsdaten beschrieben (Herkunft, Bezugsjahr, Koordinaten)?	ja	nein	
4.8	**Rechengebiet**			
4.8.1	Bei Schornsteinen: TA-Luft-Rechengebiet: Radius mindestens 50 x größte Schornsteinhöhe	nein	ja	Kap. 6

Abschnitt VDI 3783 Blatt 13	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
	Bei Gerüchen: Größe an relevante Nutzung (Wohn-Misch-Gewerbegebiet, Außenbereich) angepasst	nein	ja	Kap. 6
	Bei Schornsteinen: Horizontale Maschenweite des Rechengebietes nicht größer als Schornsteinbauhöhe (gemäß TA Luft)	nein	ja	Kap. 6
4.8.2	Wurde die Rauigkeitslänge entsprechend den Anforderungen bestimmt?	nein	ja	Kap. 6, Anhang
4.9	**Komplexes Gelände**			
4.9.2	Prüfung auf vorhandene oder geplante Bebauung im Abstand von der Quelle kleiner als das Sechsfache der Gebäudehöhe, daraus die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Gebäudeeinflüssen abgeleitet	nein	ja	Kap. 6
	Bei Berücksichtigung von Bebauung: Vorgehensweise detailliert dokumentiert	nein	ja	Kap. 6
	Bei Verwendung eines Windfeldmodells: Lage der Rechengitter und aufgerasterte Gebäudegrundflächen dargestellt	nein	ja	Anhang
4.9.3	Bei nicht ebenem Gelände: Geländesteigung und Höhendifferenzen zum Emissionsort geprüft und dokumentiert	nein	ja	Kap. 6
	Aus Geländesteigung und Höhendifferenzen Notwendigkeit zur Berücksichtigung von Geländeunebeheiten abgeleitet	nein	ja	Kap. 6
	Bei Berücksichtigung von Geländeunebenheiten: Vorgehensweise detailliert beschrieben	nein	ja	Kap. 6
4.10	**Statistische Sicherheit**			
	Statistische Unsicherheit der ausgewiesenen Immissionskengrößen angegeben	nein	ja	Anhang
4.11	**Ergebnisdarstellung**			
4.11.1	Ergebnisse kartografisch dargestellt, Maßstabsbalken, Legende, Nordrichtung gekennzeichnet	nein	ja	Kap. 7
	Beurteilungsrelevante Immissionen im Kartenausschnitt enthalten	nein	ja	Kap. 7
	Geeignete Skalierung der Ergebnisdarstellung vorhanden	nein	ja	Kap. 7
4.11.2	Bei entsprechender Aufgabenstellung: Tabellarische Ergebnisangabe für die relevanten Immissionsorte aufgeführt	ja	nein	
4.11.3	Ergebnisse der Berechnungen verbal beschrieben	nein	ja	ZF, Kap. 7
4.11.4	Protokolle der Rechenläufe beigefügt	nein	ja	Anhang
4.11.5	Verwendete Messberichte, technische Regeln, Verordnungen und Literatur sowie Fremdgutachten, Eingangsdaten, Zitate von weiteren Unterlagen vollständig angegeben	nein	ja	Kap. 1

Ahaus, 21. März 2023

Immissionsschutz-Gutachten

Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft 2021 zum BV RTO am Standort der BGA Timphaus in Lohne

Auftraggeber	TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne	
Schornsteinhöhenberechnung	Nr. I16011225 vom 13. Mrz. 2025	
Projektleiter	M.Sc. Kilian Adams	
Umfang	Textteil Anhang	47 Seiten 16 Seiten
Ausfertigung	PDF-Dokument	

Eine auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Zustimmung der Normec uppenkamp GmbH.

Inhalt Textteil

Zusammenfassung **6**

1 Grundlagen **8**

2 Veranlassung und Aufgabenstellung **10**

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung **11**
3.1 Nr. 5.5.1 TA Luft 2021 11
3.2 Nr. 5.5.2 TA Luft 2021 11
3.2.1 Nr. 5.5.2.1 TA Luft 2021 11
3.2.2 Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 12
3.2.3 Nr. 5.5.2.3 TA Luft 2021 13
3.3 Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 14
3.3.1 Anwendungsbereich 14
3.3.2 Grundlagen zur Ermittlung der Mündungshöhe 15
3.3.3 Ungestörter Abtransport der Abgase 17
3.3.4 Ausreichende Verdünnung der Abgase 23
3.3.5 Einzelfalluntersuchung 25
3.4 Hohe Einzelgebäude 25
3.5 Nr. 2.1 Anhang 7 TA Luft 2021 26
3.6 Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall (Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021) 27
3.6.1 Allgemeines 27
3.6.2 Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme 27
3.6.3 Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021 30

4 Beschreibung des Vorhabens **32**
4.1 Beschreibung der Anlage 32
4.2 Lageplan der Anlage im geplanten Zustand 32
4.3 Berücksichtigte vorgelagerte Gebäude 34
4.3.1 Naher Nachlauf 34
4.3.2 Ferner Nachlauf 35
4.4 Beschreibung des Anlagenumfeldes und schutzbedürftiger Nutzungen 35

5 Schornsteinhöhenberechnung **37**
5.1 Allgemein 37
5.2 Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4 37
5.2.1 Ungestörter Abtransport der Abgase 38
5.2.2 Ausreichende Verdünnung der Abgase 39
5.2.3 Berechnung von H_M 40
5.3 Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 41
5.4 Schornsteinhöhenberechnung für Schornsteine im Einflussbereich hoher Einzelgebäude 43
5.5 Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall (Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021) 43
5.5.1 Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme 43
5.6 Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnung 45
5.7 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse 46

Inhalt Anhang

A **Protokolle der Schornsteinhöhenberechnung**

B **Lageplan**

C **Prüfliste**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ablaufschema zur Bestimmung der erforderlichen Mindesthöhe H_M (aus VDI 3781-4_2017)	16
Abbildung 2:	Prinzipskizze zur Bestimmung von H_{A1} (aus VDI 3781-4_2017)	19
Abbildung 3:	Prinzipskizze zur Bestimmung von H_{A2} (aus VDI 3781-4_2017)	20
Abbildung 4:	Prinzipskizze zur Bestimmung von $H_{A1, DA}$ und $H_{A2, DA}$ (aus VDI 3781-4_2017)	21
Abbildung 5:	Prinzipskizze zur Bestimmung von $H_{A2, T}$ (aus VDI 3781-4_2017)	22
Abbildung 6:	Radius R, Bezugsniveau H_F und Mündungshöhe H_{E2} (aus VDI 3781-4_2017)	25
Abbildung 7:	Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme (aus Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung zur TA Luft 2021)	28
Abbildung 8:	Auszug Lageplan, Lage des geplanten Schornsteins	33
Abbildung 9:	Lage der berücksichtigten vorgelagerten Gebäude für VDI 3781-4_2017	34
Abbildung 10:	Anlagenumfeld, schutzwürdige Nutzungen	36
Abbildung 11:	H_M des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage	41
Abbildung 12:	Stickstoffdioxidkonzentrationen durch den Betrieb der RTO-Anlage und der BHKW in mg/m³	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Werte für den additiven Term $H_Ü$ bei Feuerungsanlagen gemäß VDI 3781-4_2017	17
Tabelle 2:	Werte für den additiven Term $H_Ü$ bei anderen als Feuerungsanlagen gemäß Merkbl. SHB 2023	18
Tabelle 3:	Abstufung des Einwirkbereiches gemäß Merkbl. SHB 2023	24
Tabelle 4:	Abstufung der Höhe über Bezugsniveau gemäß Merkbl. SHB 2023	24
Tabelle 5:	Rechenwert H_{A1}	38
Tabelle 6:	Rechenwert H_{A2}	38
Tabelle 7:	Mindesthöhe H_M	40
Tabelle 8:	Eingangsdaten für Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021, Schornstein der geplanten RTO-Anlage (QUE_001)	42
Tabelle 9:	Eingangsdaten für Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021, Schornsteine der geplanten RTO-Anlage (QUE_001) und der bestehenden BHKW (QUE_002 und QUE_003)	44
Tabelle 10:	Max. Konzentration gemäß Ausbreitungsrechnung nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021, Schornsteine der geplanten RTO-Anlage und der BHKW	44

Tabelle 11: Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021, Ergebnisse für den Schornstein der geplanten RTO-Anlage 46

Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz sind die von der Auftraggeberin geplante Errichtung und der Betrieb einer Biogasaufbereitungsanlage (BGAA) mit einer angeschlossenen Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) auf dem Grundstück Gemarkung Lohne, Flur 3, Flurstück 20/24 in 49393 Lohne (Oldenburg) (Niedersachsen).

Es ist eine Biogasaufbereitungsanlage geplant, um erzeugtes Biogas in Biomethan aufzubereiten und dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen. Bei der Aufbereitung entstehendes Offgas (CO_2-haltig) soll in einer Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) schadstofffrei verbrannt werden.

Für die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der RTO-Anlage ist eine Ermittlung der Schornsteinhöhe erforderlich. Hierzu wurden Schornsteinhöhenberechnungen erstellt, in denen auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten die erforderliche Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5 [TA Luft 2021] und [Merkbl. SHB 2023] ermittelt wurde.

Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

Die Untersuchungen zum Immissionsschutz haben Folgendes ergeben:

Bei dem zu betrachtenden Schornstein handelt es sich um eine Quelle mit einem geringen Emissionsmassenstrom ($Q/S \leq 1*10^6$ m³/h). Daher erfolgt im vorliegenden Fall eine Prüfung nach Nr. 5.5.2.1 [TA Luft 2021] (gebäudebedingte Höhe) und Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021](emissionsbedingte Höhe) sowie eine Festlegung der Höhe im Einzelfall nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] bzw. Nr. 5.2 [Merkbl. SHB 2023].

Die Schornsteinhöhenberechnungen nach Nr. 5.5.2.1 und Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] und [Merkbl. SHB 2023] ergaben eine erforderliche Mindestbauhöhe des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage von **11,9 m über Grund**.

Das nach Nr. 5.2 [Merkbl. SHB 2023] angewandte Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme unter Berücksichtigung der nach Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] durchgeführten Ausbreitungsrechnungen ergab, dass für den geplanten Schornstein der RTO-Anlage bei einer Schornsteinhöhe von **11,9 m über Grund** die S-Werte der emittierten Stoffe außerhalb der Anlagengrenze eingehalten werden. Daher wird im Rahmen einer Einzelfallentscheidung im Sinne von Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] eine Höhe für den Schornstein der RTO-Anlage von **11,9 m über Grund** für ausreichend angesehen.

Eine Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 2.1 Anhang 7 [TA Luft 2021] ist nicht erforderlich, da es sich bei der Geruchsqualität des Abgases der RTO-Anlage bei bestimmungsgemäßem Betrieb nicht um eine beurteilungsrelevante Geruchsqualität im Sinne von Nr. 3.1 Anhang 7 [TA Luft 2021] handelt und gemäß Nr. 5.2.8 [TA Luft 2021] bei Abgasreinigungseinrichtungen mit Verbrennungstemperaturen von mehr als 800 °C und einer Ableitung gemäß Nr. 5.5 [TA Luft 2021] auf eine Festlegung einer Geruchsstoffkonzentration als Emissionsbegrenzung verzichtet werden kann.

Eine detaillierte Ergebnisdarstellung erfolgt in Kapitel 5. Die Protokolle der Schornsteinhöhenberechnungen können im Anhang eingesehen werden.

1 Grundlagen

[1. BImSchV]	Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4676) geändert worden ist
[4. BImSchV]	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. November 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 355) geändert worden ist
[31. BImSchV]	31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen) vom 10. Januar 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 7)
[44. BImSchV]	Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen sowie zur Änderung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen, vom 13. Juni 2019 (BGBl. I S. 804), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1801) geändert worden ist
[AUSTAL View]	Benutzeroberfläche AUSTAL View in der Version 11.0.27 TG, Lakes Environmental Software Ins, ArguSoft GmbH & Co. KG
[BESMAX]	Hilfsprogramm zur Berechnung der Mindestschornsteinhöhe für mehrere Kamine nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft 2021 in der Version 1.2.0, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ingenieurbüro Janicke, Überlingen
[BESMIN]	Hilfsprogramm zur Berechnung der Mindestschornsteinhöhe für Einzelkamine nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021 in der Version 1.2.0, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ingenieurbüro Janicke, Überlingen
[BImSchG]	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
[DIN EN ISO/IEC 17025]	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. 2018-03

[Merkbl. SHB 2023]	Merkblatt Schornsteinhöhenbestimmung zur TA Luft 2021. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Fachgespräch Ausbreitungsrechnung. 04.07.2023
[TA Luft 2002]	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 60)
[TA Luft 2021]	Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit), Gemeinsames Ministerialblatt (herausgegeben vom Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat), 72. Jahrgang, Nr. 48-54, Seite 1049 vom 14.09.2021
[VDI 2280]	Ableitbedingungen für organische Lösungsmittel. 2005-08
[VDI 3781-4_2017]	Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. 2017-07
[VDI 3782-6]	Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Bestimmung der Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier. 2017-04
[VDI 3783-13]	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01
[WinSTACC]	PC-Programm für die Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 in der Version **1.0.7.0**, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Hinweis: Die im gegenständlichen Bericht dokumentierte Untersuchung wurde auf Basis bzw. unter Berücksichtigung der im obenstehenden Grundlagenverzeichnis genannten Regelwerke durchgeführt. Die Ergebnisse sind somit – wenn nicht anders gekennzeichnet – entlang den entsprechenden Anforderungen ermittelt. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind dabei als solche gekennzeichnet und können sich auf die Validität der Ergebnisse auswirken. Die Entscheidungsregeln zur Konformitätsbewertung basieren auf den angewendeten Vorschriften, Normen, Richtlinien und sonstigen Regelwerken. Meinungen und Interpretationen sind von Konformitätsaussagen abgegrenzt. Der gegenständliche Bericht enthält entsprechende Äußerungen im Kapitel Diskussion/Beurteilung.

Weitere verwendete Unterlagen (Stand, zur Verfügung gestellt durch):

- digitale topografische Karte (Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0),
- Lageplan (06. Feb. 2025, von Lehmden Planungsbüro GmbH),
- Herstellerdatenblatt BHKW (28. Jul. 2014/01. Feb. 2017, Anlagenhersteller),
- Herstellerdatenblatt RTO-Anlage (nicht datiert, Anlagenhersteller),
- online-basierte Kartendienste (siehe Abbildungen).

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens zum Immissionsschutz sind die von der Auftraggeberin geplante Errichtung und der Betrieb einer Biogasaufbereitungsanlage (BGAA) mit einer angeschlossenen Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) auf dem Grundstück Gemarkung Lohne, Flur 3, Flurstück 20/24 in 49393 Lohne (Oldenburg) (Niedersachsen).

Es ist eine Biogasaufbereitungsanlage geplant, um erzeugtes Biogas in Biomethan aufzubereiten und dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen. Bei der Aufbereitung entstehendes Offgas (CO_2-haltig) soll in einer Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) schadstofffrei verbrannt werden.

In der Umgebung des Anlagenstandortes sind schutzbedürftige Nutzungen in Form von Wohnnutzungen im Außenbereich vorhanden. Nach dem [BImSchG] sind genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können bzw. verhindert werden, wenn sie nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

Für die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der RTO-Anlage ist eine Ermittlung der Schornsteinhöhe erforderlich. Hierzu werden Schornsteinhöhenberechnungen erstellt, in denen auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten die erforderliche Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5 [TA Luft 2021] und [Merkbl. SHB 2023] ermittelt wird.

Die Normec uppenkamp GmbH führt die Schornsteinhöhenberechnung als ein nach [DIN EN ISO/IEC 17025] für Immissionsprognosen gemäß [VDI 3783-13] akkreditiertes Prüflabor aus.

Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden im vorliegenden Bericht erläutert.

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung

3.1 Nr. 5.5.1 TA Luft 2021

Abgase sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach den Nr. 5.5.2 der [TA Luft 2021] zu bestimmen ist. Die Anforderungen des Anhangs 7 [TA Luft 2021] an die Schornsteinhöhe sind gesondert zu beachten.

3.2 Nr. 5.5.2 TA Luft 2021

3.2.1 Nr. 5.5.2.1 TA Luft 2021

Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung sollen den Anforderungen der Richtlinie [VDI 3781-4_2017] genügen. Ausführungen zur [VDI 3781-4_2017] finden sich in Kapitel 3.3.

Demnach soll der Schornstein mindestens eine Höhe von 10 m über der Flur, eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben und Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen.

Bei einer Dachneigung von weniger als 20° soll die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegung einer Neigung von 20° berechnet werden; die Schornsteinhöhe soll jedoch das 2-fache der Gebäudehöhe nicht übersteigen.

Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe den Anforderungen der Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 [TA Luft 2021] genügen. Die so bestimmte Schornsteinhöhe soll vorbehaltlich abweichender Regelungen 250 m nicht überschreiten; ergibt sich eine größere Schornsteinhöhe als 200 m, sollen weitergehende Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angestrebt werden.

Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen. Bestehende Schornsteine der Anlage sind bei der Überlagerung mit dem halben Emissionsmassenstrom zu berücksichtigen. Die Prüfung ist in dem Programm [BESMAX] umgesetzt.

Die Nr. 5.5.2.2 und 5.5.2.3 der [TA Luft 2021] finden keine Anwendung für Geruchsstoffe.

Die nach Nr. 5.5.2 [TA Luft 2021] bestimmte Schornsteinhöhe ist die erforderliche Bauhöhe. Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe um maximal zehn Prozent überschritten werden. In begründeten Fällen kann die zuständige Behörde größere Schornsteinbauhöhen zulassen. Insbesondere ist bei einer

Änderungsgenehmigung die weitere Verwendung eines bestehenden Schornsteins zulässig, dessen tatsächliche Bauhöhe die erforderliche Bauhöhe überschreitet. Falls die tatsächliche Bauhöhe eines neu errichteten Schornsteins die erforderliche Bauhöhe um mehr als zehn Prozent überschreitet und die Gesamtzusatzbelastung nur aus diesem Grund irrelevant bleibt, befreit dies nicht von der Bestimmung der Immissionskenngrößen gemäß Nr. 4.1 Absatz 4 Buchstabe c [TA Luft 2021].

Bei Emissionsquellen mit geringen Emissionsmassenströmen sowie in Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden, kann die erforderliche Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dabei sind eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung anzustreben.

3.2.2 Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021

Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase ist die maximale bodennahe Konzentration jedes emittierten, in Anhang 6 [TA Luft 2021] aufgeführten Stoffes in einer stationären Ausbreitungssituation. Die Schornsteinhöhe ist so zu bestimmen, dass diese Konzentration den S-Wert nicht überschreitet.

Bei Verbrennungsmotoren sind die Emissionen an Methan als Bestandteil der organischen Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen.

Die Konzentration ist mit einer Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 [TA Luft 2021] zu bestimmen unter Berücksichtigung der zu betrachtenden Ausbreitungssituationen und Festlegungen nach Anhang 2, Nr. 14 [TA Luft 2021]. Für den S-Wert sind die in Anhang 6 [TA Luft 2021] festgelegten Werte einzusetzen.

Als Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung sind zu verwenden:

d in m	Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung,
υ in m/s	Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung,
T in °C	Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung,
x kg/kg	Wasserbeladung (kg Wasserdampf und Flüssigwasser pro kg trockener Luft) des Abgases an der Schornsteinmündung,
Q in kg/h	Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes; für karzinogene Fasern die je Zeiteinheit emittierte Faserzahl in 10^6 Fasern/h,
S in mg/m³	Konzentration des luftverunreinigenden Stoffes, die nicht überschritten werden darf; für karzinogene Fasern die Anzahlkonzentration in Fasern/m³, die nicht überschritten werden darf.

Für υ, T, x und Q sind die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe. Für den Emissionsmassenstrom ist in diesem Zusammenhang entsprechend einem Beschluss des LAI-Unterausschusses Luft/Technik der Tagesmittelwert heranzuziehen. Eine abweichende Vorgehensweise, welche z. B. den Halbstundenmittelwert zur Bestimmung der Schornsteinhöhe zugrunde legt, ist im Einzelfall nicht ausgeschlossen; sie ist jedoch ausführlich zu begründen. Beispielsweise kann hierunter eine Anlage mit stark schwankenden Emissionen fallen, bei der in relevanter Häufigkeit Halbstundenmittelwerte oberhalb des Tagesmittelwertes auftreten.

In diesem Fall kann der Tagesmittelwert ggf. nicht ausreichend sein, um im Sinne des Vorsorgegrundsatzes des Kapitels 5 der [TA Luft 2021] den ungünstigsten Betriebszustand zu beschreiben. In einem derartigen Fall kann es sachgerecht sein, bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe auf den Halbstundenmittelwert abzustellen.

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe ist in dem Programm [BESMIN] umgesetzt.

Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 Prozent zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen. Das bedeutet, dass der Emissionsmassenstrom der Stickstoffoxide (Summe aus Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid angegeben als Stickstoffdioxid) mit dem Faktor (0,6+0,4·p) zu multiplizieren ist, wobei p der relative Anteil des Stickstoffdioxids im Emissionsmassenstrom ist.

3.2.3 Nr. 5.5.2.3 TA Luft 2021

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] setzt voraus, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt. Falls diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, ist die nach Nr. 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe gemäß den folgenden Absätzen zu korrigieren.

Maßgeblich für die Verdrängung des Windfeldes durch Bebauung oder Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinhöhe gemäß Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021], mindestens aber mit dem Radius 150 m.

Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der fünf Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt. Soweit ein solcher Bereich vorliegt, ist die in Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.

In unebenem Gelände wird der Schornstein mit der nach Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] bestimmten, gegebenenfalls um Bebauung und Bewuchs korrigierten Schornsteinhöhe betrachtet.

Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.

3.3 Richtlinie VDI 3781 Blatt 4

Die nach [VDI 3781-4_2017] bestimmte Mindesthöhe genügt den Anforderungen zum ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und zur ausreichenden Verdünnung der Abgase, um nach dem Stand der Technik vermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen zu verhindern und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

3.3.1 Anwendungsbereich

Die [VDI 3781-4_2017] dient zur Bestimmung der Mindesthöhe der Mündungen von Abgasableiteinrichtungen, die zur Ableitung von Emissionen aus Feuerungsanlagen nach [1. BImSchV] sowie aus mittelgroßen Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen nach [44. BImSchV], aus Anlagen, die organische Lösemittel freisetzen (z. B. nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV]) und aus anderen schadstoffemittierenden Anlagen eingesetzt werden.

Aus immissionsschutztechnischer Sicht besteht in Bezug auf die Ableitbedingungen für Abgase aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen nach [1. BImSchV] und für Dämpfe von organischen Lösemitteln aus genehmigungsbedürftigen Anlagen nach [4. BImSchV] bei geringen Emissionsmassenströmen sowie aus nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen grundsätzlich kein Unterschied. Die Regelungen der [VDI 2280] wurden deshalb in die [VDI 3781-4_2017] integriert.

Die Richtlinie gilt **nicht** für Abgasanlagen von folgenden Feuerstätten:

- Gasfeuerstätten mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 400 kW, die mit Gasen der öffentlichen Gasversorgung oder Flüssiggas betrieben werden,
- Ölbrennwert-Feuerstätten mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 400 kW, die mit schwefelarmem Heizöl EL gemäß DIN 51603-1 betrieben werden,
- Ölgebläse-Feuerstätten mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 70 kW, die mit schwefelarmem Heizöl EL gemäß DIN 51603-1 betrieben werden.

3.3.2 Grundlagen zur Ermittlung der Mündungshöhe

Zur Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen müssen Lage und Höhe der Mündungen von Abgasableiteinrichtungen so festgelegt werden, dass

- der ungestörte Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und
- eine ausreichende Verdünnung der Abgase gewährleistet sind.

Die Höhe der Austrittsöffnung der Abgasableiteinrichtung kann für die beiden Anforderungen unterschiedlich sein. Deshalb werden nach [VDI 3781-4_2017] zwei Höhen für die Mündung der Abgasableiteinrichtung berechnet: die Höhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und die Höhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase unter Berücksichtigung des Einwirkungsbereichs der Abgasableiteinrichtung. Die größere der beiden Höhen ist die für die Abgasableiteinrichtung relevante Mündungshöhe. Dabei handelt es sich um die Mindesthöhe H_M, angegeben in Metern über der Firsthöhe des Gebäudes. Größere Mündungshöhen entsprechen dem Grundsatz der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sind nach [VDI 3781-4_2017] zulässig.

H_A und H_E sind die Maximalwerte folgender individuell zu berechnender Mindesthöhen für die Mündung der Abgasableiteinrichtung:

- für H_A die Mindesthöhe H_{A1} für das Einzelgebäude mit Abgasableiteinrichtung, die Mindesthöhe H_{A2} aufgrund vorgelagerter Bebauung, die Mindesthöhe $H_{A1,\,DA}$ oder $H_{A2,\,DA}$ aufgrund von Dachaufbauten und die Mindesthöhe $H_{A2,\,T}$ aufgrund der Hanglage des Gebäudes,
- für H_E die ausgehend von der Geländeoberfläche bzw. dem Bezugsniveau berechneten Mindesthöhen H_{E1} bzw. H_{E2} und die Mindesthöhe $H_{E2,\,T}$ aufgrund der Hanglage des Gebäudes unter Berücksichtigung des Einwirkungsbereichs der Abgasableiteinrichtung.

Das folgende Schema fasst die erforderlichen Berechnungen zur Bestimmung von H_M zusammen:

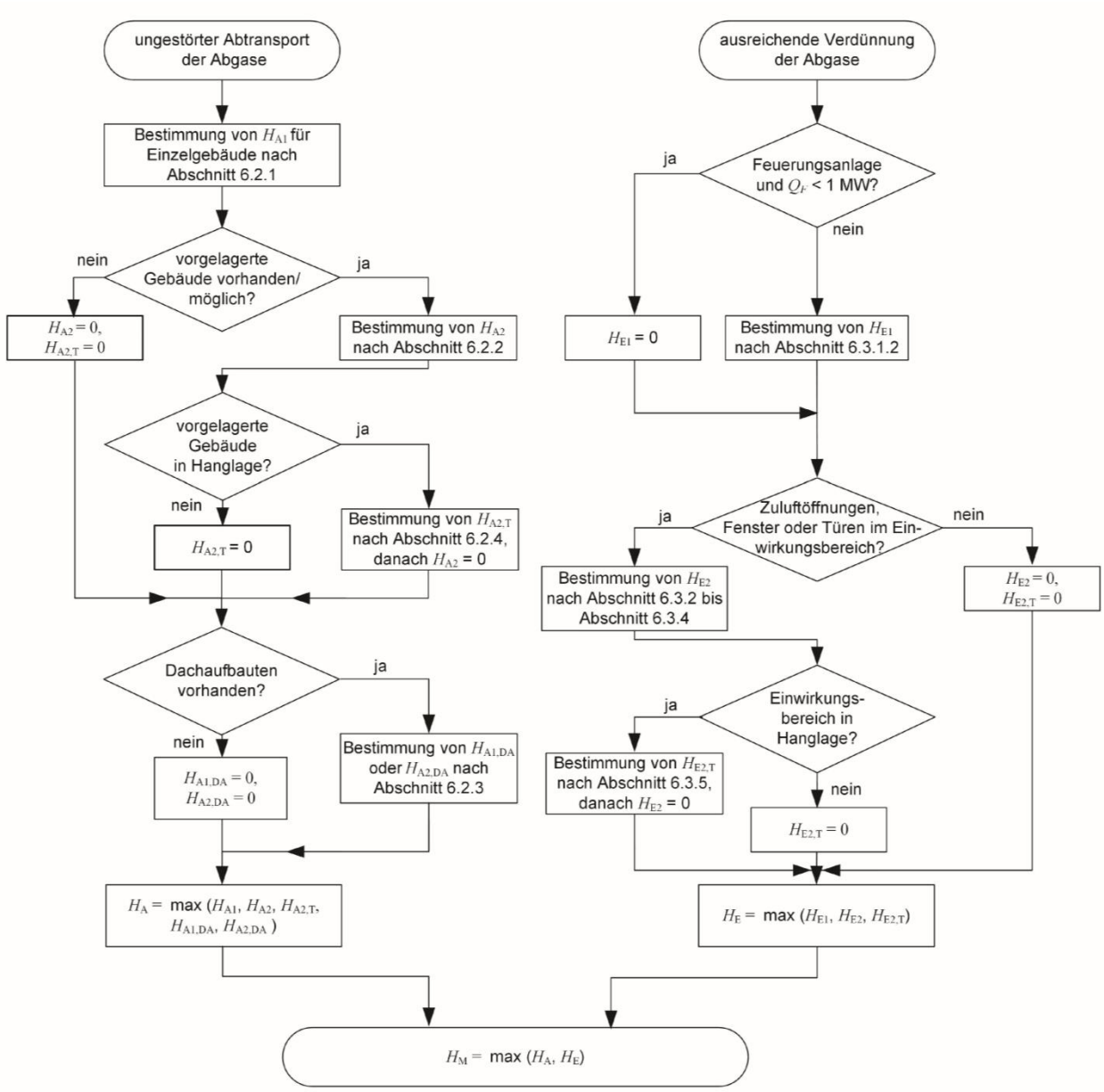


Abbildung 1: Ablaufschema zur Bestimmung der erforderlichen Mindesthöhe H_M (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.3 Ungestörter Abtransport der Abgase

Der Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung ist gestört, falls die Abgasableiteinrichtung in eine Rezirkulationszone (RZ) mündet, die verursacht werden kann durch:

- das Gebäude mit der Abgasableiteinrichtung selbst,
- vorgelagerte Gebäude, auch unter Berücksichtigung der Hanglage, sowie
- Aufbauten auf Gebäuden.

Um einen ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und geringere bodennahe Immissionen sicherzustellen, muss die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb von RZ liegen. Dies gilt auch für Abgasableiteinrichtungen, die sich innerhalb der RZ benachbarter Gebäude befinden.

3.3.3.1 Additiver Term $H_Ü$

Die Berandung der RZ ist keine scharfe Linie im Vertikalschnitt und keine scharfe Grenzfläche im Raum, sondern hat aufgrund der sich einstellenden turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke. Dies wird bei der Berechnung der Mündungshöhen durch einen additiven Term $H_Ü$ berücksichtigt.

Der Wert von $H_Ü$ wird gemäß Kapitel 5.2 der [VDI 3781-4_2017] wie folgt festgelegt:

Bei Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der [1. BImSchV] oder [44. BImSchV] richtet er sich nach der Nenn- (Q_N) oder Feuerungswärmeleistung (Q_F) (vgl. Tabelle 1), bei anderen als Feuerungsanlagen beträgt er in der Regel 3,0 m. Dies gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV] und [TA Luft 2021].

Tabelle 1: Werte für den additiven Term $H_Ü$ bei Feuerungsanlagen gemäß VDI 3781-4_2017

Nenn- oder Feuerungswärmeleistung Q_N bzw. Q_F	**Additiver Term $H_Ü$ in m**
$Q_N \leq 400$ kW	0,4
$Q_N > 400$ kW bis $Q_F < 1$ MW	1,0
$Q_F \geq 1$ MW	3,0

Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der [31. BImSchV] kann der Wert von $H_Ü$ sinngemäß wie bei den Feuerungsanlagen abgestuft werden.

Der additive Term $H_Ü$ bestimmt sich gemäß [Merkbl. SHB 2023] in Abhängigkeit vom Verhältnis Q/S wie folgt:

Tabelle 2: Werte für den additiven Term $H_Ü$ bei anderen als Feuerungsanlagen gemäß Merkbl. SHB 2023

Q/S in $1*10^6$ m³/h	**Additiver Term $H_Ü$ in m**
≤ 0,2	0,4
> 0,2 – 1,0	1,0
> 1	3,0

3.3.3.2 Mündungshöhe H_{A1}

Die Mündungshöhe H_{A1} stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone des Einzelgebäudes (auf dem sich die Abgasableiteinrichtung befindet) liegt. Sie berechnet sich gemäß Kapitel 6.2.1.1 der [VDI 3781-4_2017] durch Addition der Werte H_{S1} (Abgasableiteinrichtungshöhe über First - ohne $H_Ü$ – bei Einzelgebäuden) und $H_Ü$. H_{S1} markiert den niedrigeren Wert von H_1 und H_2. Diese werden mit den Formeln für die entsprechende Dachform (symmetrisches Satteldach, asymmetrisches Satteldach, Pultdach, Flachdach, Scheddach, Walmdach, Mansarddach) aus Kapitel 6.2.1.2 der [VDI 3781-4_2017] berechnet. Die Höhe H_1 nimmt mit wachsendem Abstand *a* der Abgasableiteinrichtung vom First bis zu einem, von der Dachneigung und -höhe abhängigen Endwert H_2 zu. Im Allgemeinen ist H_{A1} dann am geringsten, wenn die Abgasableiteinrichtung in der Nähe des Firsts angeordnet wird.

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge bei der Bestimmung von H_{A1}:

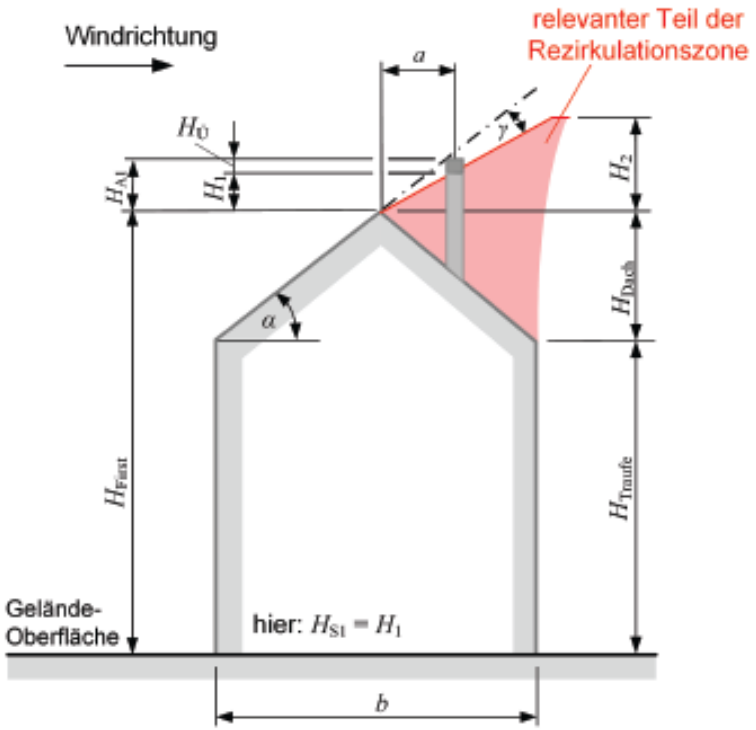


Abbildung 2: Prinzipskizze zur Bestimmung von H_{A1} (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.3.3 Mündungshöhe H_{A2}

Die Mündungshöhe H_{A2} stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone vorgelagerter Einzelgebäude oder Straßen-/Blockbebauung befindet, da nicht nur das Gebäude, aus dem die Abgase abgeleitet werden, sondern auch andere Gebäude in der Umgebung der Abgasableiteinrichtung den ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung beeinträchtigen können. Sie berechnet sich gemäß Kapitel 6.2.2.1 der [VDI 3781-4_2017] durch Addition der Werte H_{S2} (Abgasableiteinrichtungshöhe über First - ohne $H_Ü$ – bei vorgelagerten Gebäuden) und $H_Ü$. H_{S2} ist gemäß Formel (17) der [VDI 3781-4_2017] von l_{RZ} (maximale horizontale Ausdehnung der Rezirkulationszone ab der windabgewandten Gebäudewand des vorgelagerten Gebäudes), l_A (horizontale Entfernung der Abgasableiteinrichtung von einem vorgelagerten Gebäude), $H_{First, V}$ (Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes), $H_{2, V}$ (Höhe der Rezirkulationszone am vorgelagerten Gebäude über First des Gebäudes) und H_{First} (Firsthöhe des Gebäudes mit der Abgasableiteinrichtung) abhängig.

Befindet sich in der Umgebung der Abgasableiteinrichtung eine geschlossene Gruppe ohne Grenzabstand errichteter Gebäude ähnlicher Höhe, beispielsweise eine Straßen- oder Blockrandbebauung, so kann vereinfachend davon ausgegangen werden, dass die gesamte Gebäudegruppe von einer Rezirkulationszone der Länge l_{RZ} = 6,0 x $H_{First, V}$ eingehüllt wird. $H_{First, V}$ ist dabei für alle Formeln auf das höchste Gebäude der Gruppe zu beziehen.

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge bei der Bestimmung von H_{A2}:

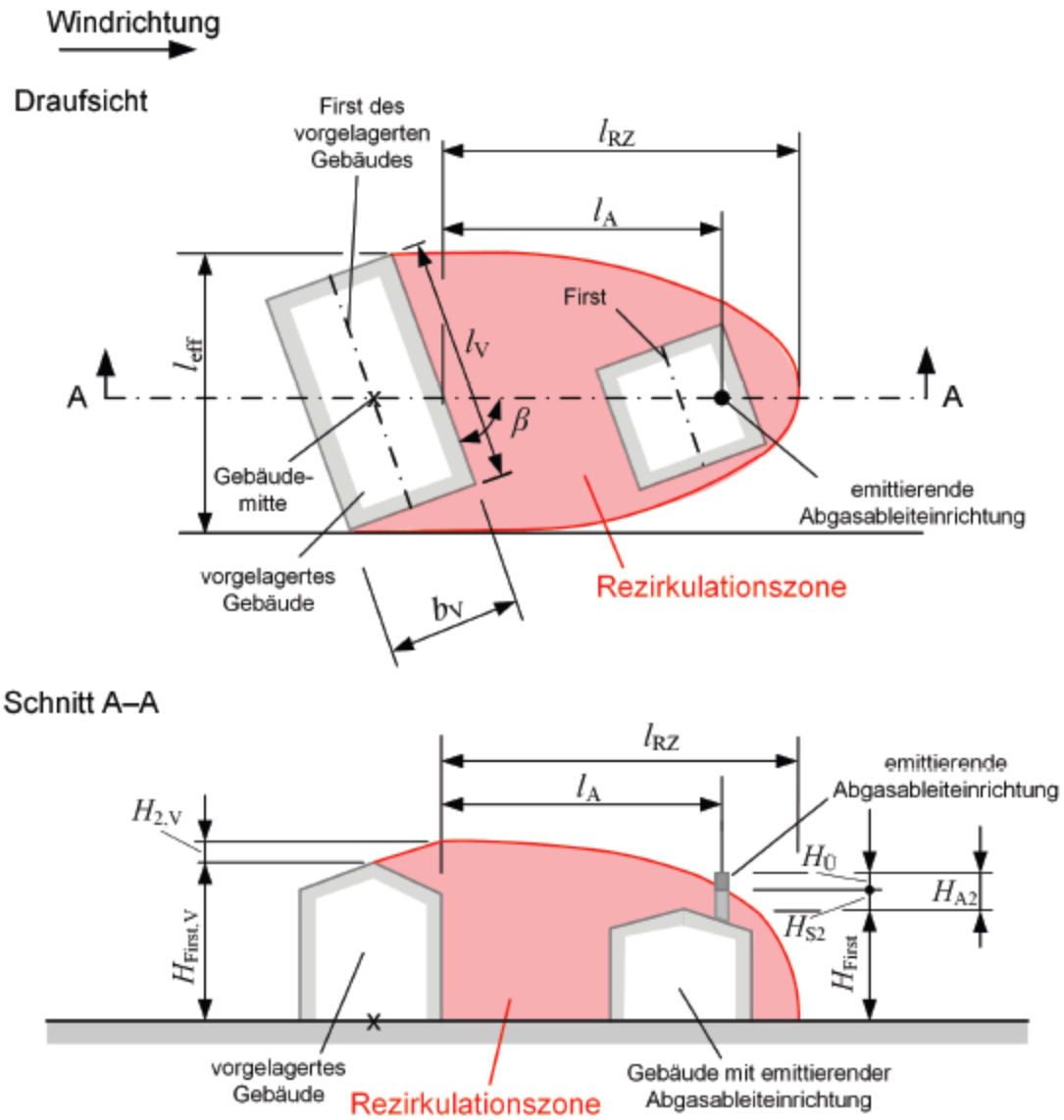


Abbildung 3: Prinzipskizze zur Bestimmung von H_{A2} (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.3.4 Mündungshöhe $H_{A1,\,DA}$ und $H_{A2,\,DA}$

Die Mündungshöhe $H_{A1,\,DA}$ stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone von Aufbauten auf Dächern legt. Die Aufbauten erzeugen eigene Rezirkulationszonen, die bei der Ermittlung der erforderlichen Mündungshöhen analog zu Rezirkulationszonen von Einzelgebäuden zu berücksichtigen sind, falls ein Dachaufbau die Firsthöhe des Gebäudes um mehr als 1 m überragt und seine größte Seitenlänge 2 m überschreitet.

$H_{A1,\,DA}$ berechnet sich für eine Abgasableiteinrichtung auf einem Dachaufbau analog zu Kapitel 3.3.3.2. Maßgebend ist der über den First hinausragende Teil des Dachaufbaus.

Für eine Abgasableiteinrichtung in der Umgebung von Dachaufbauten ist analog zu Kapitel 3.3.3.3 zu prüfen, ob sich die Abgasableiteinrichtung in der Rezirkulationszone eines oder mehrerer Dachaufbauten befindet. Gegebenenfalls ist die Höhe $H_{A2,\,DA}$ zu ermitteln.

Falls ein Dachaufbau vorhanden ist, wird empfohlen, die Abgasableiteinrichtung in oder an ihm hochzuführen.

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge bei der Bestimmung von $H_{A1,\,DA}$ und $H_{A2,\,DA}$:

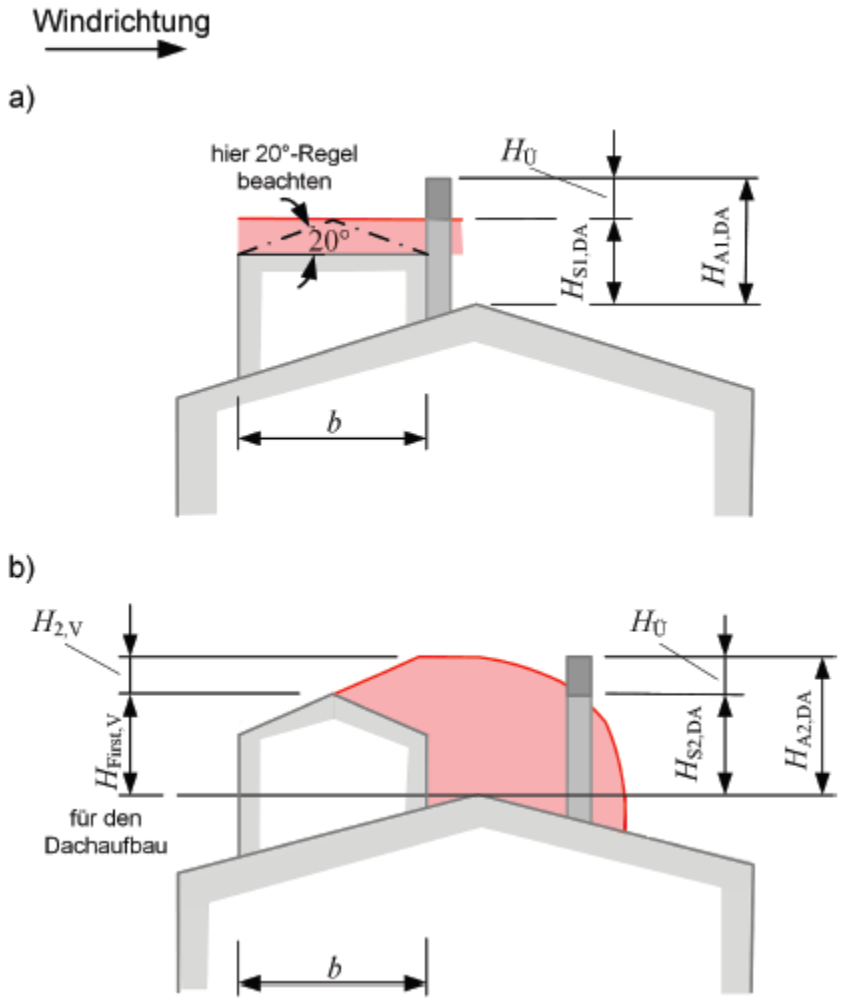


Abbildung 4: Prinzipskizze zur Bestimmung von $H_{A1,\,DA}$ und $H_{A2,\,DA}$ (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.3.5 Mündungshöhe $H_{A2,T}$

Die erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableiteinrichtung über First für den ungestörten Ab-transport der Abgase – aufgrund der Hanglage eines Gebäudes – $H_{A2,T}$ stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone eines vorgelagerten Gebäudes in Hanglage befindet. Sie berechnet sich gemäß Kapitel 6.2.4 der [VDI 3781-4_2017] durch Addition der Werte H_{A2} und Δh. Letzteres wird als Differenz zwischen den Höhen der Bezugspunkte des vorgelagerten Gebäudes und des Gebäudes mit der Abgasableiteinrichtung bestimmt, wobei der Bezugspunkt eines Gebäudes als der Fußpunkt des Lots unter seinem First oder virtuellen First definiert ist. Bei höher liegenden Gebäuden erhöht sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung gegenüber dem Fall ebenen Geländes um Δh. Liegt das Gebäude tiefer als das Gebäude mit der Abgasableiteinrichtung und ergibt sich bereits im ebenen Fall keine Erhöhung der Mündung aufgrund dieses vorgelagerten Gebäudes, entfällt für dieses vorgelagerte Gebäude die Betrachtung der Hanglage. Die Prüfung/Korrektur erfolgt nur für Gebäude, in deren Rezirkulationszone sich die Abgasableiteinrichtung befindet.

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge bei der Bestimmung von $H_{A2,T}$:

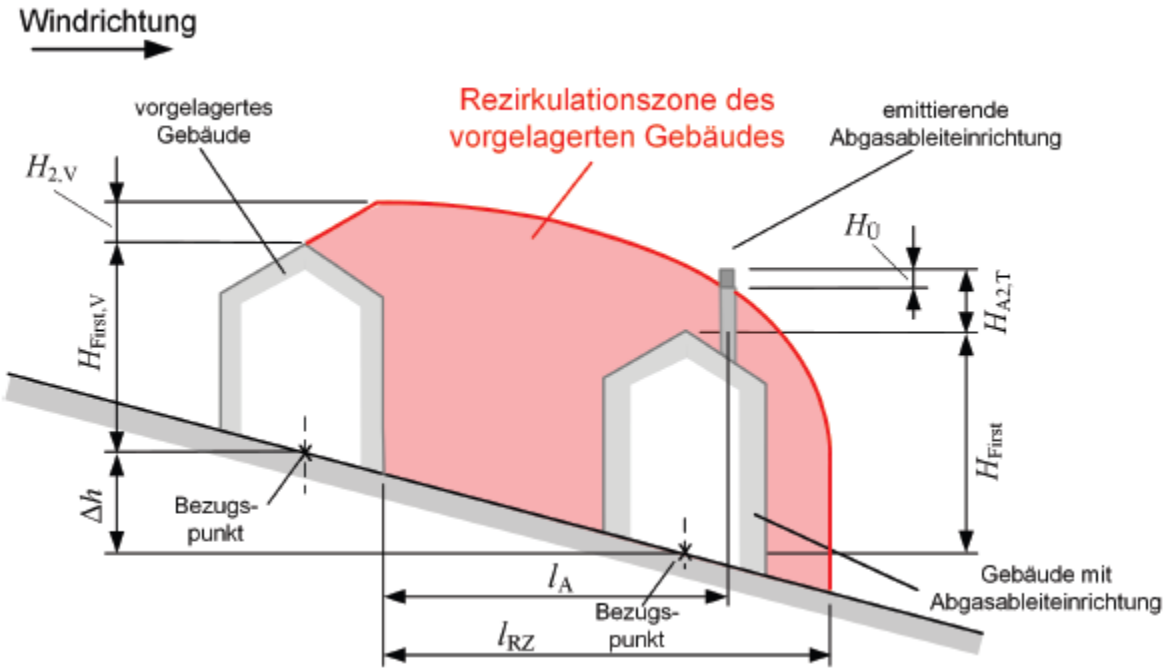


Abbildung 5: Prinzipskizze zur Bestimmung von $H_{A2,T}$ (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.4 Ausreichende Verdünnung der Abgase

Im Einwirkungsbereich einer Abgasableiteinrichtung ist bei ungestörtem Abtransport der Abgase von einer ausreichenden Verdünnung auszugehen, falls die Mündung der Abgasableiteinrichtung

- die höchste Ebene, auf der Nachbarschaft und Allgemeinheit den Abgasen ausgesetzt werden (Bezugsniveau), und
- gegebenenfalls die Geländeoberfläche um bestimmte Mindesthöhen überragt.

3.3.4.1 Mindestanforderungen

Der Einwirkungsbereich ist gemäß Kapitel 6.3.2 der [VDI 3781-4_2017] zu bestimmen, das Bezugsniveau gemäß Kapitel 6.3.3 der [VDI 3781-4_2017] zu bestimmen und die Höhe über Bezugsniveau gemäß Kapitel 6.3.4 der [VDI 3781-4_2017] zu bestimmen und bei der Festlegung der Mündungshöhe zu berücksichtigen.

Für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung ≥ 1 MW und andere als Feuerungsanlagen gilt zusätzlich, dass die Geländeoberfläche von der Mündung der Abgasableiteinrichtung um mindestens 10 m überragt werden muss. Damit berechnet sich bei Firsthöhen H_{First} < 10 m die Mindesthöhe zu:

$$H_{E1} = 10\ \text{m} - H_{First.}$$

Diese Anforderung gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV] und [TA Luft 2021]. Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der [31. BImSchV] ist eine sinngemäße Abstufung wie bei den Feuerungsanlagen möglich (vgl. Kapitel 3.3.3.1).

3.3.4.2 Bestimmung des Einwirkungsbereichs

Als Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung gilt eine Kreisfläche um den Mittelpunkt der Mündungsfläche. Der Radius *R* des Einwirkungsbereichs von Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der [1. BImSchV] beträgt 15 m oder 8 m und vergrößert sich wie folgt:

- 15 m bei Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis 50 kW, der Radius *R* vergrößert sich um 2 m je weitere angefangene 50 kW bis auf höchstens 50 m,
- 8 m bei Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe mit einer Gesamtnennwärmeleistung bis 50 kW, der Radius *R* vergrößert sich um 1 m je weitere angefangene 50 kW bis auf höchstens 50 m.

Bei anderen Anlagen beträgt der Radius grundsätzlich *R* = 50 m. Dies gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV]. Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des

Anwendungsbereichs der [31. BImSchV] kann der Radius (R) des Einwirkungsbereichs in Abhängigkeit vom Verhältnis Q/S zwischen 10 m und 50 m linear interpoliert und anschließend auf ganze Meter gerundet werden. Die folgende Tabelle stellt die Radien des Einwirkungsbereichs für definierte Q/S-Verhältnisse dar:

Tabelle 3: Abstufung des Einwirkbereiches gemäß Merkbl. SHB 2023

Q/S in $1*10^6$ m³/h	< 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	≥ 1,0
Einwirkungsbereich in m	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50

3.3.4.3 Bestimmung des Bezugsniveaus

Die höchste Oberkante von Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) und von Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung definiert das Bezugsniveau. H_F ist die Höhe des Bezugsniveaus über der für die Abgasableiteinrichtung maßgeblichen Geländeoberfläche.

3.3.4.4 Mündungshöhe H_{E2}

Die Mündung der Abgasableiteinrichtung muss das Bezugsniveau mindestens um die Höhe H_B überragen, die bei Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der [1. BImSchV] als Funktion der Brennstoffart und der Nennwärmeleistung (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4 der [VDI 3781-4_2017]) bestimmt wird.

Bei anderen Anlagen ist die Höhe grundsätzlich H_B = 5m. Dies gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV]. Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der [31. BImSchV] ist eine sinngemäße Abstufung wie bei den Feuerungsanlagen möglich (vgl. Kapitel 3.3.3.1).

Tabelle 4: Abstufung der Höhe über Bezugsniveau gemäß Merkbl. SHB 2023

Radius des Einwirkungsbereichs in m	< 17	17 – 18	19 – 22	29 – 30	31 – 50
Höhe über Bezugsniveau in m	1	2	3	4	5

Die erforderliche Mündungshöhe H_{E2} über First berechnet sich damit zu:

$$H_{E2} = (H_F - H_{First}) + H_{B.}$$

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge bei der Bestimmung von H_{E2}:

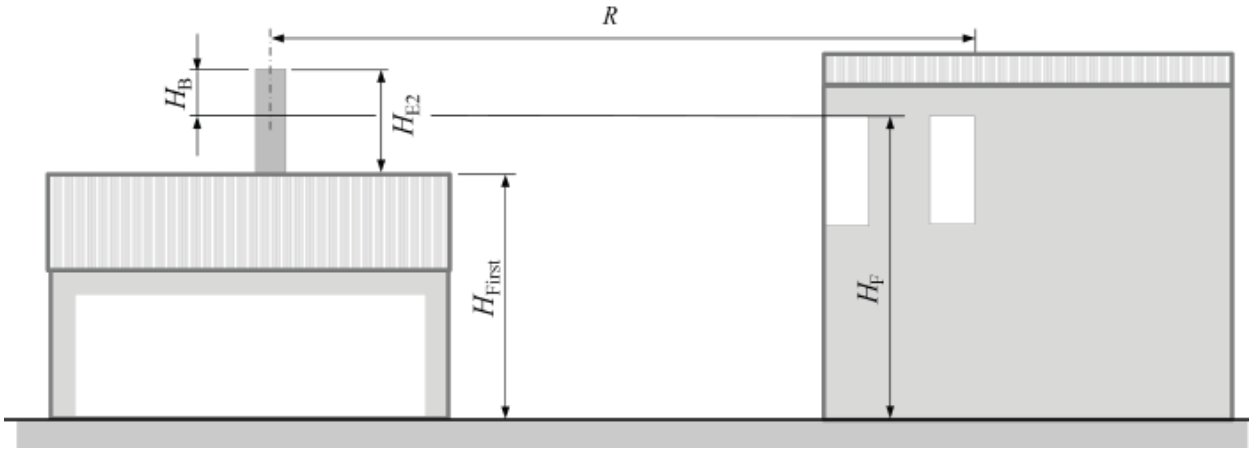


Abbildung 6: Radius R, Bezugsniveau H_F und Mündungshöhe H_{E2} (aus VDI 3781-4_2017)

3.3.4.5 Mündungshöhe $H_{E2,\,T}$

Der Einfluss eines Höhenunterschieds auf das Bezugsniveau ist analog zu Kapitel 3.3.3.5 durch eine Höhenkorrektur Δh zu erfassen. Die erforderliche Mündungshöhe $H_{E2,\,T}$ über First berechnet sich damit zu:

$$H_{E2,\,T} = H_{E2} + \Delta h.$$

3.3.5 Einzelfalluntersuchung

Gemäß Kapitel 5.4 Absatz 4 [VDI 3781-4_2017] kann innerhalb großflächiger Industrieanlagen im Einzelfall in Abhängigkeit vom Standort und dem Abstand zur Anlagengrenze von den Mindestbedingungen der [VDI 3781-4_2017] zur Ableitung der Abgase abgewichen werden.

3.4 Hohe Einzelgebäude

Die Prüfung des Einwirkungsbereiches hoher Einzelgebäude ist gemäß [Merkbl. SHB 2023] für den nahen Nachlauf und für den fernen Nachlauf durchzuführen.

Der Einfluss des nahen Nachlaufs hoher Einzelgebäude auf die freie Abströmung an der Schornsteinmündung lässt sich durch Anwendung der [VDI 3781-4_2017] ermitteln. Ausführungen zur [VDI 3781-4_2017] finden sich in Kapitel 3.3.

Die [VDI 3781-4_2017] trifft keine Aussagen über den fernen Nachlauf. Nach Abschnitt 5.1 der Richtlinie [VDI 3781-4_2017] sind größere Mündungshöhen zulässig. Damit kann auch der Einfluss des fernen Nachlaufs bei der Berechnung der Schornsteinhöhe berücksichtigt werden. Dies kann in Einzelfällen geboten sein.

Der Einfluss des fernen Nachlaufs hoher Einzelgebäude auf die freie Abströmung an der Schornsteinmündung lässt sich durch Anwendung der in Nr. 3.2 [Merkbl. SHB 2023] der Regelungen und Berechnungsansätze ermitteln. Es wird angenommen, dass die Länge des fernen Nachlaufs das Fünffache der Länge des nahen Nachlaufs beträgt. Die Ermittlung der Schornsteinhöhe innerhalb des fernen Nachlaufs bestimmt sich über den nachfolgenden vereinfachten Ansatz:

$$H_S = \frac{(5 \cdot l_{RZ} - l_A) \cdot (H_{First,\,V} + H_{2,\,V} + H_{Ü})}{4 \cdot l_{RZ}} \qquad \text{für } l_{RZ} < l_A < 5 \cdot l_{RZ}$$

mit

l_{RZ} in m	Länge der Rezirkulationszone (naher Nachlauf),
l_A in m	Entfernung zwischen Gebäude und Schornstein,
$H_{First,\,V}$ in m	Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes (angelehnt an [VDI 3781-4_2017], Kapitel 3.3.3.3),
$H_{2,\,V}$ in m	Höhe der Rezirkulationszone am vorgelagerten Gebäude über First des Gebäudes (angelehnt an [VDI 3781-4_2017], Kapitel 3.3.3.3),
$H_Ü$ in m	additiven Term (angelehnt an [VDI 3781-4_2017], Kapitel 3.3.3.1).

Die Berücksichtigung des fernen Nachlaufs kommt insbesondere in Betracht, wenn das Gebäude vom Schornstein aus gesehen im Bereich der Hauptwindrichtung liegt. Befinden sich hinter dem Schornstein vom Gebäude aus gesehen keine relevanten Immissionsorte, kann auf die Berücksichtigung des fernen Nachlaufs verzichtet werden, insbesondere wenn sich dadurch unverhältnismäßig hohe Schornsteine ergeben würden.

Falls das Gelände nicht eben ist, muss die berechnete Höhe nach [VDI 3781-4_2017] um den Einfluss der Hanglage korrigiert werden.

3.5 Nr. 2.1 Anhang 7 TA Luft 2021

Gemäß Nr. 2.1 Anhang 7 [TA Luft 2021] ist die Schornsteinhöhe in der Regel so zu bemessen, dass die relative Häufigkeit der Geruchsstunden, bezogen auf ein Jahr (vgl. Nr. 4.5 Anhang 7 [TA Luft 2021]), auf keiner Beurteilungsfläche den Wert 0,06 überschreitet.

In atypischen Fällen können sich unverhältnismäßige Schornsteinhöhen ergeben; in diesen Fällen ist eine Stellungnahme der zuständigen Fachbehörde einzuholen.

3.6 Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall (Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021)

3.6.1 Allgemeines

Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] gibt Hinweise zur Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall. Der Ausnahmetatbestand lehnt sich in seinen Voraussetzungen an Nr. 5.5.2 Abs. 5 [TA Luft 2002] an, jedoch mit anderen Konsequenzen. Während Nr. 5.5.2 Ab. 5 [TA Luft 2002] an den Grundsätzen der ausreichenden Verdünnung und des ungestörten Abtransports der Abgase mit der freien Luftströmung festhielt und lediglich Ausnahmen von den mindesthöhen der Nr. 5.5.2 Abs. 1 [TA Luft 2002] gewährte, befreit Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] im Einzelfall von den Grundsätzen der Nr. 5.5 [TA Luft 2021] an sich. Dies eröffnet die Möglichkeit, Abgase nicht nach Nr. 5.5 [TA Luft 2021] abzuleiten (diffuse Emissionen, vgl. Nr. 4.6.1.1 Abs. 1 Buchst. B [TA Luft 2021]). Zu den Hintergründen der Regelung siehe Anhang A [Merkbl. SHB 2023].

Um einen bundeseinheitlichen Vollzug der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] sicherzustellen, wurden die Voraussetzungen (geringe Emissionsmassenströme oder selten Emissionen) und die Ziele (das Anstreben einer ausreichenden Verdünnung und eines ungestörten Abtransports der Abgase mit der freien Luftströmung) mittels Prüfverfahren in [Merkbl. SHB 2023] konkretisiert.

3.6.2 Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme

Das in der Abbildung 7 dargestellte Flussdiagramm beschreibt das Vorgehen bei geringen Emissionsmassenströmen für den Einzelfall der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021. Erläuterungen zu den Prüfschritten werden im Folgenden gegeben. Erläuterungen um den Hintergrund können im Anhang A [Merkbl. SHB 2023] eingesehen werden.

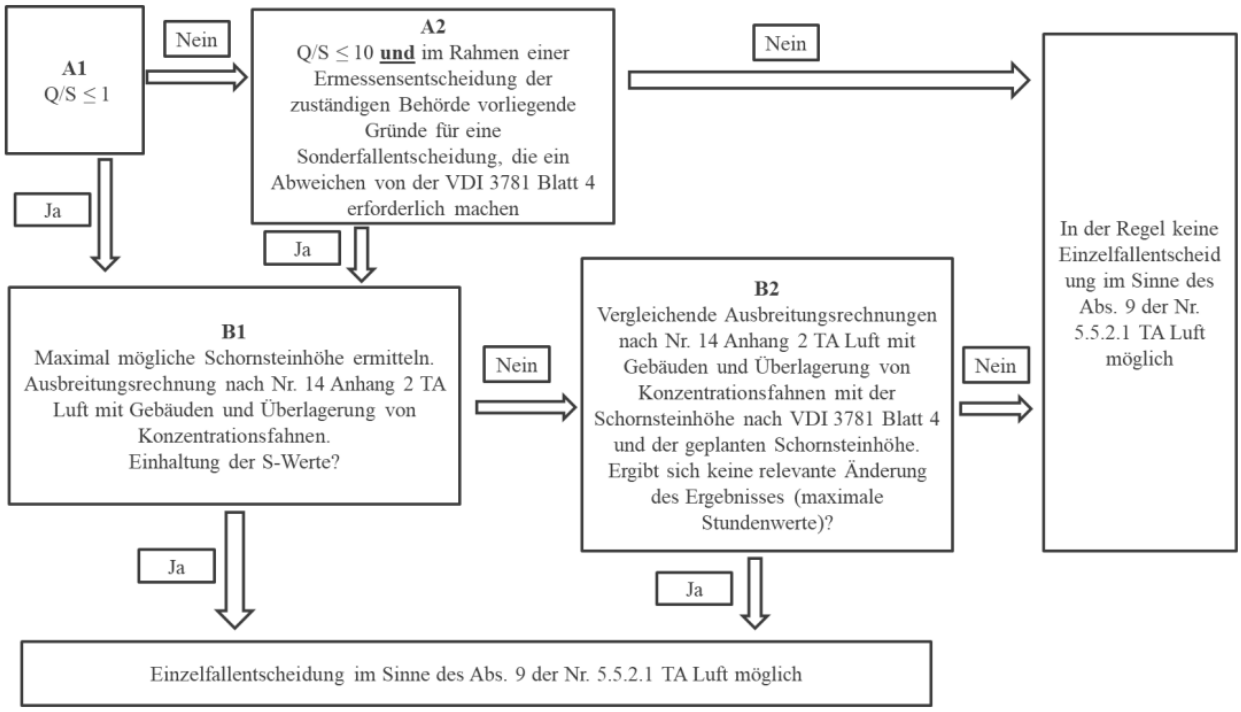


Abbildung 7: Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme (aus Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung zur TA Luft 2021)

3.6.2.1 Prüfschritt A1: Q/S ≤ 1

Wie in Anhang A [Merkbl. SHB 2023] dargestellt, können geringe Emissionsmassenströme in der Regel mit einem Verhältnis Q/S ≤ 1 gleichgesetzt werden. Bei Q/S ≤ 1 kann daher der Ausnahmetatbestand der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] als erfüllt angesehen werden und eine Festlegung im Einzelfall ist möglich. Dann ist eine Einzelfallprüfung nach Prüfschritt B1 vorzunehmen.

3.6.2.2 Prüfschritt A2: 1 < Q/S ≤ 10 und Gründe für Sonderfallentscheidung

Wenn das Q/S-Verhältnis größer als 1 und nicht größer als 10 ist (1 < Q/S ≤ 10) und Gründe für eine Sonderfallentscheidung vorliegen, kann der Ausnahmetatbestand der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] als erfüllt angesehen werden, wie in Anhang A [Merkbl. SHB 2023] dargestellt.

In diesen Fällen ist im Unterschied zu Prüfschritt A1 eine Ermessensentscheidung der zuständigen Behörde (Genehmigungs- oder Überwachungsbehörde) erforderlich. Die Benennung von Gründen für eine Sonderfallentscheidung (z. B. durch ein Gutachten) allein ist nicht ausreichend.

Bei der Ermessensentscheidung können verschiedene Aspekte erwogen werden. Einige Aspekte, die bei der Prüfung durch die zuständige Behörde Berücksichtigung finden können, sind z. B.:

- die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen (siehe auch Abb. 7 im Anhang A [Merkbl. SHB 2023]),
- Fragen der Statik oder der Realisierbarkeit der erforderlichen Schornsteinhöhe,
- die Verhältnismäßigkeit der Forderung einer Schornsteinhöhe nach Richtlinie [VDI 3781-4_2017] im Sonderfall oder
- die Verhältnismäßigkeit der Forderung einer Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.3 [TA Luft 2021] im Sonderfall.

Beispielsweise kann der Aspekt der Verhältnismäßigkeit diskutiert werden, wenn zur Realisierung der nach der Richtlinie [VDI 3781-4_2017] erforderlichen Schornsteinhöhe eine Errichtung eines Schornsteins neben dem Gebäude erforderlich wird, da aus Gründen der Statik eine Realisierung der erforderlichen Schornsteinhöhe auf dem Gebäude nicht möglich ist. Dies kann aufgrund von längeren Abgasstrecken, erforderlichen Fundamenten und längeren Schornsteinbauwerken zu erheblichen Mehrkosten führen. Hier kann eine Verhältnismäßigkeitsbetrachtung in Bezug auf den wirtschaftlichen Aufwand und den immissionsseitigen Effekt der Maßnahme einer von mehreren entscheidungsrelevanten Aspekten sein. Andere mögliche Gründe für eine Sonderfallentscheidung sind beispielsweise Aspekte des Denkmalschutzes oder der Flugsicherheit.

Ist nach Ermessen der zuständigen Behörde eine Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall erforderlich, ist nach Prüfschritt B1 vorzugehen.

3.6.2.3 Prüfschritt B1: Maximal mögliche Schornsteinhöhe ermitteln, Ausbreitungsrechnung zur Einhaltung der S-Werte

Nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] ist der ungestörte Abtransport anzustreben. Auch wenn in diesem Fall ein gestörter Abtransport unvermeidbar ist, ist die unter den Randbedingungen des Einzelfalls maximal mögliche Schornsteinhöhe vorauszusetzen. Diese Schornsteinhöhe ist zu ermitteln und zu begründen. Da es sich nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] um eine Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall handelt, können keine pauschalen Vorgaben getroffen werden.

Für diese maximal mögliche Schornsteinhöhe sollte die ausreichende Verdünnung, auch unter Berücksichtigung der Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine, nachgewiesen werden. Diese Prüfung ist nicht auf die Beurteilungspunkte nach [TA Luft 2021] beschränkt. Wenn die Abgasableitung unter dem Ausnahmetatbestand der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] gestört erfolgt, dann ist eine Anwendung des Programmpakets BESTAL gemäß Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] mit anschließender Korrektur nach Nr. 5.5.2.3 [TA Luft 2021] nicht möglich. Zur Prüfung der ausreichenden Verdünnung kann eine Ausbreitungsrechnung nach Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] unter zusätzlicher Berücksichtigung der Gebäudeeinflüsse durchgeführt werden. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Einflüsse der Gebäude sind mit einem Windfeldmodell gemäß Nr. 11 Anhang 2 [TA Luft 2021] ergänzend zu berücksichtigen. Ggf. sind weitere Gebäude nach Nr. 5.5.2.3 [TA Luft 2021] zu berücksichtigen.
- Eine Abgasfahnenüberhöhung kann nur in den Fällen berücksichtigt werden, in denen ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung gewährleistet ist. Dies kann relevant sein, wenn zu berücksichtigende Schornsteine außerhalb der Rezirkulationszone ableiten.
- Bestehende Schornsteine werden mit dem halben Emissionsmassenstrom berücksichtigt.
- Die bestehenden Schornsteine werden mit der Bauhöhe berücksichtigt.
- Für den Schornstein, für den der Ausnahmetatbestand in Anspruch genommen wird, erfolgt keine Korrektur für Bebauung und Bewuchs nach Nr. 5.5.2.3 [TA Luft 2021].
- Neu zu errichtende Schornsteine, für die nicht der Ausnahmetatbestand der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] in Anspruch genommen wird, werden mit der zuvor nach Nr. 5.5.2 [TA Luft 2021] ermittelten erforderlichen Schornsteinbauhöhe berücksichtigt.

Kann mit dieser Ausbreitungsrechnung die Einhaltung der S-Werte außerhalb der Anlagengrenze nachgewiesen werden, ist die ausreichende Verdünnung gewährleistet und die beantragte Schornsteinhöhe erfüllt die Vorgaben der Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021].

3.6.2.4 Prüfschritt B2: Vergleichende Ausbreitungsrechnung

Falls die Einhaltung der S-Werte unter Berücksichtigung der Fahnenüberlagerung nicht nachgewiesen werden kann, kann, wie in Anhang A erläutert, mit vergleichenden Ausbreitungsrechnungen geprüft werden, ob eine Ableitung mit der erforderlichen Schornsteinhöhe zu einer relevanten Verminderung der Konzentrationen führt. Dazu wird ergänzend zur Ausbreitungsrechnung aus Prüfschritt B1 eine Ausbreitungsrechnung mit der erforderlichen Schornsteinhöhe durchgeführt.

Eine Differenz der maximalen Stundenmittelwerte der beiden Ausbreitungsrechnungen von mehr als 20 % des jeweiligen S-Wertes stellt eine relevante Änderung dar.

Hinweis: Unabhängig von dieser Prüfung ist insgesamt die Einhaltung der S-Werte das Ziel. Es wird daher empfohlen, Maßnahmen zur Emissionsminderung oder zur Schornsteinhöhe der anderen Schornsteine zu prüfen, um so möglichst zu einer Einhaltung der S-Werte zu gelangen.

3.6.3 Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021

Grundlage für die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 der [TA Luft 2021] sind Ausbreitungsrechnungen gemäß diesem Anhang, wobei die folgenden Vereinfachungen und Festlegungen vorzunehmen sind:

a) Die Ausbreitungsrechnungen sind für ebenes Gelände durchzuführen.
b) Die Rauigkeitslänge wird auf den Wert 0,5 m gesetzt, die Verdrängungshöhe auf das 6-fache der Rauigkeitslänge und die Anemometerhöhe auf 10 m über der Verdrängungshöhe.
c) Es werden die in einer Ausbreitungsklassen-Statistik nach Richtlinie [VDI 3782-6] definierten, ungewichteten Einzelsituationen betrachtet ohne die Ausbreitungsklassen Klug/Manier IV und V.
d) Eine Abgasfahnenüberhöhung wird berücksichtigt, indem als Freisetzungshöhe die effektive Quellhöhe (Bauhöhe plus Endüberhöhung) verwendet wird.
e) Die Ausbreitungsrechnung wird für ein passives, nicht deponierendes Spurengas durchgeführt.
f) Die relative statistische Streuung des Konzentrationswertes, der die Schornsteinhöhe bestimmt, soll 5 Prozent nicht überschreiten.

Für jede der meteorologischen Einzelsituationen wird die effektive Quellhöhe bestimmt, mit welcher der vorgegebene S-Wert gerade eingehalten wird. Für jede Einzelsituation wird danach mit Hilfe des Überhöhungsmodells gemäß Nr. 7 Anhang 2 [TA Luft 2021] durch Variation der Bauhöhe diejenige Bauhöhe bestimmt, die in Summe mit der dazugehörigen Endüberhöhung gerade die zuvor bestimmte effektive Quellhöhe ergibt. Die höchste dieser Bauhöhen, mindestens aber eine Höhe von 6 m, ist die nach Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] anzusetzende Schornsteinhöhe.

Vom Umweltbundesamt wird eine Referenzimplementierung dieser Bestimmungsvorschrift mit vorab berechneten Konzentrationsfahnen zur Verfügung gestellt, mit der die erforderliche Schornsteinhöhe bestimmt und für mehrere Schornsteine die Einhaltung des S-Wertes durch Überlagerung der Einzelfahnen überprüft werden kann.

4 Beschreibung des Vorhabens

4.1 Beschreibung der Anlage

Die Auftraggeberin betreibt am Standort eine Biogasanlage. Es ist die Errichtung und der Betrieb einer Biogasaufbereitungsanlage (BGAA) mit einer angeschlossenen Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) vorgesehen.

Die Auftraggeberin plant eine Erweiterung ihrer Biogasanlage. Außerdem ist die Errichtung und der Betrieb einer Biogasaufbereitungsanlage vorgesehen, um erzeugtes Biogas in Biomethan aufzubereiten und dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen. Bei der Aufbereitung entstehendes Offgas (CO_2-haltig) mit enthaltenen flüchtigen Schadstoffen soll rückstandsfrei und schadstofffrei in einer Abgasnachbehandlungsanlage (RTO) verbrannt werden. Das anfallende Abgas wird über einen neu zu errichtenden Schornstein an die Umgebung abgeleitet.

4.2 Lageplan der Anlage im geplanten Zustand

Der Lageplan mit Darstellung des geplanten Standortes des Schornsteins kann in der nachfolgenden Abbildung eingesehen werden.

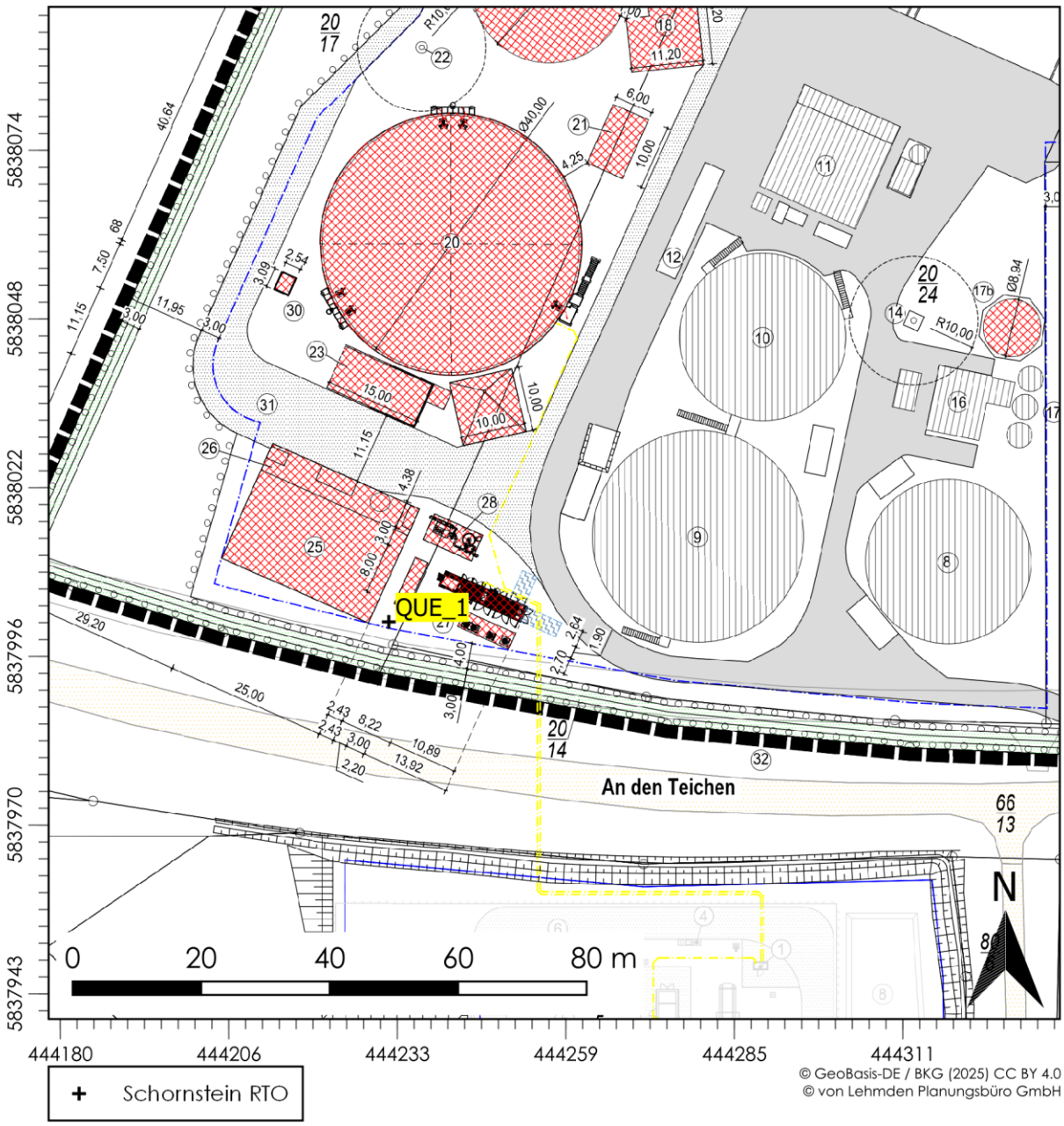


Abbildung 8: Auszug Lageplan, Lage des geplanten Schornsteins

4.3 Berücksichtigte vorgelagerte Gebäude

4.3.1 Naher Nachlauf

Für die Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 [TA Luft 2021]/[VDI 3781-4_2017] (vgl. Kapitel 5.2) werden folgende vorgelagerte Gebäude berücksichtigt (der blaue Kreis (Radius: 34 m) entspricht dem für eine ausreichende Verdünnung zu betrachtenden Einwirkbereich des vorgesehenen Standortes, vgl. Kapitel 5.2.2.2:

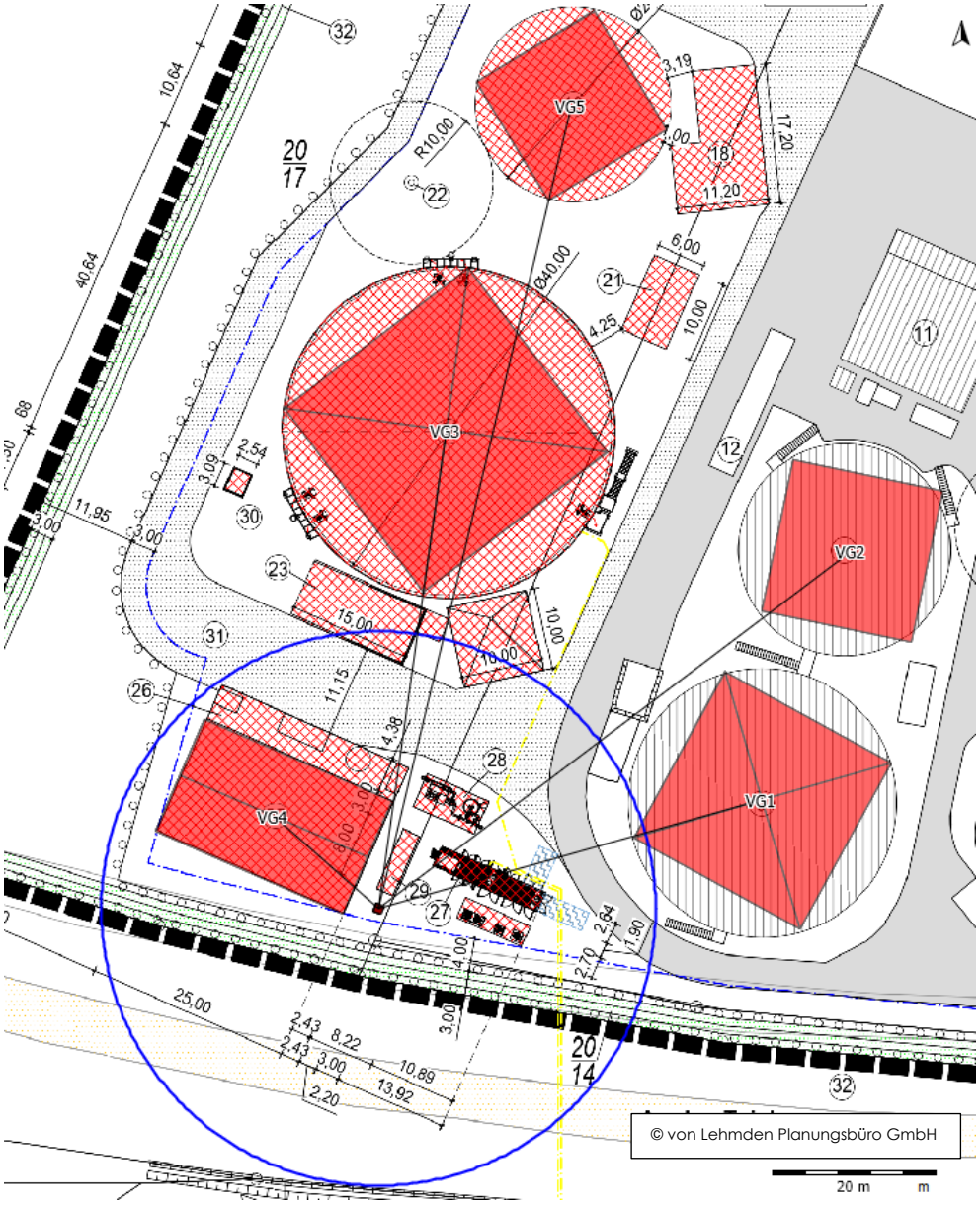


Abbildung 9: Lage der berücksichtigten vorgelagerten Gebäude für VDI 3781-4_2017

Die berücksichtigten Außenmaße, Gebäudehöhen (Traufhöhe, ggf. Firsthöhe) und Dachformen des Einzelgebäudes und der vorgelagerten Gebäude VG1 – VG5 wurden den zur Verfügung gestellten Unterlagen entnommen und können der WinSTACC-Protokolldatei im Anhang entnommen werden.

4.3.2 Ferner Nachlauf

Für die Schornsteinhöhenberechnung im Einflussbereich des fernen Nachlaufs hoher Einzelgebäude gemäß Nr. 3.2 [Merkbl. SHB 2023] (vgl. Kapitel 5.3) wird das vorgelagerte Gebäude VG5 berücksichtigt.

Die berücksichtigten Außenmaße, Gebäudehöhe (Traufhöhe, ggf. Firsthöhe) und Dachform des Gebäudes VG5 können der WinSTACC-Protokolldatei im Anhang entnommen werden.

4.4 Beschreibung des Anlagenumfeldes und schutzbedürftiger Nutzungen

Der Anlagenstandort befindet sich südöstlich von Märschendorf und östlich der Autobahn A1 und ist im Norden und Westen umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Im Osten und Süden grenzen jeweils eine Tierhaltung an den Anlagenstandort an.

In der Umgebung des Anlagenstandortes sind schutzbedürftige Nutzungen in Form von Wohnnutzungen im Außenbereich vorhanden. Das nächste schutzbedürftige Wohnhaus befindet sich südlich der Anlage in einer Entfernung von ca. 150 m zum geplanten Schornstein.

Die Lage der Anlage sowie der Umgebung kann in der folgenden Abbildung eingesehen werden:

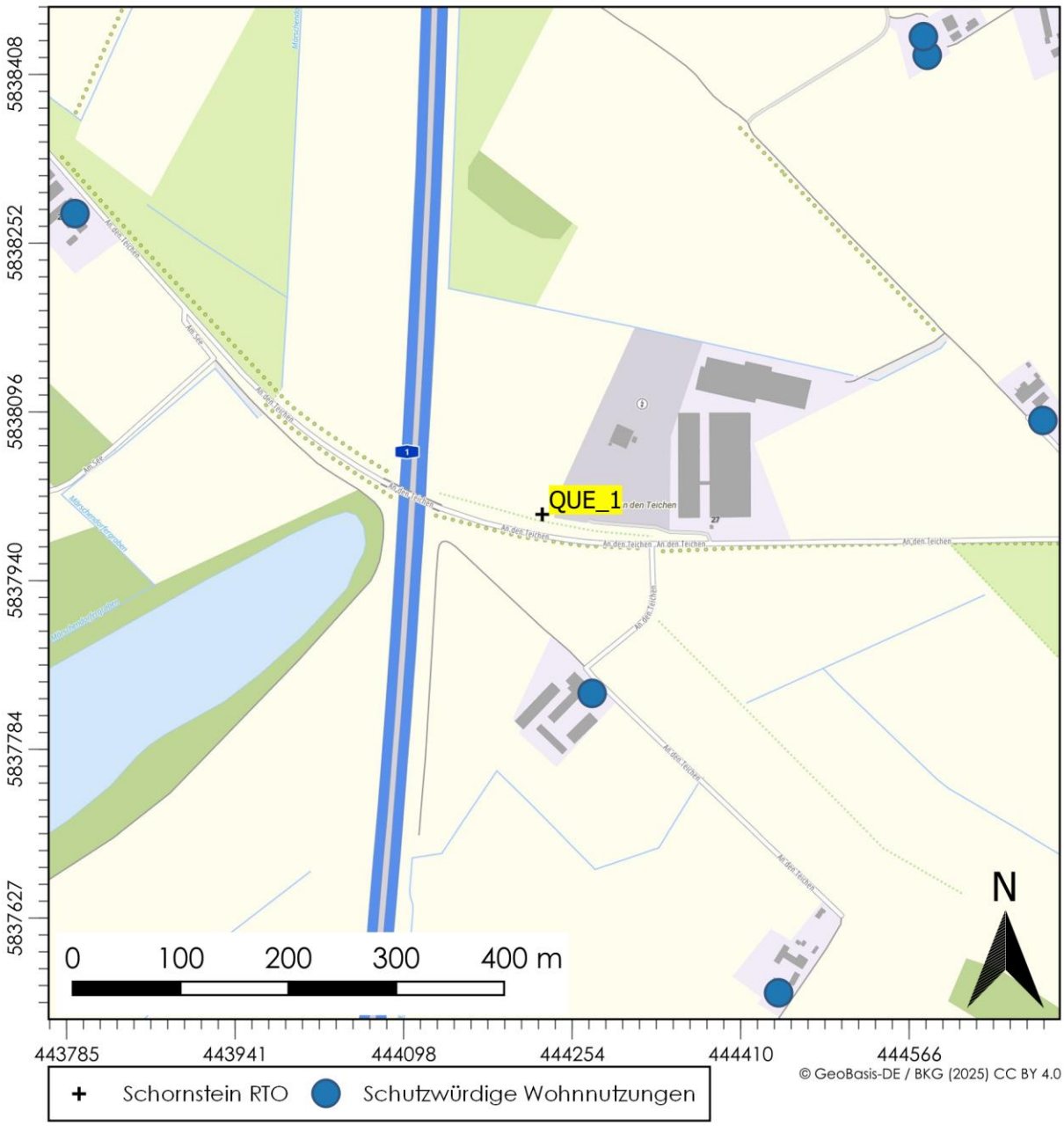


Abbildung 10: Anlagenumfeld, schutzwürdige Nutzungen

5 Schornsteinhöhenberechnung

5.1 Allgemein

Eine wesentliche Anforderung zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen ist die Ableitung der Emissionen derart, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung sichergestellt sind.

Aufgrund der Genehmigungsbedürftigkeit der Gesamtanlage nach [BImSchG] werden die Schornsteinhöhenberechnungen auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten nach den Vorgaben der [TA Luft 2021] durchgeführt.

Die Emissionen der geplanten RTO entsprechen dem Kriterium „geringe Emissionen“ (Q/S-Wert ≤ 1 *10^6 m^3/h). Daher erfolgt im vorliegenden Fall eine Prüfung nach Nr. 5.5.2.1 [TA Luft 2021] (gebäudebedingte Höhe) sowie eine Festlegung der Höhe im Einzelfall nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] sowie Nr. 5.2. [Merkbl. SHB 2023]. Auf eine Ermittlung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.3 wird verzichtet, da der Nachweis der ausreichenden Verdünnung über eine Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] (siehe Kap. 5.5) geführt wird.

Die Auslegungsdaten für die Berechnung der Emissionen und der erforderlichen Schornsteinhöhe wurden anhand der Unterlagen durchgeführt, die seitens der Auftraggeberin vorgelegt wurden.

Ungünstige Betriebsbedingungen

Für die Kenngrößen υ, T, x und Q sind jeweils die Werte zu verwenden, die sich bei bestimmungsgemäßem Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des Einsatzes möglicher Brenn- bzw. Rohstoffe.

Als ungünstigste Betriebsbedingung kann im vorliegenden Fall der dauerhafte Betrieb der RTO-Anlage bei Volllast und Schwachgas als Brennstoff angesehen werden. Bezüglich Temperatur wird die in den zur Verfügung gestellten Unterlagen aufgeführte Abgastemperatur bei Volllast verwendet.

5.2 Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781 Blatt 4

Die Berechnungen werden sämtlich mit dem Programm [WinSTACC] durchgeführt. Die Protokollierung kann im Anhang eingesehen werden.

5.2.1 Ungestörter Abtransport der Abgase

5.2.1.1 Additiver Term $H_Ü$

Gemäß den Vorgaben der [VDI 3781-4_2017] (vgl. Kapitel 3.3.3.1) wird für den Schornstein der geplanten RTO-Anlage ein Wert für $H_Ü$ festgelegt.

Der maximale Q/S-Wert liegt mit 0,6*10⁶ m³/h im Bereich < 1 *10⁶ m³/h (siehe Tabelle 9). Gemäß Tabelle 2 beträgt $\boldsymbol{H_Ü}$ damit **1,0 m**.

5.2.1.2 Mündungshöhe H_{A1}

Die Mündungshöhe H_{A1} stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone des Einzelgebäudes (auf dem sich die Abgasableiteinrichtung befindet) liegt und wird gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.3.3.2 berechnet. Da es sich um einen freistehenden Schornstein handelt, wird gemäß [VDI 3781-4_2017] ein imaginäres Einzelgebäude in Form eines 1 m x 1 m x 1 m Quaders modelliert.

Tabelle 5: Rechenwert H_{A1}

Schornstein	H_{A1} in m
RTO	1

5.2.1.3 Mündungshöhe H_{A2}

Die Mündungshöhe H_{A2} stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone vorgelagerter Einzelgebäude oder Straßen-/Blockbebauung befindet und wird gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.3.3.3 berechnet.

Für den vorliegenden Fall wurden dabei alle im Nahbereich um den geplanten Schornstein befindlichen Gebäude, einschließlich der höchsten Anlagengebäude, berücksichtigt. Ein Einfluss von darüber hinaus befindlichen Gebäuden/offenen Anlagenteilen ist nicht zu erwarten.

Für $\boldsymbol{H_{A2}}$ ergibt sich im vorliegenden Fall folgender Wert:

Tabelle 6: Rechenwert H_{A2}

Schornstein	H_{A2} in m
RTO	10,9

5.2.1.4 Mündungshöhe $H_{A1, DA}$ und $H_{A2, DA}$

Die Mündungshöhe $H_{A1, DA}$ stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone von Aufbauten auf Dächern liegt, und wird gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.3.3.4 berechnet.

Es sind keine Dachaufbauten vorhanden, die sich auf die Schornsteinhöhe relevant auswirken. Eine weitere Berücksichtigung ist nicht erforderlich. $\boldsymbol{H_{A1, DA}}$ und $\boldsymbol{H_{A2, DA}}$ ergeben sich damit zu **0 m**.

5.2.1.5 Mündungshöhe $H_{A2, T}$

Die erforderliche Höhe der Mündung der Abgasableiteinrichtung über First für den ungestörten Abtransport der Abgase – aufgrund der Hanglage eines Gebäudes – $H_{A2, T}$ stellt sicher, dass sich die Mündung der Abgasableiteinrichtung außerhalb der Rezirkulationszone eines vorgelagerten Gebäudes in Hanglage befindet, und wird gemäß den Ausführungen aus Kapitel 3.3.3.5 berechnet.

Da der Standort im vorliegenden Fall als nahezu eben angesehen werden kann, gibt es keine relevante Hanglage von vorgelagerten Gebäuden.

5.2.2 Ausreichende Verdünnung der Abgase

5.2.2.1 Mindestanforderungen/Mündungshöhe H_{E1}

Gemäß den Vorgaben der [VDI 3781-4_2017] (vgl. Kapitel 3.3.4.2) gilt für die vorliegende Anlage, dass die Geländeoberfläche von der Mündung der Abgasableiteinrichtung um mindestens 10 m überragt werden muss. $\boldsymbol{H_{E1}}$ beträgt damit **9 m.**

5.2.2.2 Bestimmung des Einwirkungsbereichs

Gemäß den Vorgaben der [VDI 3781-4_2017] (vgl. Kapitel 3.3.4.2) wird für ein Radius von $\boldsymbol{R}$ **= 34 m** festgelegt.

Innerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage sind keine Räume mit ständigem Aufenthalt von Menschen vorhanden.

5.2.2.3 Bestimmung des Bezugsniveaus

Die höchste Oberkante von Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) und von Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume im Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung definiert das Bezugsniveau H_F (vgl. Kapitel 3.3.4.3).

Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) oder Fenster und Türen von zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen sind innerhalb des Einwirkungsbereiches der Schornsteine nicht vorhanden. H_F beträgt damit **0 m**.

5.2.2.4 Mündungshöhe H_{E2}

Die Mündung der Abgasableiteinrichtung muss das Bezugsniveau mindestens um die Höhe H_B überragen, die bei Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der [1. BImSchV] als Funktion der Brennstoffart und der Nennwärmeleistung (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4 der [VDI 3781-4_2017] bestimmt wird. Bei anderen Anlagen ist die Höhe grundsätzlich H_B = 5m. Dies gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der [31. BImSchV]. Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der [31. BImSchV] ist eine sinngemäße Abstufung wie bei den Feuerungsanlagen möglich (vgl. Kapitel 3.3.3.1).

Da Zuluftöffnungen (Lüftungsöffnungen) oder Fenster und Türen von zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen innerhalb des Einwirkungsbereiches der Schornsteine nicht vorhanden sind, berechnet sich keine Überragungshöhe H_{E2}.

5.2.2.5 Mündungshöhe $H_{E2, T}$

Der Einfluss eines Höhenunterschieds auf das Bezugsniveau ist analog zu Kapitel 5.2.1.5 durch eine Höhenkorrektur Δh zu erfassen.

Da der Standort im vorliegenden Fall als nahezu eben angesehen werden kann, gibt es keine relevante Hanglage von vorgelagerten Gebäuden.

5.2.3 Berechnung von H_M

5.2.3.1 Berechnung

Die Mindesthöhe der Austrittsöffnung der Abgasableiteinrichtung über First ist gemäß Kapitel 3.3.2 der Maximalwert von H_{A1}, H_{A2}, $H_{A1, DA}$, $H_{A2, DA}$, $H_{A2, T}$, H_{E1}, H_{E2} und $H_{E2, T}$.

Tabelle 7: Mindesthöhe H_M

Schornstein	H_{A1} in m	H_{A2} in m	$H_{A1, DA}$ in m	$H_{A, DA2}$ in m	$H_{A2, T}$ in m	H_{E1} in m	H_{E2} in m	$H_{E2, T}$ in m	H_M in m
RTO	1	10,9	0	0	0	9	0	0	**10,9**

Die Mindesthöhe der Austrittsöffnung des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage muss daher 10,9 m über First betragen. Die Ableithöhe über Grund beträgt damit **11,9 m**.

5.2.3.2 Grafische Ergebnisdarstellung

Die zuvor aufgeführten Ergebnisse stellen sich grafisch (Ansicht aus Süden) wie folgt dar:

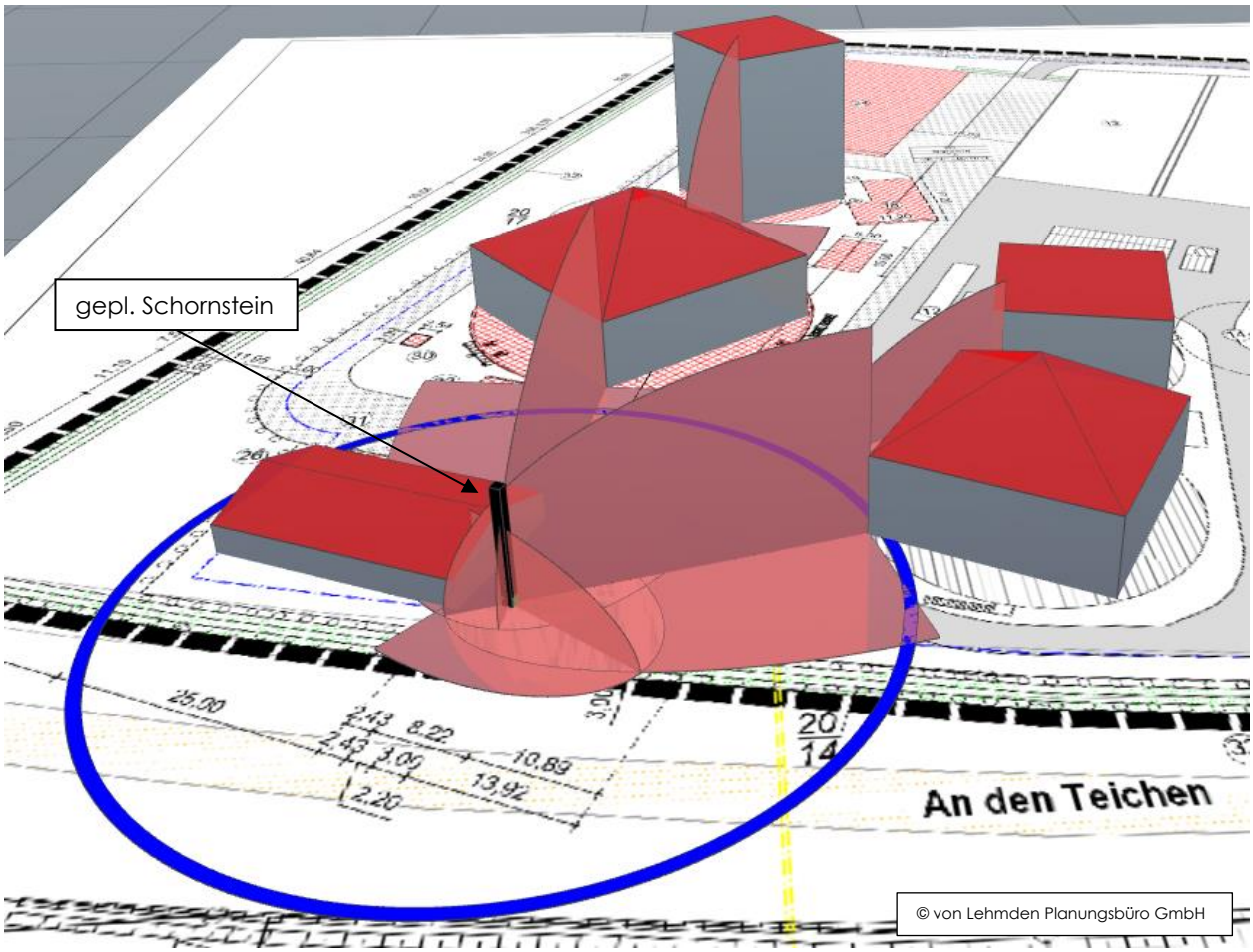


Abbildung 11: H_M des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage

5.3 Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021

Gemäß Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] ist als Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase die maximale bodennahe Konzentration jedes emittierten, in Anhang 6 [TA Luft 2021] aufgeführten Stoffes in einer stationären Ausbreitungssituation zu verwenden. Die Schornsteinhöhe ist so zu bestimmen, dass diese Konzentration den S-Wert nicht überschreitet.

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe ist in dem Programm [BESMIN] umgesetzt.

Tabelle 8: Eingangsdaten für Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021, Schornstein der geplanten RTO-Anlage (QUE_001)

Parameter/Stoff	Einheit	QUE_001
Volumenstrom, Normzustand, trocken	m³/h	900[1)]
Schornsteinhöhe über Grund	m	11,9
Temperatur des Abgases an der Mündung *T*	°C	200[1)]
Mündungsdurchmesser *d*	m	0,20[1)]
Wasserbeladung x	kg/kg	0
Geschwindigkeit des Abgases an der Mündung υ	m/s	13,8[6)]
Kohlenmonoxid, Massenkonzentration	mg/m³	100[2)]
Kohlenmonoxid, S-Wert[3)]	mg/m³	7,5
Kohlenmonoxid, Massenstrom Q	kg/h	0,09
Kohlenmonoxid, Q/S-Wert	10^6 m³/h	0,01
Stickstoffoxid, Massenkonzentration	mg/m³	100[2)]
Stickstoffdioxid, Massenkonzentration	mg/m³	64[4)]
Stickstoffdioxid, S-Wert[3)]	mg/m³	0,10
Stickstoffdioxid, Massenstrom Q	kg/h	0,0576
Stickstoffdioxid, Q/S-Wert	10^6 m³/h	0,58
Gesamt-C, Massenkonzentration	mg/m³	20[5)]
Gesamt-C, S-Wert[3)]	mg/m³	0,10
Gesamt-C, Massenstrom Q	kg/h	0,018
Gesamt-C, Q/S-Wert	10^6 m³/h	0,18

1) gemäß Datenblatt der RTO-Anlage
2) gemäß Nr. 5.2.4 [TA Luft 2021]
3) gemäß Anhang 6 [TA Luft 2021]
4) unter Berücksichtigung von 10 % primärem Stickstoffdioxid und eines Umwandlungsgrades von 60 %, bezogen auf Stickstoffmonoxid
5) gemäß Nr. 5.2.5 [TA Luft 2021]
6) mit Benutzeroberfläche [AUSTAL View] des Ausbreitungsmodells über Herleitung Volumenstrom Norm feucht

Aus den Eingangsdaten wird für den zu betrachtenden Schornstein RTO mit dem Programm [BESMIN] die erforderliche Höhe über Grund berechnet. Die Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] (BESMIN) beträgt **6,0 m**.

Das Protokoll kann im Anhang eingesehen werden.

5.4 Schornsteinhöhenberechnung für Schornsteine im Einflussbereich hoher Einzelgebäude

Befinden sich hohe Einzelgebäude im Einwirkungsbereich des Schornsteins, ist eine Beeinträchtigung der freien Abströmung nicht ausgeschlossen. Die Prüfung des Einwirkungsbereiches hoher Einzelgebäude ist gemäß [Merkbl. SHB 2023] für den nahen Nachlauf und für den fernen Nachlauf durchzuführen.

Der Einfluss hoher Einzelgebäude auf die freie Abströmung an der Schornsteinmündung wurde für den nahen Nachlauf bereits in Kapitel 5.2 (Anwendung der [VDI 3781-4_2017]) ermittelt.

Gemäß Nr. 3.2 [Merkbl. SHB 2023] kommt eine Berücksichtigung des fernen Nachlaufs insbesondere in Betracht, wenn das Gebäude vom Schornstein aus gesehen im Bereich der Hauptwindrichtung liegt. Befinden sich hinter dem Schornstein vom Gebäude aus gesehen keine relevanten Immissionsorte, kann auf die Berücksichtigung des fernen Nachlaufs verzichtet werden.

Im Umfeld des Standortes des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage wurde ergänzend geprüft, ob hohe Einzelgebäude vorhandenen sind, in deren fernem Nachlauf sich der Schornstein befindet, und ob sich hieraus eine Korrektur der berechneten Schornsteinhöhe ergibt. Hierfür wurde das vorgelagerte Gebäude VG5 berücksichtigt.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass eine Korrektur der ermittelten Schornsteinhöhe aufgrund des fernen Nachlaufs von Gebäuden nicht erforderlich ist.

5.5 Festlegung der Schornsteinhöhe im Einzelfall (Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021)

5.5.1 Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme

Da es sich bei den Emissionen der geplanten Anlage um geringe Emissionsmassenströme handelt ($Q/S < 1*10^6$ m³/h, siehe Tabelle 9), kann gemäß Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] die Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dazu wird das Prüfverfahren, beschrieben in Nr. 5.2 [Merkbl. SHB 2023], herangezogen und es werden Ausbreitungsrechnungen gemäß Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] zur Überprüfung der Einhaltung des S-Wertes gemäß Anhang 6 [TA Luft 2021] durchgeführt.

Die Schornsteinhöhe für die geplante RTO wird mit 11,9 m berücksichtigt (entsprechend der ermittelten gebäudebedingten Mindesthöhe gemäß Kap. 5.2.3)

Bei der Überprüfung der Einhaltung der S-Werte werden für die Ausbreitungsrechnung folgende Parameter berücksichtigt:

Tabelle 9: Eingangsdaten für Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021, Schornsteine der geplanten RTO-Anlage (QUE_001) und der bestehenden BHKW (QUE_002 und QUE_003)

Parameter/Stoff	Einheit	QUE_001	QUE_002	QUE_003
Volumenstrom, Normzustand, trocken	m³/h	900[1)]	5.517[2)]	2.036[2)]
Schornsteinhöhe über Grund	m	11,9	10	12
Temperatur des Abgases an der Mündung *T*	°C	200[1)]	180[2)]	180[2)]
Mündungsdurchmesser *d*	m	0,20[1)]	0,30[2)]	0,25[2)]
Wasserbeladung x	kg/kg	0	0,0774[3)]	0,0776[3)]
Geschwindigkeit des Abgases an der Mündung υ	m/s	13,8[9)]	40,5[9)]	21,5[9)]
Kohlenmonoxid, Massenkonzentration	mg/m³	100[4)]	500[5)]	500[5)]
Kohlenmonoxid, Massenstrom Q	kg/h	0,09	1,38[6)]	0,51[6)]
Stickstoffoxid, Massenkonzentration	mg/m³	100[4)]	500[5)]	500[5)]
Stickstoffdioxid, Massenkonzentration	mg/m³	64[7)]	340[8)]	340[8)]
Stickstoffdioxid, Massenstrom Q	kg/h	0,0576	0,9379[6)]	0,3461[6)]

1) gemäß Datenblatt der RTO-Anlage
2) gemäß Datenblatt der BHKW
3) berechnet aus dem trockenen und feuchtem Volumenstrom
4) gemäß Nr. 5.2.4 [TA Luft 2021]
5) gemäß § 16 [44. BImSchV]
6) Berücksichtigung und Angabe des halben Massenstroms
7) unter Berücksichtigung von 10 % primärem Stickstoffdioxid und eines Umwandlungsgrades von 60 %, bezogen auf Stickstoffmonoxid
8) unter Berücksichtigung von 20 % primärem Stickstoffdioxid und eines Umwandlungsgrades von 60 %, bezogen auf Stickstoffmonoxid
9) mit Benutzeroberfläche [AUSTAL View] des Ausbreitungsmodells über Herleitung Volumenstrom Norm feucht

Eine Abgasfahnenüberhöhung wird für die Schornsteine berücksichtigt. Die Gebäude auf dem Anlagengelände und im Umfeld wurden entsprechend ihren Grundrissen und Höhen modelliert und in die Ausbreitungsrechnung mit einbezogen.

Bei der Überprüfung der Einhaltung der S-Werte wurden durch die Ausbreitungsrechnung nach Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] die hier aufgeführten Werte berechnet:

Tabelle 10: Max. Konzentration gemäß Ausbreitungsrechnung nach Nr. 14 Anhang 2 TA Luft 2021, Schornsteine der geplanten RTO-Anlage und der BHKW

Stoff	Konzentration in mg/m³	S-Wert in mg/m³	Konzentration ≤ S-Wert?
Kohlenmonoxid	0,2182	7,5	ja
Stickstoffdioxid	0,1443	0,10	nein

Grafisch stellen sich die Ergebnisse für Stickstoffdioxid wie folgt dar:

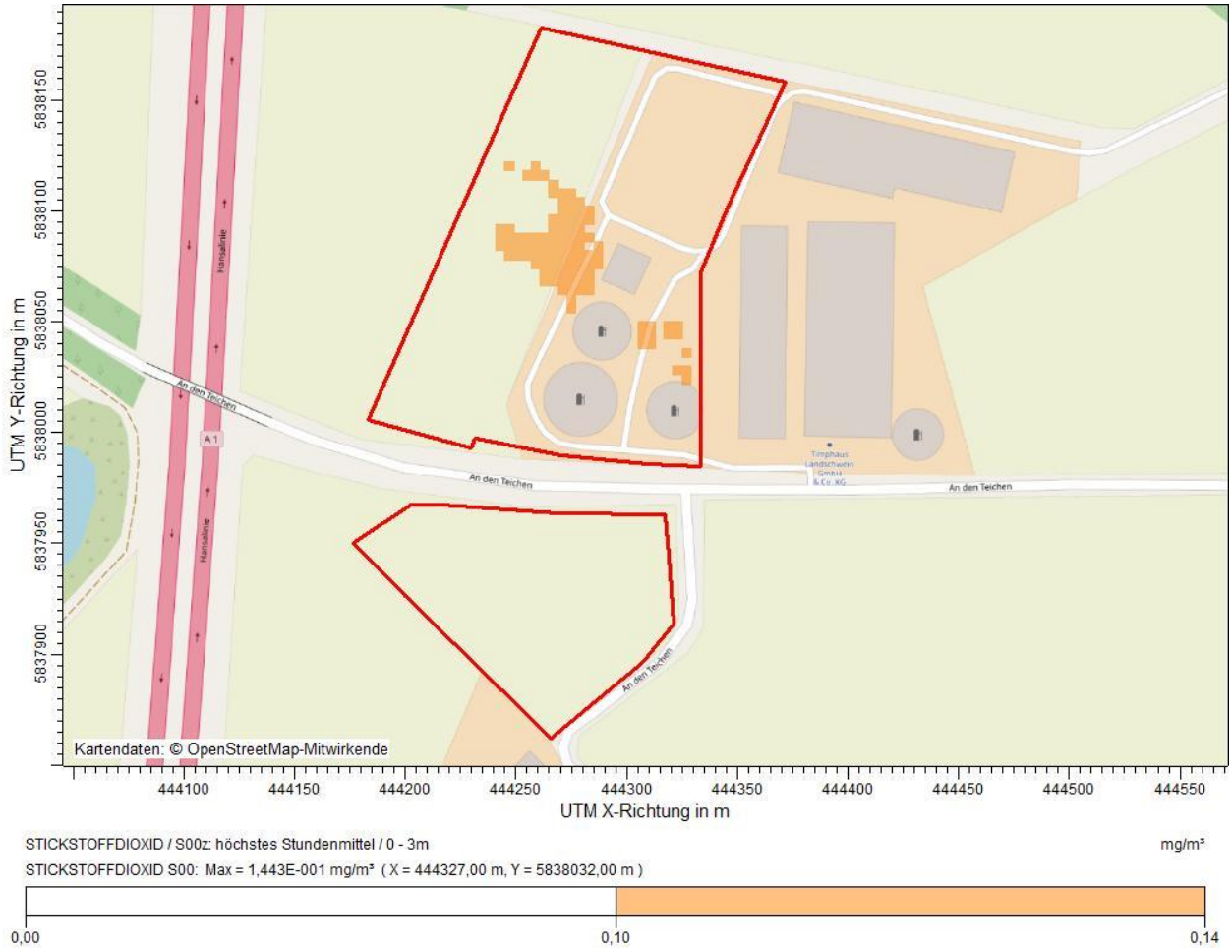


Abbildung 12: Stickstoffdioxidkonzentrationen durch den Betrieb der RTO-Anlage und der BHKW in mg/m³

Abbildung 12 zeigt, dass außerhalb der Anlagengrenze (in der Abbildung rot dargestellt) der S-Wert für Stickstoffdioxid eingehalten wird.

Die Protokolle der Ausbreitungsrechnungen können im Anhang eingesehen werden.

5.6 Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnung

Die Rechenvorschriften aus Nr. 5.5 [TA Luft 2021] und [Merkbl. SHB 2023] haben Folgendes ergeben:

Tabelle 11: Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021, Ergebnisse für den Schornstein der geplanten RTO-Anlage

Berechnungsvorschrift	**Schornsteinhöhe in m ü. G.**
Nr. 5.5.2.1 Abs. 1 TA Luft 2021 (VDI 3781-4_2017)	11,9
Nr. 5.5.2.2 TA Luft 2021	6
Nr. 3.2 Merkbl. SHB 2023	10,5
Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 TA Luft 2021 in Verbindung mit Nr. 5.2 Merkbl. SHB 2023	11,9
Nr. 5.5 TA Luft 2021	**11,9**[1)]

[1)] Maximalwert aller vorgenannten Berechnungsvorschriften, Festlegung im Einzelfall

5.7 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Bei dem zu betrachtenden Schornstein handelt es sich um eine Quelle mit einem geringen Emissionsmassenstrom ($Q/S \leq 1*10^6$ m³/h). Daher erfolgt im vorliegenden Fall eine Prüfung nach Nr. 5.5.2.1 [TA Luft 2021] (gebäudebedingte Höhe) und Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] (emissionsbedingte Höhe) sowie eine Festlegung der Höhe im Einzelfall nach Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] bzw. Nr. 5.2 [Merkbl. SHB 2023].

Die Schornsteinhöhenberechnungen nach Nr. 5.5.2.1 und Nr. 5.5.2.2 [TA Luft 2021] und [Merkbl. SHB 2023] ergaben eine erforderliche Mindestbauhöhe des Schornsteins der geplanten RTO-Anlage von **11,9 m über Grund**.

Das nach Nr. 5.2 [Merkbl. SHB 2023] angewandte Prüfverfahren für geringe Emissionsmassenströme unter Berücksichtigung der nach Nr. 14 Anhang 2 [TA Luft 2021] durchgeführten Ausbreitungsrechnungen ergab, dass für den geplanten Schornstein der RTO-Anlage bei einer Schornsteinhöhe von **11,9 m über Grund** die S-Werte der emittierten Stoffe außerhalb der Anlagengrenze eingehalten werden. Daher wird im Rahmen einer Einzelfallentscheidung im Sinne von Nr. 5.5.2.1 Abs. 9 [TA Luft 2021] eine Höhe für den Schornstein der RTO-Anlage von **11,9 m über Grund** für ausreichend angesehen.

Eine Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 2.1 Anhang 7 [TA Luft 2021] ist nicht erforderlich, da es sich bei der Geruchsqualität des Abgases der RTO-Anlage bei bestimmungsgemäßem Betrieb nicht um eine beurteilungsrelevante Geruchsqualität im Sinne von Nr. 3.1 Anhang 7 [TA Luft 2021] handelt und gemäß Nr. 5.2.8 [TA Luft 2021] bei Abgasreinigungseinrichtungen mit Verbrennungstemperaturen von mehr als 800 °C und einer Ableitung gemäß Nr. 5.5 [TA Luft 2021] auf eine Festlegung einer Geruchsstoffkonzentration als Emissionsbegrenzung verzichtet werden kann.

Die Protokolle der Berechnungen können im Anhang A eingesehen werden.

Die Unterzeichner erstellten dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienten die vorgelegten und im Gutachten zitierten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.

i. A. M.Sc. Kilian Adams
Projektleiter
Berichtserstellung und Auswertung

i. V. Dipl.-Ing. Doris Einfeldt
Fachlich Verantwortliche
(Ausbreitungsrechnungen)
Prüfung und Freigabe

Normec uppenkamp

Anhang

Verzeichnis des Anhangs

A **Protokolle der Schornsteinhöhenberechnung**

B **Lageplan**

C **Prüfliste**

A Protokolle der Schornsteinhöhenberechnung

```
******** WinSTACC - Lohmeyer GmbH ************************************************************************
******** Programmbibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase ************************
  Programmversion                    =  1.0.7.0
  dll-Version                      =  1.0.4.6

[Start]
  Datum Rechnung                     = 25.02.2025 14:18
  Steuerdatei                      = C:\LOHMEYER\WinSTACC\VDI_Input.ini
  Längenangaben                      = Meter
  Winkelangaben                    = Grad
  Leistungsangaben                   = Kilowatt

[EmittierendeAnlage]
  Anlagentyp                       = Keine Feuerungsanlage
  Input_R                        = 34
  Input_H_B                        = 5
  Input_H_Ue                       = 1
H_Ü durch Benutzer vorgegeben (keine Feuerungsanlage / andere Anlage)
  H_Ü                            = 1
R durch Benutzer vorgegeben (keine Feuerungsanlage / andere Anlage)
  R                              = 34

[Einzelgebäude]
  Länge_l                          = 1
  Breite_b                         = 1
  Traufhöhe_H_Traufe                 = 1
  Firsthöhe_H_First                = 1
  Dachform                         = Flachdach
  Dachhöhe_H_Dach                    = 0
  BreiteGiebelseite_b              = 1
  HorizontalerAbstandMündungFirst_a      = 0.5
Berechnung von H_A1...
Glg. 8
  H_A1F                            = 2.3
  a                              = 0
  alpha                            = 0
Glg. 5
  H_1                              = 0.2
Glg. 7
  f                              = 0
Glg. 6
  H_2                              = 0.2
Glg. 3
  H_S1                             = 0.2
Glg. 4
  H_A1``                           = 1.2
H_A1 ist größer als die Höhe von Einzelgebäude und wird daher auf diese Höhe begrenzt:
  H_A1                             = 1
Berechnung von H_E1...
  H_E1                             = 0

[VorgelagertesGebäude1]
  Länge_l                          = 23.3
  Breite_b                         = 23.3
  Traufhöhe_H_Traufe                 = 8.4
  Firsthöhe_H_First                = 16
  Dachform                         = Zeltdach
  Dachhöhe_H_Dach                    = 7.6
  BreiteGiebelseite_b              = 23.3
  BreiteDachhälfte_b1                = 11.6
  HöheObersteFensterkante_H_F          = 0
  WinkelGebäudeMündung_beta            = 45
  AbstandGebäudeMündung_l_A            = 32.6
  Hanglage                         = nein
  HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h  = 0
  GeschlosseneBauweise               = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
```

l_eff = 33
Glg. 15
l_RZ = 38.1
Glg. 18
p = 0.52
alpha = 33
Faktor f interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
f = 0.66
Glg. 2
H_2V = 5
Glg. 17
H_S2 = 9.9
Glg. 19
H_A2 = 10.9
H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.
Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.
H_E2 = 0

[VorgelagertesGebäude2]
Länge_l = 18.8
Breite_b = 18.8
Traufhöhe_H_Traufe = 9.3
Firsthöhe_H_First = 9.3
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 18.8
H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
HöheObersteFensterkante_H_F = 0
WinkelGebäudeMündung_beta = 41
AbstandGebäudeMündung_l_A = 60.3
Hanglage = nein
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
l_eff = 26.5
Glg. 15
l_RZ = 27.1
VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.
H_E für VorgelagertesGebäude2 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.
H_E2 = 0
alpha = 0
Glg. 7
f = 0
Glg. 6
H_2V = 3.4

[VorgelagertesGebäude3]
Länge_l = 28.3
Breite_b = 28.3
Traufhöhe_H_Traufe = 8
Firsthöhe_H_First = 16
Dachform = Zeltdach
Dachhöhe_H_Dach = 8
BreiteGiebelseite_b = 28.3
BreiteDachhälfte_b1 = 14.2
HöheObersteFensterkante_H_F = 0
WinkelGebäudeMündung_beta = 45
AbstandGebäudeMündung_l_A = 39.4
Hanglage = nein
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
l_eff = 40
Glg. 15
l_RZ = 43.1
Glg. 18
p = 0.4
alpha = 29
Faktor f interpoliert aus Tabelle 2 Abschnitt 6.2.1.2.2
f = 0.71
Glg. 2

H_2V = 5.7
Glg. 17
H_S2 = 7.8
Glg. 19
H_A2 = 8.8
H_E für VorgelagertesGebäude3 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.
H_E2 = 0

[VorgelagertesGebäude4]
Länge_l = 25
Breite_b = 15
Traufhöhe_H_Traufe = 3
Firsthöhe_H_First = 5.5
Dachform = SymSatteldach
Dachhöhe_H_Dach = 2.5
BreiteGiebelseite_b = 15
BreiteDachhälfte_b1 = 7.5
HöheObersteFensterkante_H_F = 0
WinkelGebäudeMündung_beta = 18
AbstandGebäudeMündung_l_A = 4
Hanglage = nein
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
l_eff = 22
Glg. 15
l_RZ = 19.2
Glg. 18
p = 0.98
alpha = 18
Glg. 7
f = 0.77
Glg. 6
H_2V = 2.3
Glg. 17
H_S2 = 6.6
Glg. 19
H_A2 = 7.6
H_E für VorgelagertesGebäude4 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde.
Es wird damit für VorgelagertesGebäude4 kein Fenster oder Lüftungsschlitz im Einwirkungsbereichs berücksichtigt.
H_E2 = 0

[VorgelagertesGebäude5]
Länge_l = 17
Breite_b = 17
Traufhöhe_H_Traufe = 23
Firsthöhe_H_First = 23
Dachform = Flachdach
Dachhöhe_H_Dach = 0
BreiteGiebelseite_b = 17
H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = nein
HöheObersteFensterkante_H_F = 0
WinkelGebäudeMündung_beta = 44
AbstandGebäudeMündung_l_A = 89.4
Hanglage = nein
HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0
GeschlosseneBauweise = nein
Berechnung von H_A2
Glg. 16
l_eff = 24
Glg. 15
l_RZ = 33.4
VorgelagertesGebäude5 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ.
H_E für VorgelagertesGebäude5 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt.
H_E2 = 0
alpha = 0
Glg. 7
f = 0
Glg. 6
H_2V = 3.1

[Ergebnis]

Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase...
  H_A   = 10.9
Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase...
  H_E   = 0

freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)!
  ----- Mündungshöhe über Grund   = 11.9
****

BESMIN-Protokoll

Projekt: Tee_I16011225.aus
Quelle ID: QUE_1
Description: RTO
==========

Abgastemperatur [C]: 200,0
Schornsteindurchmesser [m]: 0,2
Austrittsgeschwindigkeit [m/s]: 13,8
Wasserbeladung [kg/kg]:
Volumenstrom N. tr. [m3/h]:
Volumenstrom N. f. [m3/h]:
Schornsteinmindesthohe (BESMIN) [m]: 6,0

Kohlenmonoxid

S-Wert	E-Konz.[mg/m3]	Volumenstrom[m3/h]	Emission[kg/h]	BESMIN [m]
7,50000	100,00	900,00	9,000E-002	6

Stickstoffdioxid

S-Wert	E-Konz.[mg/m3]	Volumenstrom[m3/h]	Emission[kg/h]	BESMIN [m]
0,10000	64,00	900,00	5,760E-002	6

TAL Nr. 5.2.5, Gesamtkohlenstoff

S-Wert	E-Konz.[mg/m3]	Volumenstrom[m3/h]	Emission[kg/h]	BESMIN [m]
0,10000	20,00	900,00	1,800E-002	6

BESMAX-Simulationsprotokoll

Project: Tee_I16011225
==========
Qualitätsstufe (qs): 2
Auflösung Windsektoren: 5
==========

Quelle Nr.:	QUE_1	QUE_2	QUE_3
X Koordinate [m]:	444232,23	444318,57	444292,05
Y Koordinate [m]:	5838001,06	5838036,58	5838065,37
Durchmesser [m]:	0,2	0,3	0,25
Austrittsgeschwindigkeit [m/s]:	13,8	40,5	21,5
Austrittstemperatur [°C]:	200	180	180
Wasserbeladung [kg/(kg tr)]:	0	0,0774	0,0776
Schornsteinhöhe [m]:	11,9	10	12
Volumenstrom N. tr. [m3/h]:	0	0	0
Volumenstrom N. f. [m3/h]:	0	0	0

==========

Emission [kg/h]			
Kohlenmonoxid	0,09	1,38	0,51
Stickstoffdioxid	0,0576	0,9379	0,3461

==========

Stoff	Konzentration [mg/m3]	S-Wert [mg/m3]	Stat. Unsicherheit [%]	Konzentration <= S-Wert 5%	Stat. Unsicherheit <= Warnung
Kohlenmonoxid	0,2182	7,5	4,9	Ja	Ja
Stickstoffdioxid	0,1443	0,10	3,1	Nein	Ja

Kohlenmonoxid

2025-02-26 14:12:56 AUSTAL gestartet

```
 Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

 ================================================
 Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
 ================================================

 Arbeitsverzeichnis: D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "UPPENKAMPBER4".

============================== Beginn der Eingabe ==============================
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> ti "Tee_I04046623"                    'Projekt-Titel
> ux 32444305                           'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5838062                            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                               'Rauigkeitslänge
> qs 2                                  'Qualitätsstufe
> as besmax.aks
> ha 13.00                              'Anemometerhöhe (m)
> xa 70.00                              'x-Koordinate des Anemometers
> ya 207.00                             'y-Koordinate des Anemometers
> d0 3.00                               'Verdrängungshöhe für Meteo-Profile
> dd 4.0        8.0        16.0       32.0       64.0       128.0      'Zellengröße (m)
> x0 -120.0     -240.0     -416.0     -768.0     -1152.0    -2304.0    'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 70         66         52         48         36         36         'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -144.0     -272.0     -416.0     -768.0     -1152.0    -2304.0    'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 70         68         56         50         36         36         'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 16         30         30         30         30         30         'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +BESMAX+NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 49.0 55.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
1000.0 1200.0 1500.0
> xq 13.57          -12.95          -72.77
> yq -25.42         3.37            -60.94
> hq 10.00          12.00           11.90
> aq 0.00           0.00            0.00
> bq 0.00           0.00            0.00
> cq 0.00           0.00            0.00
> wq 0.00           0.00            0.00
> dq 0.30           0.25            0.20
> vq 40.50          21.50           13.80
> tq 180.00         180.00          200.00
> lq 0.0000         0.0000          0.0000
> rq 0.00           0.00            0.00
> zq 0.0774         0.0776          0.0000
> sq 0.00           0.00            0.00
> rf 1.0000         1.0000          1.0000
> xx   0.38333333      0.14166667      0.025
> xb -16.02         22.36          12.93          -15.88         -49.06         -64.37         -25.63         -25.69         -25.69         -25.80         -63.92
-64.13          -63.70          23.26          -99.74         9.75           48.08
> yb 6.60           -33.14         -51.93         -16.68         38.24          -2.15          -47.55         -47.84         -47.63         -47.74         -2.17
-2.06           -2.38           -15.27         -50.93         -31.05         -63.18
> ab 16.42          4.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00            0.00            25.05          8.39           65.96
> bb 14.50          12.00          -25.72         -26.60         -24.00         -41.26         -33.00         -27.43         -19.66         -11.93         -33.63
-24.49          -14.84          -8.94          14.98          10.37          95.93
> cb 7.50           14.00          7.60           9.30           23.00          8.00           8.40           11.00          13.50          16.00          11.00
13.50           16.00           16.70          5.50           5.00           7.12
> wb 336.40         350.18         0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00           0.00
0.00            0.00            0.00           335.98         348.02         0.13
> LIBPATH "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/lib"
============================== Ende der Eingabe ==============================

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
>>> Rechnung nach Anhang 2 Nummer 14 TA Luft (Option BESMAX)!

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 8
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.0 m.
```

1: CREATED FOR CALCULATION ACCORDING TO TA LUFT, ANNEX 2, NO 14 (BESMAX)
2: SOURCE UBA
3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)
4: JAHR
5: ALLE FAELLE
In Klasse 1: Summe= 108
In Klasse 2: Summe= 144
In Klasse 3: Summe= 324
In Klasse 4: Summe= 324
In Klasse 5: Summe= 0
In Klasse 6: Summe= 0
Statistik "besmax.aks" mit Summe=900.0000 normiert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme AKS 2c0102a0

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

==========

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx".
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "xx"
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00z06" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00s06" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Kohlenmonoxid/erg0008/xx-s00i06" ausgeschrieben.
==========

Auswertung der Ergebnisse:
==========

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte,
==========
XX S00 : 2.182e-001 mg/m³ (+/- 4.9%) bei x= -34 m, y= 34 m (1: 22, 45)
==========

2025-02-26 15:19:52 AUSTAL beendet.

Stickstoffdioxid

2025-02-26 15:20:47 AUSTAL gestartet

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

==========

Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
==========

Arbeitsverzeichnis: D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "UPPENKAMPBER4".

```
============================== Beginn der Eingabe ==============================
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> ti "Tee_I04046623"                    'Projekt-Titel
> ux 32444305                           'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5838062                            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                               'Rauigkeitslänge
> qs 2                                  'Qualitätsstufe
> as besmax.aks
> ha 13.00                              'Anemometerhöhe (m)
> xa 70.00                              'x-Koordinate des Anemometers
> ya 207.00                             'y-Koordinate des Anemometers
> d0 3.00                               'Verdrängungshöhe für Meteo-Profile
> dd 4.0        8.0        16.0        32.0        64.0        128.0       'Zellengröße (m)
> x0 -120.0     -240.0     -416.0      -768.0      -1152.0     -2304.0     'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 70         66         52          48          36          36          'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -144.0     -272.0     -416.0      -768.0      -1152.0     -2304.0     'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 70         68         56          50          36          36          'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 16         30         30          30          30          30          'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +BESMAX+NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 49.0 55.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0
1000.0 1200.0 1500.0
> xq 13.57          -12.95          -72.77
> yq -25.42         3.37            -60.94
> hq 10.00          12.00           11.90
> aq 0.00           0.00            0.00
> bq 0.00           0.00            0.00
> cq 0.00           0.00            0.00
> wq 0.00           0.00            0.00
> dq 0.30           0.25            0.20
> vq 40.50          21.50           13.80
> tq 180.00         180.00          200.00
> lq 0.0000         0.0000          0.0000
> rq 0.00           0.00            0.00
> zq 0.0774         0.0776          0.0000
> sq 0.00           0.00            0.00
> rf 1.0000         1.0000          1.0000
> xx    0.26052778      0.096138889     0.016
> xb -16.02         22.36           12.93           -15.88          -49.06          -64.37          -25.63          -25.69          -25.69          -25.80          -63.92
-64.13          -63.70          23.26           -99.74          9.75            48.08
> yb 6.60           -33.14          -51.93          -16.68          38.24           -2.15           -47.55          -47.84          -47.63          -47.74          -2.17
-2.06           -2.38           -15.27          -50.93          -31.05          -63.18
> ab 16.42          4.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00
0.00            0.00            25.05           8.39            65.96
> bb 14.50          12.00           -25.72          -26.60          -24.00          -41.26          -33.00          -27.43          -19.66          -11.93          -33.63
-24.49          -14.84          -8.94           14.98           10.37           95.93
> cb 7.50           14.00           7.60            9.30            23.00           8.00            8.40            11.00           13.50           16.00           11.00
13.50           16.00           16.70           5.50            5.00            7.12
> wb 336.40         350.18          0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00            0.00
0.00            0.00            0.00            335.98          348.02          0.13
> LIBPATH "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/lib"
============================== Ende der Eingabe ==============================

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
>>> Rechnung nach Anhang 2 Nummer 14 TA Luft (Option BESMAX)!

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 8
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.0 m.

1: CREATED FOR CALCULATION ACCORDING TO TA LUFT, ANNEX 2, NO 14 (BESMAX)
2: SOURCE  UBA
3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)
4: JAHR
```

5: ALLE FAELLE
In Klasse 1: Summe= 108
In Klasse 2: Summe= 144
In Klasse 3: Summe= 324
In Klasse 4: Summe= 324
In Klasse 5: Summe= 0
In Klasse 6: Summe= 0
Statistik "besmax.aks" mit Summe=900.0000 normiert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme AKS 2c0102a0

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

==========

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx".
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "xx"
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i01" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i02" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i03" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i04" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i05" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00z06" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00s06" ausgeschrieben.
TQL: Datei "D:/ka/Tee_I16011225/BESMAX/Simulation/Stickstoffdioxid/erg0008/xx-s00i06" ausgeschrieben.
==========

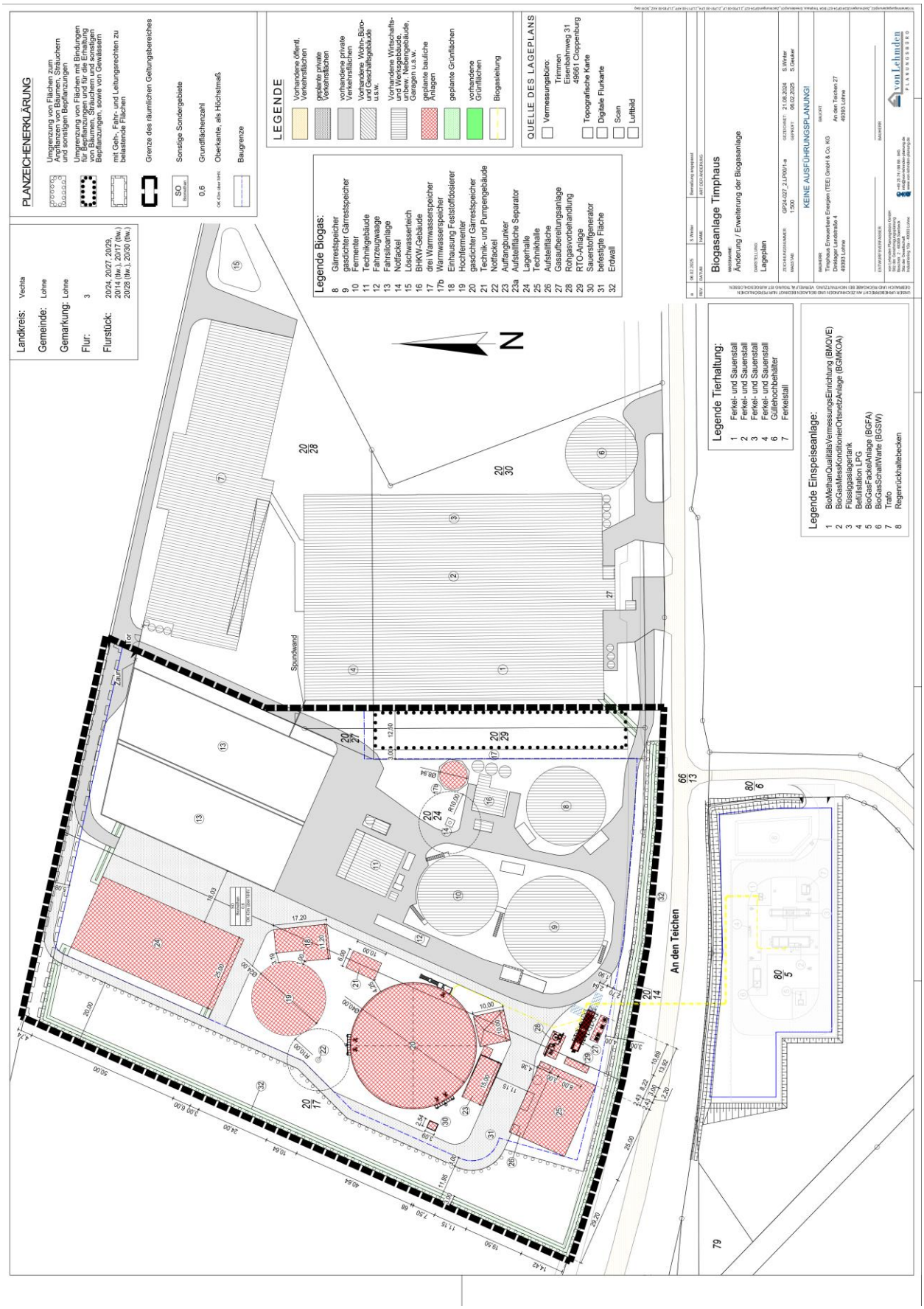
Auswertung der Ergebnisse:
==========

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte,
==========
XX S00 : 1.443e-001 mg/m³ (+/- 3.1%) bei x= 22 m, y= -30 m (1: 36, 29)
==========

2025-02-26 16:27:54 AUSTAL beendet.

B Lageplan


PLANZEICHENERKLÄRUNG
LEGENDE
QUELLE DES LAGEPLANS
Legende Biogas:
Legende Tierhaltung:
Legende Einspeiseanlage:
Biogasanlage Timphaus
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage
Lageplan
KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!
An den Teichen
Soundwand
N

C Prüfliste

Prüfliste für die Schornsteinhöhenberechnung	
Titel: Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft 2021 zum BV RTO am Standort der BGA Timphaus in Lohne	
Projektleiter: Kilian Adams	Projektnummer: I16011225
Prüfliste ausgefüllt von: Doris Einfeldt	Prüfliste Datum: 27. Feb. 2025

Nr.	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Gutachten
1	**Aufgabenstellung**			
	Allgemeine Angaben aufgeführt	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Vorhabensbeschreibung dargelegt	nein	ja	Kap. 4
	Ziel der Schornsteinhöhenberechnung erläutert	nein	ja	ZF, Kap. 2
	Verwendete Programme und Versionen aufgeführt	nein	ja	Kap. 1
	Beurteilungsgrundlagen dargestellt	nein	ja	Kap. 3
2	**Örtliche Verhältnisse**			
	Ortsbesichtigung dokumentiert	ja	nein	
	Umgebungskarte vorhanden	nein	ja	Kap. 4
	Geländestruktur (Orografie) beschrieben	nein	ja	Kap. 5
	Nutzungsstruktur beschrieben (mit eventuellen Besonderheiten)	nein	ja	Kap. 4
	Maßgebliche Immissionsorte identifiziert nach Schutzgütern (z. B. Mensch, Vegetation, Boden)	nein	ja	Kap. 4
3	**Anlagenbeschreibung**			
	Anlage (bzw. Schornstein) beschrieben	nein	ja	Kap. 4
4	**Nr. 5.5.2.1 Absatz 1 TA Luft (VDI 3781 Blatt 4)**			
	Wurde eine Berechnung nach Nr. 5.5.2.1 Absatz 1 TA Luft durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.2
	Wurde eine Berechnung nach VDI 3781 Blatt 4 durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.2
	Berechnung nach VDI 3781-4: ungestörter Abtransport der Abgase	nein	ja	Kap. 5.2.1
	HÜ korrekt festgelegt?	nein	ja	Kap. 5.2.1
	HA1, HA2 berechnet?	nein	ja	Kap. 5.2.1
	HA1, DA und HA2, DA berechnet?	ja	nein	
	HA2, T berechnet?	ja	nein	
	Berechnung nach VDI 3781-4: ausreichende Verdünnung der Abgase	nein	ja	Kap. 5.2.2
	Einwirkbereich R korrekt festgelegt?	nein	ja	Kap. 5.2.2
	Bezugsniveau korrekt festgelegt?	nein	ja	Kap. 5.2.2
	HE2 und HE2, T berechnet?	ja	nein	
	Berechnung nach VDI 3781-4: Ergebnisse	nein	ja	Kap. 5.2.3
	HM korrekt ausgewählt?	nein	ja	Kap. 5.2.3
	Ergebnis grafisch dargestellt?	nein	ja	Kap. 5.2.3
5	**Nr. 5.5.2.2 Absatz 2 TA Luft (BESMIN)**			
	Berechnung durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Abgasrandparameter angegeben?	nein	ja	Kap. 5.3
	Massenkonzentrationen aus Nr. 5.4 TA Luft, 44. BImSchV etc. entnommen?	nein	ja	Kap. 5.3
	S-Werte dargestellt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Emissionsmassenströme berechnet?	nein	ja	Kap. 5.3
	Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 Nr. 14 TA Luft durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Ergebnis aufgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3

6	Nr. 5.5.2.1 Absatz 5 TA Luft (BESMAX)			
	Berechnung durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Abgasrandparameter angegeben?	nein	ja	Kap. 5.3
	Massenkonzentrationen aus Nr. 5.4 TA Luft, 44. BImSchV etc. entnommen?	nein	ja	Kap. 5.3
	S-Werte dargestellt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Emissionsmassenströme berechnet?	nein	ja	Kap. 5.3
	Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 Nr. 14 TA Luft durchgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
	Ergebnis aufgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
Nr.	**Prüfpunkt**	**Entfällt**	**Vorhanden**	**Abschnitt/ Seite im Gutachten**
7	Nr. 5.5.2.3 TA Luft (Bebauung und Bewuchs)			
	Radius korrekt berechnet?	ja	nein	
	Flächen für Bebauung und Bewuchs berechnet?	ja	nein	
	Flächen für Bebauung und Bewuchs grafisch dargestellt?	ja	nein	
	Mittlere maximale Höhe für Bebauung und Bewuchs angegeben?	ja	nein	
	Ergebnis aufgeführt?	nein	ja	Kap. 5.3
8	Nr. 5.5.2.3 TA Luft (unebene Geländeform)			
	Steigungen im Beurteilungsgebiet dargestellt?	ja	nein	
	Tallage beschrieben?	ja	nein	
	Aus Steigungen und Tallage Notwendigkeit zur Berechnung abgeleitet?	ja	nein	
	Erhöhung des Schornsteines aufgrund von unebenem Gelände erforderlich?	ja	nein	
	Ergebnis dargestellt?	ja	nein	
9	Berechnung für hohe Einzelgebäude			
	Naher Nachlauf: Mit VDI 3781 Blatt 4 durchgeführt und wenn ja, Ergebnis dargestellt	nein	ja	Kap. 5.2
	Ferner Nachlauf: Mit Merkbl. SHB durchgeführt und wenn ja, Ergebnis dargestellt?	nein	ja	Kap. 5.4
10	Ergebnisdarstellung			
	Zusammenfassung der Ergebnisse vorhanden?	nein	ja	Kap. 5.7

Ahaus, 27. Feb. 2025

Normec uppenkamp

Hauptsitz Ahaus
Kapellenweg 8
48683 Ahaus
Fon +49 2561 44915-0

Standort Berlin
Fanny-Zobel-Straße 9
12435 Berlin
Fon +49 30 69539996-0

Standort Hamburg
Kampstraße 9
20357 Hamburg
Fon +49 40 43910762-0

Standort Rheinland
Moltkestraße 25
42799 Leichlingen
Fon +49 2175 89576-0

Standort Frankfurt a. M.
Stiftstraße 14
60313 Frankfurt a. M.
Fon +49 69 24749938-0

Normec uppenkamp GmbH
Kapellenweg 8 | 48683 Ahaus

TEE GmbH & Co. KG
Herrn Franz Timphaus
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Ansprechpartner
Kilian Adams

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom	unsere Projekt-Nr.	unser Zeichen	Telefon	Datum
-	I04046623	ka/fg	040 43910762-20	14. Mrz. 2025

GIP für die geplante Änderung und Erweiterung der BGA Timphaus
Stellungnahme zur Erhöhung der Betriebszeiten der BHKW I und II

Sehr geehrter Herr Timphaus,

im Rahmen der geplanten Änderung und Erweiterung der Biogasanlage der TEE GmbH & Co. KG wurde durch unser Büro das Immissionsschutz-Gutachten Nr. I04046623-1 mit Datum vom 22.03.2024 erstellt. In der Untersuchung wurden das BHKW II (QUE_4, Feuerungswärmeleistung (FWL) von 3,538 MW) mit einer Emissionszeit von 3.000 h/a und das BHKW I (QUE_6, FWL von 1,351 MW) mit einer Emissionszeit von 1.000 h/a berücksichtigt. Sie beabsichtigen die Betriebszeiten der BHKW auf 4.500 h/a für das BHKW II bzw. 2.000 h/a für das BHKW I zu erhöhen. Hierzu nehmen wir wie folgt Stellung:

Die Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der geänderten Emissionszeiten für die beiden BHKW bei ansonsten unveränderten Eingabeparametern hat innerhalb des Beurteilungsgebietes folgende Geruchsstundenhäufigkeit in % als Gesamtzusatzbelastung IGZ ergeben:

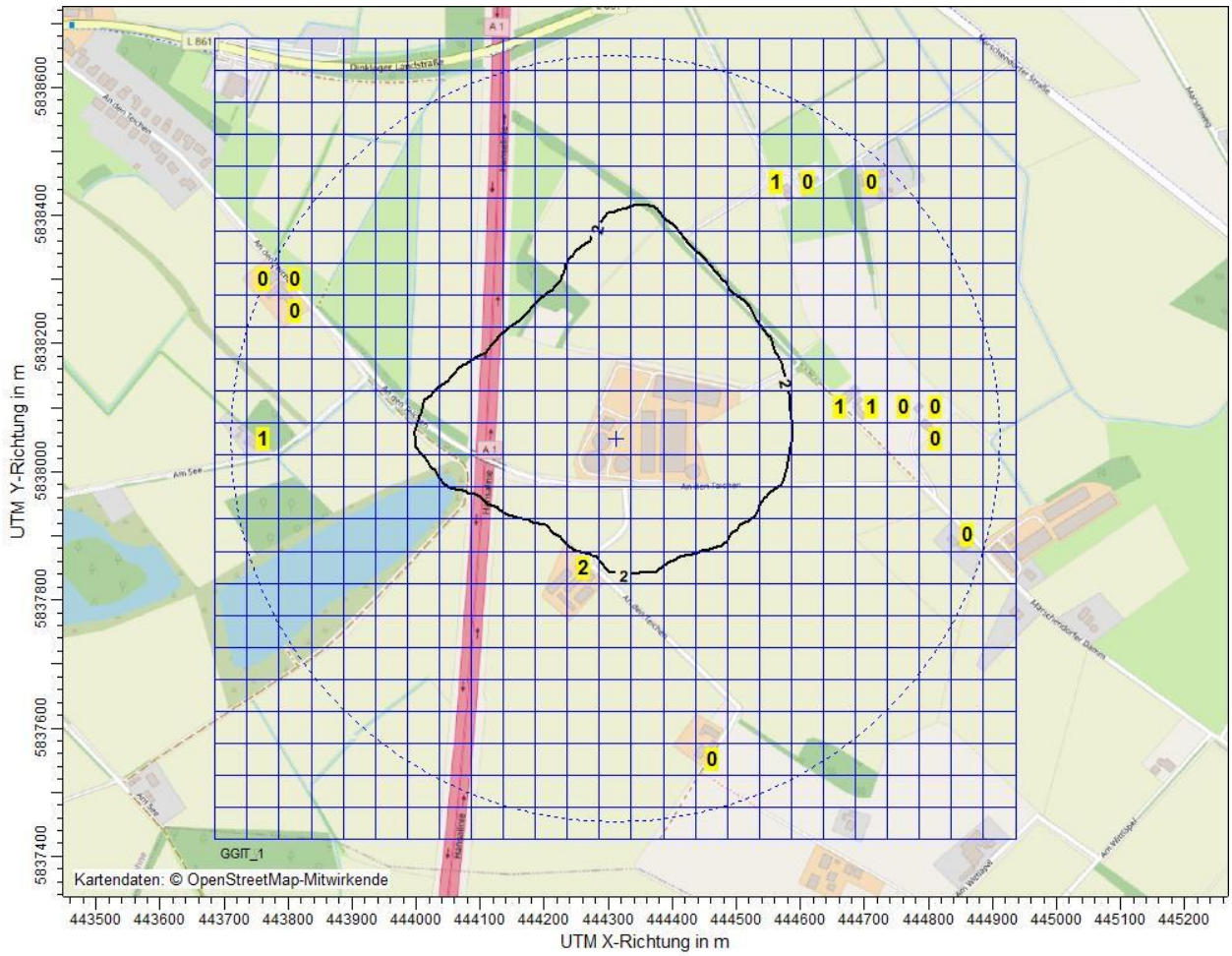


Abbildung 1: Gesamtzusatzbelastung IGZ durch den Betrieb der geänderten Biogasanlage inkl. erhöhter Emissionszeiten der BHKW in % der Jahresstunden, Seitenlänge: 50 m

Durch das Ausbreitungsmodell AUSTAL (in der Version 3.3.0-WI-x) wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes durch den Betrieb der geänderten Biogasanlage inkl. erhöhter Emissionszeiten der beiden BHKW Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % als Gesamtzusatzbelastung IGZ ermittelt.

Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit weiterhin an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium (≤ 2 %) nach Nr. 3.3 Anhang 7 TA Luft 2021 nicht. Eine Gesamtzusatzbelastung von 2 % ist gemäß Nr. 3.3 Anhang 7 TA Luft 2021 auch bei übermäßiger Kumulation als irrelevant anzusehen. Auf eine Ermittlung der Vor- und Gesamtbelastung kann daher nach wie vor verzichtet werden.

Die Untersuchungsergebnisse gelten unter der Einhaltung der im Gutachten Nr. I04046623-1 beschriebenen Betriebsweise unter Berücksichtigung einer erhöhten Emissionszeit der BHKW (4.500 h/a für das BHKW II bzw. 2.000 h/a für das BHKW I)

Mit freundlichen Grüßen

Normec uppenkamp GmbH

i. V. Doris Einfeldt	i. A. Kilian Adams
Dipl.-Ing.	M.Sc.
Fachlich Verantwortliche (Ausbreitungsrechnungen)	*Projektleiter*

Anhang

A Protokolldatei

```
2025-03-05 18:23:05 AUSTAL gestartet

  Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.3.0-WI-x
  Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2024
  Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2024

  ================================================
  Modified by Petersen+Kade Software , 2024-03-28
  ================================================

  Arbeitsverzeichnis: D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008

Erstellungsdatum des Programms: 2024-03-28 12:47:12
Das Programm läuft auf dem Rechner "UPPENKAMPBER3".

============================== Beginn der Eingabe ==============================
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\austal.settings"
> ti "Tee_I04046623"                    'Projekt-Titel
> ux 32444305                           'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5838062                            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                               'Rauigkeitslänge
> qs 2                                  'Qualitätsstufe
> az "Diepholz_dwd_963_2009.akterm"     'AKT-Datei
> xa -1693.00                           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -855.00                            'y-Koordinate des Anemometers
> dd 4.0      8.0      16.0     32.0     64.0     128.0    'Zellengröße (m)
> x0 -120.0   -240.0   -416.0   -768.0   -1152.0  -2304.0  'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 70       66       52       48       36       36       'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -144.0   -272.0   -416.0   -768.0   -1152.0  -2304.0  'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 70       68       56       50       36       36       'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 16       30       30       30       30       30       'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 49.0 55.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "Tee_I04046623_IGZ_neu.grid"       'Gelände-Datei
> xq 7.21       -31.68    -18.01    13.57     -65.29    -12.95    0.59      27.85     -26.47    -8.69     7.37
1.00      -59.37
> yq 33.19      41.51     30.23     -25.42    -25.83    3.37      0.63      25.43     28.84     22.24     18.27
2.08      -24.89
> hq 0.00       0.00      0.00      10.00     0.00      12.00     8.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
> aq 64.00      13.00     20.00     0.00      14.00     0.00      0.00      10.00     13.00     16.58     16.32
0.00      0.00
> bq 23.00      4.00      10.00     0.00      6.00      0.00      0.00      4.00      4.00      2.56      2.64
0.00      0.00
> cq 5.00       4.30      1.00      0.00      2.00      0.00      0.00      2.00      4.30      2.00      2.00
5.00      1.00
> wq 65.54      -84.15    340.40    0.00      154.08    0.00      0.00      66.60     94.73     336.68    156.68
0.00      0.00
> dq 0.00       0.00      0.00      0.29      0.00      0.26      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
> vq 0.00       0.00      0.00      43.30     0.00      19.90     0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
> tq 0.00       0.00      0.00      180.00    0.00      180.00    0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
> lq 0.0000     0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000
> rq 0.00       0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
> zq 0.0000     0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000
> sq 0.00       0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
0.00      0.00
```

> rf 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000
1.0000 1.0000 1.0000
> odor_100 180 30 38 ? 44 ? 211 20 ? 90 ?
53 ?
> xb -16.02 16.20 67.06 -25.91 12.93 -15.88 -49.06 -64.37
> yb 6.60 -33.35 -64.49 -47.81 -51.93 -16.68 38.24 -2.15
> ab 16.42 4.00 95.07 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> bb 14.50 12.00 20.98 -33.11 -25.72 -26.60 -24.00 -41.26
> cb 7.50 14.00 7.12 8.40 7.60 9.30 23.00 8.00
> wb 336.40 350.18 89.59 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> LIBPATH "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/lib"
================================ Ende der Eingabe ================================

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.
>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 8
Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 7 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 8 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 9 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 10 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 11 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 12 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 13 beträgt weniger als 10 m.
Die maximale Gebäudehöhe beträgt 23.0 m.
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.15 (0.15).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.16 (0.14).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.11 (0.09).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.09 (0.08).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.09 (0.06).
Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.05 (0.04).
Die Zeitreihen-Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=22.0 m verwendet.
Die Angabe "az Diepholz_dwd_963_2009.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 4b33f663
Prüfsumme TALDIA adcc659c
Prüfsumme SETTINGS b853d6c4
Prüfsumme SERIES 37437369

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).
*** 162: 1.13 (15.994,-29.548,37.686) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 384: 1.11 (15.999,-28.787,38.811) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 158: 1.53 (15.981,-30.805,38.711) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 152: 0.73 (15.951,-29.242,38.904) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)
*** 270: 1.79 (15.987,-30.397,39.017) (0.000,0.000,0.000) F(0.000,0.000,0.000)

==

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor-j00s06" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "odor_100".
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 2).
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z01" ausgeschrieben.

TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00z06" ausgeschrieben.
TMT: Datei "D:/ka/Tee_I04046623_IGZ_neu/erg0008/odor_100-j00s06" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL_3.3.0-WI-x.
==

Auswertung der Ergebnisse:
==========================

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m
==
ODOR J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
ODOR_100 J00 : 100.0 % (+/- 0.0) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
ODOR_MOD J00 : 100.0 % (+/- ?) bei x= -74 m, y= -26 m (1: 12, 30)
==

2025-03-05 21:15:50 AUSTAL beendet.

4.2 Betriebszustand und Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissions-verursachender Vorgang	Häufigkeit des emissions-verursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissions-verursach-enden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregat-zustand	Konzentration [mg/m³] bzw. [GE/m³]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_1 - Fahrsiloanlage	Normalbetrieb: Lagerung von Maissilage	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Maissilage	gasförmig				648.000	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_3 - Fahrsiloanlage	Normalbetrieb: Lagerung von Festmist	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Festmist, gesamt	gasförmig				72.000	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_9 - Feststoffeintrag 1 (Technikgebäude)	Normalbetrieb: Lagerung von Feststoffen	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			feste Inputstoffe, gesamt	gasförmig				324.000	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_2 - Feststoffeintrag 2 (Einhausung)	Normalbetrieb: Lagerung von Feststoffen	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			feste Inputstoffe, gesamt	gasförmig				108.000	berechnet

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissions-verursachender Vorgang	Häufigkeit des emissions-verursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissions-verursach-enden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregat-zustand	Konzentration [mg/m³] bzw. [GE/m³]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_10 - Feststoffeintrag 1 (Technikgebäude)	Normalbetrieb: Beschickung mit Feststoffen	365 Stunden/ Jahr	6:00 bis 22:00 Uhr			feste Inputstoffe, gesamt	gasförmig		4.000		194.400	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_8 - Feststoffeintrag 2 (Einhausung)	Normalbetrieb: Beschickung mit Feststoffen	365 Stunden/ Jahr	6:00 bis 22:00 Uhr			feste Inputstoffe, gesamt	gasförmig		8.024		1.353.600	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_11 - Dissolver	Normalbetrieb: Anmischung der Inputstoffe	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Inputstoffe, gesamt	gasförmig		32.000		190.800	berechnet
1.1	Substratannahme und -einbringung	QUE_7 - Technikgebäude	Normalbetrieb: Betrieb des Abluftventilators	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Maissilage	gasförmig		760		759.600	berechnet
1.4	Separation	QUE_5 - Separation	Normalbetrieb: Lagerung von separierten Gärresten	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Gärrest, fest	gasförmig				158.400	berechnet

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissions-verursachender Vorgang	Häufigkeit des emissions-verursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissions-verursach-enden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregat-zustand	Konzentration [mg/m³] bzw. [GE/m³]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2.1	BHKW 1	QUE_6 - BHKW 1	Normalbetrieb: Verwertung von Biogas	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Abgas BHKW 1	gasförmig		2.600	180	17.280.000	berechnet
2.2	BHKW 2	QUE_4 - BHKW 2	Normalbetrieb: Verwertung von Biogas	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Abgas BHKW 2	gasförmig		6.659	180	6.390.000	berechnet
3.1	Gärrestspeicher	QUE_12 - Gärrestspeicher	Normalbetrieb: Entnahme von Gärresten	768 Stunden/ Jahr	6:00 bis 22:00 Uhr			Gärrest, flüssig	gasförmig				1.944.000	berechnet
		QUE _0 - Platzemissionen	Normalbetrieb: Platzemissionen (10% der zeitlich gewichteten diffusen Emissionen)	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Geruchsemissionen	gasförmig				136.800	berechnet
5.3	RTO-Anlage	RTO-Anlage (keine Quelle lt. Immissionsschutz-Gutachten)	Normalbetrieb: Abgasnachverbrennung der Gasaufbereitungsanlage	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Abgas Gasaufbereitungsanlage / Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)	gasförmig		20			gemessen

BE-Nr.	BE-Bezeichnung	Quelle Nummer lt. Fließbild	Betriebszustand (z.B. Anfahrbetrieb, Abfahrbetrieb, Normalbetrieb bei verschiedenen Laststufen) und emissions-verursachender Vorgang	Häufigkeit des emissions-verursachenden Vorganges	Zeitdauer des emissions-verursach-enden Vorganges	Abgas-		Emittierter Stoff im Reingas (getrennt nach einzelnen Komponenten)						Ermittlungsart der Emissionen
						Strom [Nm³/h]	Temperatur [°C]	Bezeichnung	Aggregat-zustand	Konzentration [mg/m³] bzw. [GE/m³]		Massenstrom [kg/h] bzw. [GE/h]		
										Min.	Max.	Min.	Max.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5.3	RTO-Anlage	RTO-Anlage (keine Quelle lt. Immissionsschutz-Gutachten)	Normalbetrieb: Abgasnachverbrennung der Gasaufbereitungsanlage	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Abgas Gasaufbereitungsanlage / Kohlenmoxid (CO)	gasförmig		100			gemessen
5.3	RTO-Anlage	RTO-Anlage (keine Quelle lt. Immissionsschutz-Gutachten)	Normalbetrieb: Abgasnachverbrennung der Gasaufbereitungsanlage	24 Stunden/ Tag; 7 Tage/ Woche	0:00 bis 24:00 Uhr			Abgas Gasaufbereitungsanlage / Stickoxide (NOx)	gasförmig		100			gemessen

4.3 Quellenverzeichnis Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

Quelle Nummer lt. Fließbild	Art der Quelle	Bauausführung der Quelle	Geographische Lage		Höhen [m]				Austrittsfläche [m²]	Bei Linien- und Flächenquellen		
			Ostwert	Nordwert	über Erdboden	E-Quelle über Gebäude	Gebäudeoberkante	max. Bebauung im 50m Umkreis		Länge [m]	Breite [m]	Winkel zu Nord
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
QUE_1 - Fahrsiloanlage	Flächenquellen	offener Lagerplatz (Anschnittfläche)	32444312	5838095	0,00 - 5,00				60,00	64,00	23,00	65,5
QUE_3 - Fahrsiloanlage	Flächenquellen	offener Lagerplatz (Anschnittfläche)	32444333	5838087	0,00 - 2,00				40,00	10,00	4,00	66,6
QUE_11 - Dissolver	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Behälter (geschlossen)	32444306	5838064	0,00 - 5,00				-	-	-	0
QUE_7 - Technikgebäude	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Abluftventilator	32444306	5838063	8,00				-	-	-	0
QUE_5 - Separation	Flächenquellen	Bunker (offen)	32444240	5838036	0,00 - 2,00				84,00	14,00	6,00	154,1
QUE_6 - BHKW 1	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Schornstein (Abgaskamin)	32444292	5838065	12,00				0,068	-	-	0
QUE_4 - BHKW 2	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Schornstein (Abgaskamin)	32444319	5838037	10,00				0,084	-	-	0
QUE_9 - Feststoffeintrag 1 (Technikgebäude)	Flächenquellen	Bunker (offen)	32444296	5838084	0,00 - 2,00				30,00			336,7
QUE_2 - Feststoffeintrag 2 (Einhausung)	Flächenquellen	Container (offen)	32444273	5838104	0,00 - 4,30				60,00	13,00	4,00	-84,2

Quelle Nummer lt. Fließbild	Art der Quelle	Bauausführung der Quelle	Geographische Lage		Höhen [m]				Austrittsfläche [m²]	Bei Linien- und Flächenquellen		
			Ostwert	Nordwert	über Erdboden	E-Quelle über Gebäude	Gebäudeoberkante	max. Bebauung im 50m Umkreis		Länge [m]	Breite [m]	Winkel zu Nord
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
QUE_10 - Feststoffeintrag 1 (Technikgebäude)	Flächenquellen	Bunker (offen)	32444312	5838080	0,00 - 2,00				-	16,32	2,64	156,7
QUE_8 - Feststoffeintrag 2 (Einhausung)	Flächenquellen	Container (offen)	32444279	5838091	0,00 - 4,30				-	13,00	4,00	94,7
QUE _0 - Platzemissionen	Flächenquellen	offene Fläche (Anlagengelände)	32444287	5838092	0,00 - 1,00				200,00	20,00	10,0	340,4
QUE_12 - Gärrestspeicher	Punktquelle mit vertikalem Austritt und freier Abströmung	Aspirationsöffnung	32444246	5838037	0,00 - 1,00				-	-	-	0
RTO-Anlage (keine Quelle lt. Immissionsschutz-Gutachten)		RTO-Anlage										

4.4 Quellenplan Emissionen von staub-, gas- und aerosolförmigen luftverunreinigenden Stoffen sowie Gerüchen

- entfällt -

Zur Beurteilung der zu erwartenden Emissionen in Form von Gerüchen, die durch den Betrieb der geänderten bzw. erweiterten Anlage verursacht werden, wurde durch das Sachverständigenbüro Normec uppenkamp GmbH eine immissionsschutztechnische Untersuchung durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden in dem unter Abschnitt 4.1.1 beigefügten Immissionsschutz-Gutachten dokumentiert.

Das Gutachten beinhaltet im Anhang (Anhang, Seite 30) ein grafisches Emissionskataster, in dem alle relevanten Emissionsquellen mit Angabe der zugehörigen Quellennummern dargestellt sind. Auf die Vorlage eines zusätzlichen Quellenplans wird daher verzichtet.

4.5 Betriebszustand und Schallemissionen

In der folgenden Tabelle sind unter der Berücksichtigung des Betriebsablaufs alle relevanten Schallemissionen verursachenden Vorgänge aufgeführt:

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissionsverursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schallleistungspegel [dB(A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutzmaßnahmen
		Tage /Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std. /Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	FAHRBEWEGUNGEN / BETRIEBSVERKEHR							
1.1	Normalbetrieb: Anlieferung von nachwachsenden Rohstoffen	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	101	95,2	Literatur	
1.1	Normalbetrieb: Anlieferung von Festmist	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	102	95,6	Literatur	
3.1	Normalbetrieb: Abholung von Gärresten	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	103	95,2	Literatur	
	Normalbetrieb: Leerlauf LKW Waage	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	104	93,9	Literatur	
1.1	Normalbetrieb: Rangiervorgang bei Anlieferung von nachwachsenden Rohstoffen	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	105	84,1	Literatur	
1.1	Normalbetrieb: Rangiervorgang bei Anlieferung von Festmist	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	106	84,1	Literatur	
3.1	Normalbetrieb: Entnahme von Gärresten	6 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	108	106,5	Literatur	
1.1	Normalbetrieb: Entnahme von Feststoffen der Silageplatte / Befüllung der Feststoffdosierer	7 Tage/ Woche	16	6:00 bis 22:00 Uhr	109	105,8	Literatur	
	STATIONÄRE AGGREGATE							
1.1	Normalbetrieb: Betrieb des Feststoffdosierers 2 (BIG-Mix)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	110	86,0	Herstellerangabe	

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissions-verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schallleistungs-pegel [dB (A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz-maßnahmen
		Tage /Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std. /Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.2	Normalbetrieb: Betrieb des Tragluftdach-Stützluftgebläses des Fermenters 1	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	111	77,5	Messung	
3.1	Normalbetrieb: Betrieb des Tragluftdach-Stützluftgebläses des Gärrestspeichers I	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	112	71,2	Messung	
3.1	Normalbetrieb: Betrieb des Tragluftdach-Stützluftgebläses des Gärrestspeichers I	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	113			
1.1	Normalbetrieb: Betrieb des Feststoffdosierers 2 (Einhausung)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	114	86,0	Herstellerangabe	
1.1	Normalbetrieb: Betrieb des Feststoffdosierers 1 (Annahmebunker Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	117	86,0	Messung	
2.1	Normalbetrieb: Betrieb des Zuluftventilators des BHKW-Raums (BHKW 1, Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	201	75,7	Messung	
2.1	Normalbetrieb: Betrieb des Abluftventilators des BHKW-Raums (BHKW 1, Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	202	76,0	Messung	
2.1	Normalbetrieb: Betrieb des Gemischkühlers des BHKW 1 (Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	204	76,9	Messung	
2.1	Normalbetrieb: Betrieb des Notkühlers des BHKW 1 (Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	205	87,4	Messung	
2.1	Normalbetrieb: Ableitung von Abgas über den Abgaskamin des BHKW 1 (Technikgebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	206	84,2	Messung	
2.2	Normalbetrieb: Betrieb des Zuluftventilators des BHKW-Raums (BHKW 2, BHKW-Gebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	212	78,2	Messung	
2.2	Normalbetrieb: Betrieb des Kühlers des BHKW 2 (BHKW-Gebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	213	85,9	Messung	

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissions-verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schallleistungs-pegel [dB (A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz-maßnahmen
		Tage /Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std. /Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	Normalbetrieb: Ableitung von Abgas über den Abgaskamin des BHKW 2 (BHKW-Gebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	214	84,2	Messung	
2.2	Normalbetrieb: Betrieb des Abluftventilators des BHKW-Raums (BHKW 2, BHKW-Gebäude)	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	215	71,5	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Entlüftung 1 der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	306	84,0	Herstellerangabe	
5.2	Normalbetrieb: Entlüftung 2 der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	307	84,,0	Herstellerangabe	
5.2	Normalbetrieb: Entlüftung 2 der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	308	85,0	Herstellerangabe	
5.2	Normalbetrieb: Betrieb des Kühlers 1 der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	309	85,0	Herstellerangabe	
5.2	Normalbetrieb: Betrieb des Kaltwassersatzes der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	310	85,0	Herstellerangabe	
5.2	Normalbetrieb: Betrieb des Kühlers 2 der Gasaufbereitungsanlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	311	83,0	Herstellerangabe	
5.1	Normalbetrieb: Betrieb der Rohgasvorbehandlung	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	312	87,0	Herstellerangabe	
5.3	Normalbetrieb: Ableitung von Abluft über die RTO-Anlage	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	313	78,0	Herstellerangabe	
	FASSADENABSTRAHLUNGEN							
2.1	Normalbetrieb: BHKW-Raum (Technikgebäude) - Holztor	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	203	75,8	Messung	

BE	Betriebszustand (z.B. Normalbetrieb, Teillast, Volllast) und emissions-verursachender Vorgang	Einsatzzeit			Schallquelle Nummer lt. Fließbild	Schallleistungs-pegel [dB (A)]	Messverfahren oder Literaturhinweis	Schallschutz-maßnahmen
		Tage /Woche Tage/Monat Tage/Jahr	Std. /Tag	Uhrzeit				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Westfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	207	67,8	Messung	
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Südfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	208	67,2	Messung	
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Ostfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	209	68,1	Messung	
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Nordfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	210	66,0	Messung	
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Dach	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	211	78,6	Messung	
2.2	Normalbetrieb: BHKW-Raum (BHKW-Gebäude) - Holztor	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	216	96,3	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Container Gasaufbereitungsanlage - Westfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	301	61,6	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Container Gasaufbereitungsanlage - Nordfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	302	68,8	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Container Gasaufbereitungsanlage - Ostfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	303	61,6	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Container Gasaufbereitungsanlage - Südfassade	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	304	68,8	Messung	
5.2	Normalbetrieb: Container Gasaufbereitungsanlage - Dach	365 Tage/ Jahr	24	0:00 bis 24:00 Uhr	305	68,9	Messung	

4.6 Quellenplan Schallemissionen / Erschütterungen

- entfällt -

Zur Beurteilung der zu erwartenden Schallemissionen, die durch den Betrieb der geänderten bzw. erweiterten Anlage verursacht werden, wurde durch das Sachverständigenbüro Normec uppenkamp GmbH eine schalltechnische Untersuchung durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden im nachfolgend beigefügten Immissionsschutz-Gutachten dokumentiert.

Das Gutachten beinhaltet im Anhang (Anhang, Seite 7) ein grafisches Emissionskataster, in dem alle relevanten Schallquellen mit Angabe der zugehörigen Quellennummern - entsprechend der Angaben in Formular 4.5 - dargestellt sind. Auf die Vorlage eines zusätzlichen Quellenplans wird verzichtet.

Anmerkung:
Die Erstellung des Immissionsschutz-Gutachtens erfolgte bereits im Rahmen der Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII "Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27" der Stadt Lohne und berücksichtigt neben den hier immissionsschutzrechtlich beantragten baulichen Anlagen auch die mögliche Errichtung einer CO_2-Verflüssigungsanlage mit allen erforderlichen baulichen Anlagen. Die Errichtung der im Immissionsschutz-Gutachten dargestellten Anlage zur CO_2-Verflüssigung (Quellen-Nummern 151 bis 156) ist derzeit nicht geplant und somit nicht Gegenstand dieses Änderungsantrages.

Für den Hochfermenter wurden im Gutachten außenliegende Rührwerke in Ansatz gebracht, die zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens vorgesehen waren. Da der hier beantragte Hochfermenter lediglich ein innenliegendes Zentralrührwerk enthält, entfallen auch die Emissionen der Rührwerke (Quellen-Nummern 121 bis 125).

Anlagen:

- 4.6.1. Immissionsschutz-Gutachten.pdf

Immissionsschutz-Gutachten

Schallimmissionsgutachten gem. TA Lärm für die geplante Erweiterung einer Biogasanlage im Rahmen eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes

Dieser Bericht ersetzt den Bericht Nr. I05046523 vom 12. Dez. 2023 vollständig.

Auftraggeber	TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstr. 4 49393 Lohne	
Schallimmissionsprognose	Nr. I05046523-1 vom 26. Mrz. 2024	
Projektleiter	B.Eng. Martin Tulatz	
Umfang	Textteil	37 Seiten
	Anhang	25 Seiten
Ausfertigung	PDF-Dokument	

Eine auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Zustimmung der Normec uppenkamp GmbH.

Inhalt Textteil

Zusammenfassung **5**

1 Grundlagen **7**

2 Veranlassung und Aufgabenstellung **10**

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen **12**
3.1 Schallschutz im Städtebau 12
3.1.1 Orientierungswerte der DIN 18005 12
3.1.2 Weitere Abwägungskriterien zum Schallschutz in der städtebaulichen Planung 13
3.2 Schallschutz in der Genehmigungsplanung 14
3.2.1 Gewerbelärm 14

4 Gewerbelärmeinwirkungen **19**

5 Beschreibung der Emissionsansätze **21**
5.1 Fahrzeugbewegungen und Ladevorgänge 21
5.2 Betriebsvorgänge von Radladern 21
5.3 Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen 22
5.4 Schallemissionsmessungen an bestehenden Anlagen 22
5.5 Schallübertragung von Räumen ins Freie 25
5.6 Stationäre Geräuschquellen im Freien 27

6 Ermittlung und Beurteilung der Immissionen **28**
6.1 Untersuchte Immissionsorte 28
6.2 Beschreibung des Berechnungsverfahrens 29
6.3 Untersuchungsergebnisse und Beurteilung der Geräuschimmissionen 31
6.3.1 Beurteilungspegel 31
6.3.2 Betrieb innerhalb der Erntezeit 31
6.3.3 Kurzzeitige Schalldruckpegelspitzen 32
6.3.4 Zuzurechnender Fahrverkehr im öffentlichen Verkehrsraum 32
6.4 Weitere Hinweise 33
6.4.1 Tonhaltigkeit 33
6.4.2 Tieffrequente Geräusche 33
6.4.3 Gasfackel 34

7 Angaben zur Qualität der Prognose **35**

Inhalt Anhang

A	**Tabellarische Emissionskataster**
B	**Grafisches Emissionskataster**
C	**Dokumentation der Immissionsberechnungen**
D	**Immissionspläne**
E	**Lagepläne**
F	**Windstatistik**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Plangebietes 10
Abbildung 2: Lage der im Rahmen der Schallimmissionsprognose betrachteten Immissionsorte 28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schalltechnische Orientierungswerte der DIN 18005-1 Bbl. 1 12
Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV 13
Tabelle 3: Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit der Gebietsnutzung für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht; Immissionsorte außerhalb von Gebäuden 15
Tabelle 4: Beurteilungszeiträume nach TA Lärm 15
Tabelle 5: Input- und Outputmenge der geplanten Biogasanlage 19
Tabelle 6: Schalltechnisch relevante Betriebsvorgänge beim Betrieb der Biogasanlage außerhalb der Erntezeit 20
Tabelle 7: Emissionsparameter Fahrbewegungen von Traktoren/ Lkw 21
Tabelle 8: Emissionsparameter Betriebsvorgänge von Radladern 21
Tabelle 9: Emissionsparameter Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen 22
Tabelle 10: Messgeräteliste 23
Tabelle 11: Rauminnenpegel für die relevanten Produktions- und Technikräume 24
Tabelle 12: Schallleistungspegel für die relevanten Anlagen 24
Tabelle 13: Rauminnenpegel für die relevanten Produktions- und Technikräume 26
Tabelle 14: Schalldämm-Maße der Außenbauteile der relevanten Produktions- und Technikräume 26
Tabelle 15: Zulässige Schallleistungspegel für die stationären Geräuschquellen der Biogasanlage im Freien 27

Tabelle 16: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Gebietsnutzung und der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm für die Tages- und Nachtzeit 29
Tabelle 17: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm sowie den Beurteilungspegeln für die Tages- und Nachtzeit 31
Tabelle 21: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm sowie den Beurteilungspegeln für die Tages- und Nachtzeit innerhalb des Erntezeitraumes 32
Tabelle 22: Geschätzte Unsicherheit für das Prognoseverfahren gemäß DIN ISO 9613-2..... 35

Revisionsverzeichnis

Berichts-Nr.	Datum	Änderung(en)
I05 0465 23	12. Dez. 2023	- Originalbericht
I05 0465 23-1	26. Mrz. 2024	- Anpassung des Plangebietes in entsprechenden Abbildungen - Korrektur der geplanten Biogasmenge in Kap. 4

Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden schalltechnischen Gutachtens ist die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes „Sondergebiet Biogas (SG BG)“. mit dem Ziel der Erweiterung und Änderung einer Biogasanlage. Die gegenständliche Biogasanlage wird von der TEE GmbH & Co. KG betrieben und befindet sich auf dem Grundstück An den Teichen 27 (Flur 3, Flurstück 20/24) in 49835 Lohne, Ortsteil Märschendorf. Das Plangebiet umfasst zudem Aufstellflächen für eine geplante Biogasaufbereitungs- und Einspeiseanlage südlich der Straße An den Teichen (Flurstücke 79 und 80/5).

Um die Vollzugsfähigkeit des vorhabenbezogenen Bebauungsplans sicherzustellen, sind im Rahmen der Bauleitplanung die schalltechnischen Auswirkungen der Planung (Gewerbe) auf die außerhalb des Plangebietes bestehenden schutzbedürftigen Nutzungen zu ermitteln, zu bewerten und in die städtebauliche Abwägung einzustellen.

Die gegenständliche Planung umfasst die Erweiterung einer Biogasanlage in Kombination mit der Errichtung einer Biogasaufbereitungsanlage zur Einspeisung von Biomethan in das örtliche Gasnetz.

Im Rahmen der Prognose wurden dabei folgende Situationen untersucht und dargestellt:

Gewerbelärm

- Ermittlung der durch den Betrieb der geplanten gewerblichen Anlage innerhalb des Plangebietes auf die schutzbedürftigen Nutzungen außerhalb des Plangebietes einwirkenden Geräusche. Vergleich der ermittelten Geräuscheinwirkung mit den Immissionsrichtwerten gemäß [TA Lärm]. Im Fall erhöhter Immissionen werden Lärmminderungsmaßnahmen bzw. textliche Festsetzungen für den B-Plan dargelegt.

Hierzu wurde eine Schallimmissionsprognose erstellt. Die Planungsgrundlagen und die getroffenen Annahmen und Voraussetzungen werden in der Langfassung des vorliegenden Berichts erläutert.

Die schalltechnischen Untersuchungen haben in Hinblick auf die im Rahmen der Bauleitplanung anzustrebenden Orientierungswerte der [DIN 18005-1 Bbl. 1] bzw. der jeweiligen im Baugenehmigungsverfahren heranzuziehenden Immissionsrichtwerte Nachfolgendes ergeben.

Ergebnisse Gewerbelärm

- Die geltenden Immissionsrichtwerte werden zur Tageszeit und in der ungünstigsten vollen Nachtstunde an den maßgeblichen Immissionsorten unter Berücksichtigung der im Gutachten beschriebenen Grundlagen und Rahmenbedingungen eingehalten bzw. unterschritten. Die Unterschreitungen betragen am Tag mindestens 11 dB und nachts mindestens 6 dB.

- Aufgrund der Unterschreitung der Immissionsrichtwerte zur Tages- und Nachtzeit um mindestens 6 dB wurde nach Ziffer 3.2.1 der [TA Lärm] auf eine Untersuchung der Geräuschvorbelastung verzichtet.

- Kurzzeitige Geräuschspitzen, die die geltenden Immissionsrichtwerte am Tag um mehr als 30 dB und/oder mehr als 20 dB nachts überschreiten, sind nicht zu prognostizieren. Die Spitzenpegelkriterien nach Ziffer 6.1 der [TA Lärm] werden somit ebenfalls eingehalten.

- Hinsichtlich des anlagenbezogenen Verkehrs im öffentlichen Verkehrsraum wurde festgestellt, dass eine Prüfung, ob organisatorische Maßnahmen eine Verringerung der Geräuschimmissionen bewirken können, nicht erforderlich ist.

Die Untersuchungsergebnisse gelten insbesondere unter Einhaltung der im Gutachten beschriebenen Betriebsweise sowie unter Berücksichtigung der folgenden Annahmen:

- Einhaltung der unter Kapitel 5.5 und Kapitel 5.6 formulierten, maximal zulässigen Schallemissionen der geplanten Aggregate.

1 Grundlagen

[16. BImSchV]	Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 04. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist
[BImSchG]	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist
[Cmet NI]	Empfehlung des NLÖ, Dr. Kötter, März 1999, u. a. veröffentlicht in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung 46 (1999) Nr. 2
[DIN 4109-1]	Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen. 2018-01
[DIN 4109-2]	Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen. 2018-01
[DIN 4109-4]	Schallschutz im Hochbau – Teil 4: Bauakustische Prüfungen. 2016-07
[DIN 18005-1]	Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung. 2002-07
[DIN 18005-1 Bbl. 1]	Schallschutz im Städtebau – Berechnungsverfahren - Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. 1987-05
[DIN 45641]	Mittelung von Schallpegeln. 1990-06
[DIN 45645-1]	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen. 1996-07
[DIN 45680]	Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. 1997-03
[DIN 45680 Bbl. 1]	Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft - Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen. 1997-03
[DIN EN 61672-1]	Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen. 2014-07
[DIN EN ISO 3740]	Akustik - Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen. Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen. 2001-03
[DIN ISO 9613-2]	Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. 1999-09
[DIN 18005-2]	Schallschutz im Städtebau - Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen. 1991-09 (zurückgezogen)

[DIN 45657]	Schallpegelmesser - Zusatzanforderungen für besondere Messaufgaben. 2014-07
[DIN EN ISO 12354-4]	Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie. 2017-11
[IG I 7 - 501-1/2]	Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, Schreiben des BMUB/Dr. Hilger an die obersten Immissionsschutzbehörden der Länder sowie das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und das Eisenbahn-Bundesamt. 07.07.2017
[LUA Merkbl. 25]	Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Merkblätter Nr. 25. 2000
[Piorr 2001]	Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose, Piorr, D., Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001) Nr. 5
[RLS-19]	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV. Ausgabe 2019 (inkl. Korrektur 02/2020)
[Schall 03 2012]	Anlage 2 (zu § 4) der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (BGBl. I 2014 S. 2271 – 2313).
[TA Lärm]	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-gesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBl Nr. 26/1998 S. 503), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5), in Kraft getreten am 9. Juni 2017, redaktionell korrigiert durch Schreiben des BMUB vom 07.07.2017 (IG I 7 - 501-1/2)
[UP 12152310]	Schallimmissionsprognose Nr 12 1523 10 „Lärmeinwirkung durch den Betrieb einer geplanten Biogasanlage in Lohne“ der uppenkamp + partner Sachverständige für Immissionsschutz GmbH vom 20.10.2010
[VDI 2719]	Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen. 1987-08

Hinweis: Die im gegenständlichen Bericht dokumentierte Untersuchung wurde auf Basis bzw. unter Berücksichtigung der im obenstehenden Grundlagenverzeichnis genannten Regelwerke durchgeführt. Die Ergebnisse sind somit – wenn nicht anders gekennzeichnet – entlang den entsprechenden Anforderungen ermittelt. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind dabei als solche gekennzeichnet und können sich auf die Validität der Ergebnisse auswirken. Die Entscheidungsregeln zur Konformitätsbewertung basieren auf den angewendeten Vorschriften, Normen, Richtlinien und sonstigen Regelwerken. Meinungen und Interpretationen sind von Konformitätsaussagen abgegrenzt. Der gegenständliche Bericht enthält entsprechende Äußerungen im Kapitel Diskussion/Beurteilung.

Weitere verwendete Unterlagen (Stand, zur Verfügung gestellt durch):

- Lageplan (5. Jun. 2023, Gr. Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG),
- Anlagen- und Betriebsbeschreibung (19. Sep. 2022, Gr. Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG),
- Windstatistik der Wetterstation Diepholz (2002-2010, DWD),
- Online-basierte Kartendienste (siehe Abbildungen).

Ein Ortstermin wurde am 24. Mai 2023 durchgeführt.

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Gegenstand des vorliegenden schalltechnischen Gutachtens sind die seitens des Auftraggebers geplante Änderung und Erweiterung einer Biogasanlage in Verbindung mit der Errichtung einer Biogasaufbereitungsanlage. Die betrachtete Anlage befindet sich auf dem Grundstück Gemarkung Märschendorf, Flur 3, Flurstück 20/15, in 49393 Lohne. Die planungsrechtliche Grundlage des Vorhabens soll über die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans bzw. der Ausweisung als „Sondergebiet Biogas (SG BG)“ erfolgen.

Der Geltungsbereich des Plangebietes (Abbildung 1) umfasst dabei das Grundstück der bestehenden Biogasanlage nördlich der Straße An den Teichen sowie weitere Aufstellflächen für eine geplante Biogasaufbereitungs- und Einspeiseanlage südlich der Straße An den Teichen (Flurstücke 79 und 80/5). An das Gelände grenzen im Osten der bestehende landwirtschaftliche Betrieb des Bauherrn sowie im Westen die Bundesautobahn A1. Nördlich befinden sich landwirtschaftliche Nutzflächen und im Süden eine Hofstelle.

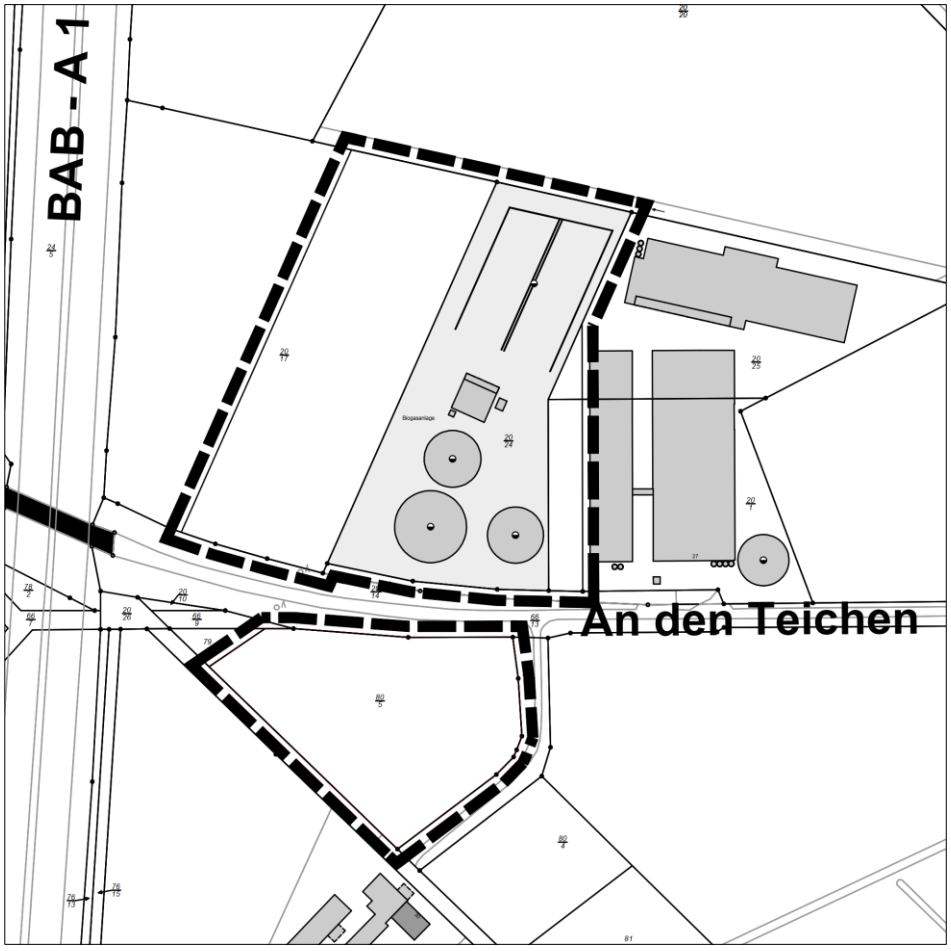


Abbildung 1: Darstellung des Plangebietes

Die Erschließung des Plangebietes soll durch einen Anschluss an die Straße An den Teichen sowie durch einen Anschluss an den Märschendorfer Damm erfolgen. Eine maßgebliche Änderung der Verkehrssituation durch die geplante Anlagenerweiterung ist nicht geplant bzw. zu erwarten.

Vorliegend war hinsichtlich des zu erwartenden Gewerbelärms der Nachweis zu erbringen, dass durch die geplante Nutzung des in Aufstellung befindlichen Bebauungsplans die schalltechnischen Anforderungen der [DIN 18005-1] bzw. der [TA Lärm] in Bezug auf die angrenzende schutzbedürftige Nutzung eingehalten werden.

Hierzu wird eine Schallimmissionsprognose erstellt. Sollten die vorgegebenen Anforderungen nicht eingehalten werden, sind geeignete Maßnahmen zur Lärmminderung aufzuzeigen.

3 Grundlage für die Ermittlung und Beurteilung der Immissionen

3.1 Schallschutz im Städtebau

3.1.1 Orientierungswerte der DIN 18005

Zur Berücksichtigung des Schallschutzes im Rahmen der städtebaulichen Planung sind Hinweise in der [DIN 18005-1] gegeben. In [DIN 18005-1 Bbl. 1] sind für die unterschiedlichen Gebietsnutzungen schalltechnische Orientierungswerte angegeben, deren Einhaltung oder Unterschreitung wünschenswert ist, um die mit der Eigenart des betreffenden Baugebietes verbundene Erwartung auf angemessenen Schutz vor Lärmbelastungen zu erfüllen. Diese Orientierungswerte sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Schalltechnische Orientierungswerte der DIN 18005-1 Bbl. 1

Gebietseinstufung	**Orientierungswerte in dB(A)**		
	Tag 06:00 bis 22:00 Uhr	**Nacht 22:00 bis 6:00 Uhr**	
	Verkehrslärm, Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm	**Verkehrslärm**	**Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm**
Reine Wohngebiete (WR), Wochenendhaus- und Feriengebiete	50	40	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	45	40
Mischgebiete (MI), Dorfgebiete (MD)	60	50	45
Kerngebiete (MK), Gewerbegebiete (GE)	65	55	50
Sondergebiete (SO), soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 - 65	35 - 65	35 - 65

Die [DIN 18005-1] bzw. [DIN 18005-1 Bbl. 1] enthält folgende Anmerkung und Hinweise:

Im Rahmen der erforderlichen Abwägung der Belange in der städtebaulichen Planung ist der Belang des Schallschutzes als ein wichtiger Planungsgrundsatz neben anderen Belangen zu sehen. Die Abwägung kann in bestimmten Fällen bei Überwiegen anderer Belange – insbesondere in bebauten Gebieten – zu einer entsprechenden Zurückstellung des Schallschutzes führen.

Die Beurteilungspegel der Geräusche verschiedener Arten von Schallquellen (Verkehr, Industrie und Gewerbe, Freizeit) sollen jeweils für sich allein mit den Orientierungswerten verglichen und nicht addiert werden.

In vorbelasteten Bereichen, insbesondere bei vorhandener Bebauung, bestehenden Verkehrswegen und in Gemengelagen, lassen sich die Orientierungswerte oft nicht einhalten. Wo im Rahmen der Abwägung mit plausibler Begründung von den Orientierungswerten abgewichen werden soll, weil andere Belange überwiegen, sollte möglichst ein Ausgleich durch andere geeignete Maßnahmen (z. B. geeignete Gebäudeanordnung und Grundrissgestaltung, bauliche Schallschutzmaßnahmen, insbesondere für Schlafräume) vorgesehen und planungsrechtlich abgesichert werden.

Überschreitungen der Orientierungswerte und entsprechende Maßnahmen zum Erreichen ausreichenden Schallschutzes sollen in der Begründung zum Bebauungsplan beschrieben und ggf. in den Plänen gekennzeichnet werden.

Bei Beurteilungspegeln über 45 dB(A) während der Nachtzeit ist selbst bei nur teilweise geöffnetem Fenster ungestörter Schlaf häufig nicht mehr möglich. Diesbezüglich ist anzumerken, dass die [VDI 2719] erst ab einem A-bewerteten Außengeräuschpegel L_m > 50 dB(A) auf die Notwendigkeit zusätzlicher Belüftungsmöglichkeiten für Schlaf- und Kinderzimmer hinweist.

3.1.2 Weitere Abwägungskriterien zum Schallschutz in der städtebaulichen Planung

Die in [DIN 18005-1 Bbl. 1] angegebenen Orientierungswerte lassen bei ihrer Einhaltung erwarten, dass ein Baugebiet entsprechend seinem üblichen Charakter ohne Beeinträchtigungen genutzt werden kann. Die Orientierungswerte können, dies drückt bereits der Begriff „Orientierungswert“ aus, zur Bestimmung der zumutbaren Lärmbelastung in einem Plangebiet im Rahmen einer gerechten Abwägung lediglich als Orientierungshilfe herangezogen werden. Über die reine immissionsschutztechnische Betrachtung hinaus sind auch andere gewichtige Belange in die bauleitplanerische Abwägung einzubeziehen.

Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung [16. BImSchV]

Zur Beurteilung von Verkehrsgeräuschen beim Neubau bzw. bei den wesentlichen Änderungen von Verkehrswegen wird die [16. BImSchV] angewendet. Die in dieser Verordnung aufgeführten Immissionsgrenzwerte können als Grenze zur erheblichen Belästigung betrachtet werden. In der [16. BImSchV] werden folgende (Tabelle 2) einzuhaltende Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft aufgeführt:

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV

Gebietseinstufung	**Immissionsgrenzwerte in dB(A)**	
	Tag 06:00 bis 22:00 Uhr	**Nacht 22:00 bis 06:00 Uhr**
Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Altenheime	57	47
Reine Wohngebiete (WR), Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	59	49
Kerngebiete (MK), Dorfgebiete (MD), Mischgebiete (MI)	64	54
Gewerbegebiete (GE)	69	59

Zumutbarkeitsschwelle

Die sogenannte Zumutbarkeitsschwelle[1] liegt im Rahmen der städtebaulichen Planung in Wohngebieten bei 70 dB(A) am Tag und 60 dB(A) im Nachtzeitraum.

Schallschutz in Wohnungen und Büroräumen

In lärmbelasteten Gebieten ist neben der Reduzierung der Außenlärmpegel für die empfundene Wohn- und Arbeitsqualität insbesondere der Schutz von Aufenthaltsräumen in Gebäuden ein wichtiges Ziel. Durch geeignete Dimensionierung der Schalldämmung der Außenbauteile kann gemäß den Empfehlungen der [DIN 4109-1] ein gesundheitsverträgliches Wohnen und Arbeiten ermöglicht werden.

3.2 Schallschutz in der Genehmigungsplanung

3.2.1 Gewerbelärm

Zur Beurteilung von Anlagen, die als genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen den Anforderungen des zweiten Teils des [BImSchG] unterliegen, ist die [TA Lärm] heranzuziehen. Die [TA Lärm] beschreibt das Verfahren zur Ermittlung der Geräuschbelastungen und stellt die Grundlage für die Beurteilung der Immissionen dar.

Immissionsrichtwerte

In der [TA Lärm] werden Immissionsrichtwerte genannt, bei deren Einhaltung im Regelfall ausgeschlossen werden kann, dass schädliche Umwelteinwirkungen im Einwirkungsbereich gewerblicher oder industrieller Anlagen vorliegen. Die Immissionsrichtwerte gelten akzeptorbezogen. Dies bedeutet, dass die energetische Summe der Immissionsbeiträge aller relevant einwirkenden Anlagen, für die die [TA Lärm] gilt, den Immissionsrichtwert nicht überschreiten soll. In Abhängigkeit der Nutzung des Gebietes, in dem die schutzbedürftigen Nutzungen liegen, gelten die in Tabelle 3 zusammengefassten Immissionsrichtwerte.

[1] Urteil vom 12. April 2000 – BVerwG 11 A 18.98; BGH Urteil vom 25. März 1993 – III ZR 60.91 – BGHZ 122, 76 <81> m. w. N.

Tabelle 3: Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit der Gebietsnutzung für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht; Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

Gebietsnutzung	**Immissionsrichtwerte (IRW) in dB(A)**	
	Beurteilungszeitraum Tag	**Beurteilungszeitraum Nacht**
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete (WR)	50	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Mischgebiete (MI), Dorfgebiete (MD), Kerngebiete (MK)	60	45
Urbane Gebiete (MU)	63	45
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Industriegebiete (GI)	70	70

Weiterhin dürfen gemäß [TA Lärm] einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte am Tag (IRW_{Tmax}) um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht (IRW_{Nmax}) um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Anmerkung: Die Art der bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergibt sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

In Tabelle 4 werden die für Immissionsrichtwerte relevanten Beurteilungszeiträume aufgeführt.

Tabelle 4: Beurteilungszeiträume nach TA Lärm

Bezeichnung	**Beurteilungszeitraum**	**Beurteilungszeit**
Tag	06:00 bis 22:00 Uhr	16 Stunden
Nacht	22:00 bis 06:00 Uhr	volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel (z. B. 05:00 bis 06:00 Uhr)

Immissionsort

Die maßgeblichen Immissionsorte befinden sich gemäß [TA Lärm] bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes [DIN 4109-1]. Bei unbebauten oder bebauten Flächen, die keine Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen enthalten, befinden sie sich an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen erstellt werden dürfen. Ist der schutzbedürftige Raum mit der zu beurteilenden Anlage baulich verbunden oder geht es um Körperschallübertragungen bzw. die Einwirkung tieffrequenter Geräusche, handelt es sich bei dem am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raum um den maßgeblichen Immissionsort.

Seltene Ereignisse

Können bei selten auftretenden betrieblichen Besonderheiten[2] auch bei Einhaltung des Standes der Technik zur Lärmminderung die Immissionsrichtwerte nicht eingehalten werden, kann eine Überschreitung zugelassen werden. Die Höhe der zulässigen Überschreitung kann einzelfallbezogen festgelegt werden; folgende Immissionshöchstwerte dürfen dabei nicht überschritten werden:

Beurteilungszeitraum Tag	70 dB(A),
Beurteilungszeitraum Nacht	55 dB(A).

Einzelne Geräuschspitzen dürfen diese Werte in Kur-, Wohn- und Mischgebieten tags um nicht mehr als 20 dB, nachts um nicht mehr als 10 dB überschreiten. In Gewerbegebieten darf die Überschreitung durch einzelne Geräuschspitzen tags nicht mehr als 25 dB und nachts nicht mehr als 15 dB betragen.

Gemengelagen

Für das Aneinandergrenzen von gewerblich bzw. industriell genutzten Gebieten und Wohngebieten (Gemengelagen) wird gemäß Ziffer 6.7 [TA Lärm] die folgende Regelung getroffen:

„Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Geräuschauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist.

[2] Definierter Zeitraum gemäß Ziffer 7.2 TA Lärm: an nicht mehr als 10 Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und an nicht mehr als zwei aufeinander folgenden Wochenenden.

Die Immissionsrichtwerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden. Es ist vorauszusetzen, dass der Stand der Lärmminderungstechnik eingehalten wird. Für die Höhe des Zwischenwertes nach Absatz 1 ist die konkrete Schutzwürdigkeit des betroffenen Gebietes maßgeblich. Wesentliche Kriterien sind die Prägung des Einwirkungsgebiets durch den Umfang der Wohnbebauung einerseits und durch Gewerbe- und Industriebetriebe andererseits, die Ortsüblichkeit eines Geräusches und die Frage, welche der unverträglichen Nutzungen zuerst verwirklicht wurde.

Liegt ein Gebiet mit erhöhter Schutzwürdigkeit nur in einer Richtung zur Anlage, so ist dem durch die Anordnung der Anlage auf dem Betriebsgrundstück und die Nutzung von Abschirmungsmöglichkeiten Rechnung zu tragen.“

Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Kriterien für einen Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sind in der [TA Lärm] unter Ziffer 6.5 aufgeführt. Die betreffenden Zeiträume am Tag sind wie folgt definiert:

an Werktagen	06:00 – 07:00 Uhr	20:00 – 22:00 Uhr,	
an Sonn- und Feiertagen	06:00 – 09:00 Uhr	13:00 – 15:00 Uhr	20:00 – 22:00 Uhr.

Für die aufgeführten Zeiten ist gemäß [TA Lärm] in

- Reinen und Allgemeinen Wohngebieten,
- Kleinsiedlungsgebieten,
- in Kurgebieten sowie für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB(A) zu berücksichtigen.

Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung

Die o. a. Immissionsrichtwerte sind akzeptorbezogen. Das heißt, dass zur Beurteilung der Gesamtbelastung neben den von der zu beurteilenden Anlage verursachten Immissionen (Zusatzbelastung) auch eine evtl. vorliegende Vorbelastung durch Anlagen, für die die [TA Lärm] gilt, heranzuziehen ist.

Die Definition gemäß der [TA Lärm] lautet folgendermaßen:

Vorbelastung:	Geräuschimmissionen von allen Anlagen, für die die [TA Lärm] gilt, ohne die Betriebsgeräusche der zu beurteilenden Anlage,
Zusatzbelastung:	Immissionsbeitrag durch die zu beurteilende Anlage,
Gesamtbelastung:	Immissionen aller Anlagen, für die die [TA Lärm] gilt.

Eine Vorbelastung in dem zu beurteilenden Gebiet muss gemäß Ziffer 3.2.1 [TA Lärm] nicht ermittelt werden, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.
Die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage soll auch dann nicht versagt werden, wenn die Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung überschritten werden und dauerhaft sichergestellt ist, dass diese Überschreitung nicht mehr als 1 dB(A) beträgt.

Verkehrsgeräusche

Fahrgeräusche auf dem Betriebsgrundstück sowie bei Aus- und Einfahrt, die im Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlage entstehen, sind der zu beurteilenden Anlage zuzurechnen und zusammen mit den übrigen zu berücksichtigenden Anlagengeräuschen bei der Ermittlung des Beurteilungspegels zu erfassen und zu beurteilen.

Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 m von dem Betriebsgrundstück sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich vermindert werden, soweit

- sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB(A) erhöhen,
- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- die Immissionsgrenzwerte der [16. BImSchV] erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Die Immissionsgrenzwerte betragen nach der [16. BImSchV] in:

Wohngebieten	tags 59 dB(A)	nachts 49 dB(A),
Mischgebieten	tags 64 dB(A)	nachts 54 dB(A).

In Gewerbe- und Industriegebieten sind die Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen nicht zu betrachten.

4 Gewerbelärmeinwirkungen

Die Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG betreibt am Anlagenstandort An den Teichen 27 in 49835 Lohne, Ortsteil Märschendorf, eine Biogasanlage mit einer durchschnittlichen elektrischen Bemessungsleistung von etwa 549 kW. Betrieben wird die Biogasanlage im sogenannten flexiblen Anlagenbetrieb, d. h. die elektrische Energie wird entsprechend dem Netzbedarf produziert.

Die Biogasanlage verfügt über eine installierte Feuerungswärmeleistung von 4.855 kW, einer installierten elektrischen Leistung von 2.050 kW sowie einer thermischen Leistung von 2.073 kW. Derzeit wird die beim Betrieb der Biogasanlage erzeugte elektrische Energie in das öffentliche Netz eingespeist. Die anfallende Abwärme wird zur Beheizung der Biogasanlage selbst sowie zur Beheizung von vorhandenen Stallgebäuden (Sauenställe, Ferkelställe etc.) sowie Wohngebäuden genutzt. Mit der nun angedachten Änderung und Erweiterung der vorhandenen Biogasanlage soll zukünftig etwa 6,3 Mio. N/m³ Biogas erzeugt werden. Da sich die Biogasanlage derzeit im Außenbereich befindet, ist eine Biogasproduktion auf eine Menge von 2,30 Mio. N/m³ beschränkt. Um hier zur angedachten Erweiterung zu kommen, ist daher die Ausweisung eines Sondergebietes bzw. eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes erforderlich.

Zum Erreichen der angedachten Biogas- bzw. Biomethanproduktion sollen zukünftig die nachstehenden Einsatz- bzw. Inputstoffe zum Einsatz kommen:

Tabelle 5: Input- und Outputmenge der geplanten Biogasanlage

angedachte Inputbezeichnung	Inputmenge t/a	Biogasertrag N/m³/a	Outputmenge [1] m³/a
Nachwachsende Rohstoffe			
Maissilage	8.000	2.000.000	6.080
Wirtschaftdünger			
Hähnchenmist (NP-red.)	3.000	660.000	2.790
Legehennen – HTK (NP-red.)	10.000	2.200.000	7.600
Mastschweinegülle (NP-red.)	17.000	425.000	16.830
Mastbullenmist	3.500	420.000	3.255
Pferdemist	4.000	540.000	3.720
Sauenmist	500	62.500	465
Summe:	**46.000**	**6.305.000**	**40.740**

[1] Bei den Inputstoffen ist ein Fugatfaktor zu berücksichtigen, so dass sich die Menge des auszubringenden Gärsubstrates gegenüber der Einbringung verringert und eine höhere Konzentration enthält.

Das erzeugte Biogas soll zukünftig durch technische Systeme in Biomethan umgewandelt und im gasförmigen Zustand zur Einspeisung in das öffentliche Gasnetz verwendet werden. Hierdurch wird eine Nutzung der verfügbaren thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht. Zur Netzeinspeisung wird innerhalb des Plangebietes eine Biogaseinspeiseanlage von der EWE Netz GmbH geplant und zukünftig betrieben. Zum anderen soll indirekt ein Teil des anfallenden Biogases zum Ausbau des Fernwärmenetzes genutzt werden.

Die Transportbewegungen zur Abholung des Gärrestes und zur Anlieferung von Maissilage erfolgen größtenteils nicht regelmäßig, da sie vom Erntezeitraum bzw. den Düngephasen abhängig sind. Erfahrungsgemäß stellt der Erntezeitraum die Zeit mit dem höchsten zu erwartenden Fahraufkommen dar. Bei der vorliegenden Anlagengröße ist witterungsbedingt von einer Dauer von ungefähr 3 - 10 Tagen im Jahr auszugehen. Der Erntezeitraum kann gemäß Ziffer 7.2 TA Lärm als seltenes Ereignis gewertet werden. Für diesen Zeitraum gilt für die umliegenden Nutzungen der Immissionsrichtwert von 70 dB(A) im Tageszeitraum.

Zur Beurteilung der Schallimmissionen außerhalb der Erntezeit wird ebenfalls ein erhöhtes Fahraufkommen durch Gärrestausbringung berücksichtigt. Für diesen Zeitraum wird ein Fahraufkommen von 20 Traktoren pro Tag festgelegt. Nachfolgend sind die auf dem Gelände der geplanten Biogasanlage zu erwartenden schalltechnisch relevanten Betriebsvorgänge tabellarisch aufgeführt:

Tabelle 6: Schalltechnisch relevante Betriebsvorgänge beim Betrieb der Biogasanlage außerhalb der Erntezeit

Anlagenbezeichnung	**Betriebszeitraum**	**Betriebszeit tags**	**Betriebszeit nachts**
Gärrestausbringung (Gärrest flüssig)	06:00 bis 22:00 Uhr	An- und Abfahrt von 20 Lkw inkl. Rangier- und Ladevorgänge	kein Betrieb
Anlieferung von Wirtschaftsdünger	06:00 bis 22:00 Uhr	An- und Abfahrt von 7 Lkw inkl. Rangier- und Ladevorgänge	kein Betrieb
Anlieferung von nachwachsenden Rohstoffen (Getreidestroh, Maissilage)	06:00 bis 22:00 Uhr	An- und Abfahrt von 2 Lkw inkl. Rangier- und Ladevorgänge	kein Betrieb
Abholung von Flüssig-CO2	06:00 bis 22:00 Uhr	An- und Abfahrt von 1 Lkw inkl. Rangier- und Ladevorgänge	kein Betrieb
Fahrbetrieb Silagefläche	06:00 bis 22:00 Uhr	8 h/d Fahrbetrieb eines Radladers, Befüllung der Feststoffannahme	kein Betrieb
Betrieb BHKW	00:00 bis 24:00 Uhr	durchgängiger Betrieb des BHKW inkl. Lüftungs- und Kühleinrichtungen	
Betrieb Feststoffannahme	00:00 bis 24:00 Uhr	zeitweise Betrieb des Schubbodens und der Förderschnecken (45 min je Stunde)	
Betrieb der Gasaufbereitungstechnik	00:00 bis 24:00 Uhr	durchgängiger Betrieb inkl. Nebeneinrichtungen	

5 Beschreibung der Emissionsansätze

Die maßgeblichen Geräuschquellen von Biogasanlagen sind neben den stationären Betriebsanlagen (BHWK-Betriebsraum, Abgaskamin, Kühler etc.) der Fahrverkehr sowie die Be- und Entladevorgänge auf dem Anlagengelände. Die Schallemissionen durch Fahrzeugverkehr entstehen im Wesentlichen durch die Bewegungen der Traktoren bzw. Lkw.

Nachfolgend werden die Emissionsdaten der schalltechnisch maßgeblichen Geräuschquellen angegeben. Weitere, hier nicht aufgeführte Geräuschquellen wie Raumbelüftungsgeräte tragen nach eigener Messerfahrung nicht relevant zur Gesamtimmissionssituation bei und können damit vernachlässigt werden.

5.1 Fahrzeugbewegungen und Ladevorgänge

Die Anlieferungsvorgänge der Eingangsstoffe wie Wirtschaftsdünger und nachwachsende Rohstoffe sowie der Abtransport der Gärreste erfolgen in der Regel mittels landwirtschaftlicher Fahrzeuge oder Lkw. Für die Fahrbewegungen von Traktoren oder vergleichbaren Fahrzeugen wird folgender Schallleistungspegel angesetzt:

Tabelle 7: Emissionsparameter Fahrbewegungen von Traktoren/ Lkw

Geräuschquelle	Schallleistungspegel	Geräuschspitzen
Fahrbewegung von landwirtschaftlichen Fahrzeugen oder Lkw	L_{WA} = 106 dB(A)	L_{WAmax} = 110 dB(A)

Die Fahrstrecken der Fahrzeuge werden als Linienschallquellen berücksichtigt. Die jeweilige Einwirkzeit des Fahrvorgangs auf dem Anlagengelände wird bei Ansatz einer Fahrtgeschwindigkeit von 10 km/h programmintern berechnet.

5.2 Betriebsvorgänge von Radladern

Für die Einsilierung der nachwachsenden Rohstoffe im Bereich des Fahrsilos sowie für die Beschickung der Feststoffaufgabe werden in der Regel Klein-Radlader eingesetzt. Für den Radladerbetrieb auf der Lagerfläche und zwischen Fahrsilo und Feststoffannahmestelle wird folgender Schallleistungspegel angesetzt:

Tabelle 8: Emissionsparameter Betriebsvorgänge von Radladern

Geräuschquelle	Schallleistungspegel	Geräuschspitzen
Betrieb von Radladern	L_{WA} = 106 dB(A)	L_{WAmax} = 110 dB(A)

5.3 Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen

Die Anlieferung der Gülle oder der Flüssiggase bzw. der Gärrest-Abtransport erfolgen mittels Tankfahrzeugen oder Traktoren mit Tankanhänger. Das Befüllen und Entleeren der Tanks erfolgen über fahrzeuggebundene Pumpen (ca. 30 Minuten pro Vorgang). Für die hierbei entstehenden Geräusche wird folgender Schallleistungspegel gemäß [LUA Merkbl. 25] angesetzt:

Tabelle 9: Emissionsparameter Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen

Geräuschquelle	Schallleistungspegel	Geräuschspitzen
Befüllen und Entleeren von Tankfahrzeugen	L_{WA} = 107 dB(A)	L_{WAmax} = 116 dB(A)

5.4 Schallemissionsmessungen an bestehenden Anlagen

In der Schallimmissionsprognose werden Schallemissionsdaten für die bestehenden Anlagen und Maschinen zugrunde gelegt, die auf der Grundlage eigener akustischer Messungen auf dem Werksgelände bei repräsentativem Betrieb ermittelt wurden.

Die Messungen wurden am 24.05.2023 von M.Sc. Joachim Richters-Hilbring und Hamza Al-Nader (Messgehilfe), beide Normec uppenkamp GmbH, durchgeführt. Seitens des Betreibers war Herr Timphaus anwesend. Vor Aufnahme der Messreihen wurden die Betriebsanlagen im Rahmen einer Begehung besichtigt.

Betriebsbedingungen

Die stationären Anlagen wurden unter Volllastbedingungen mit sämtlichen Anlagenteilen und den dazugehörigen Nebenanlagen betrieben. Der Betrieb erfolgte nach Angaben des Auftraggebers im Messzeitraum in repräsentativer Weise und in typischer Anlagenauslastung.

Durchführung der Messungen

Die kennzeichnende Größe für den Produktionsbetrieb innerhalb der Produktions- und Technikräume ist neben der Schalldämmung der Umfassungsbauteile der Schalldruckpegel $\mathbf{L}_{p,in}$ in dB(A) vor der Innenseite der Außenflächen. Als Kenngröße für das akustische Verhalten der freiabstrahlenden Geräuschquellen dient der Schallleistungspegel $\mathbf{L}_W$. Der Schallleistungspegel ist eine mathematische Größe und errechnet sich aus dem jeweiligen Schalldruckpegel $\mathbf{L}_p$ und dem Messflächenmaß.

Der Schalldruckpegel wird in der Regel nach dem Hüllflächenverfahren in einem definierten Abstand von der Anlagenkontur (im Allgemeinen in 1 m Abstand gemäß [DIN EN ISO 3740]) ermittelt. Bei einigen Schallquellen wird zweckmäßigerweise in definierten Abständen der energieäquivalente Schalldruckpegel $\mathbf{L}_{eq}$ gemessen und unter Annahme einer halb- oder viertelkugelförmigen Hüllfläche, deren Radius der Messentfernung entspricht, der Schallleistungspegel berechnet.

Für die akustischen Messungen wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Geräte verwendet. Bei den Schallmessungen wird entsprechend der [TA Lärm] die Frequenzbewertung A und die Zeitbewertung F nach [DIN EN 61672-1] benutzt.

Die eingesetzten Messgeräte entsprechen den Anforderungen der [DIN EN 61672-1] und [DIN 45657]. Sie sind eichamtlich geprüft, DKD-kalibriert und werden zusätzlich vor und nach der Messung einer Selbstkalibrierung unterzogen. Die durch die Messgeräte herrührende Messunsicherheit wird nach [DIN 45645-1] mit ± 1 dB angegeben.

Tabelle 10: Messgeräteliste

Messgerät Hardware/Software	**Hersteller**	**Typ**	**Serien-Nummer/ Versions-Nr.**	**Geeicht bis**	**Kalibriert bis**
Schallpegelanalysator	NTI Audio	**XL2-TA**	A2A-09770-E0		
Mikrofon	NTI Audio	MC230	8476		
Kalibrator	Larson Davis	CAL200	11900	12-2023	12-2023
TA-Option	NTI Audio	-	4.21		
Extended Acoustics Pack	NTI Audio	-	4.21		

Aufgezeichnete Messgrößen und deren Abkürzungen

$\mathbf{L}_{Aeq}$/$\mathbf{L}_{Ceq}$ energieäquivalenter Dauerschallpegel (A- bzw. C-bewertet),

$\mathbf{L}_{AFTeq}$ Taktmaximalpegel; Maximalwert des Schalldruckpegels $\mathbf{L}_{AF}(t)$ während der zugehörigen Taktzeit von 5 Sekunden,

$\mathbf{L}_{AF95}$ Pegelwert des Schalldruckpegels $\mathbf{L}_{AF}(t)$, der in 95 % des Messzeitintervalls überschritten wird (Hintergrundgeräuschpegel),

$\mathbf{L}_{AFmax}$ Maximalpegel des Schalldruckpegels $\mathbf{L}_{AF}(t)$ innerhalb des Messzeitintervalls.

Aus den aufgezeichneten Messgrößen für die Geräuschquellen im Freien und dem aus der jeweiligen Hüllfläche berechneten Messflächenmaß wird unter Berücksichtigung eines ggf. erforderlichen Zuschlags für die Impulshaltigkeit des Geräusches $\mathbf{K}_I$ (= $\mathbf{L}_{AFTeq}$ – $\mathbf{L}_{Aeq}$) der Schallleistungspegel $\mathbf{L}_{WA}$ in dB(A) ermittelt.

Die Messergebnisse sind wie folgt zusammenzufassen:

Tabelle 11: Rauminnenpegel für die relevanten Produktions- und Technikräume

Raumbezeichnung	**Oktav-Schalldruckpegel $L_{p,in,Okt}$ in dB(A) vor den Außenbauteilen für die Oktavmittenfrequenzen**								**$L_{pA,in}$ in dB(A)**
	63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1 kHz**	**2 kHz**	**4 kHz**	**8 kHz**	
Gebäudebezeichnung									
BHKW-Gebäude (BHKW 2)	71,5	97,0	96,2	95,5	97,6	101,0	96,2	94,4	**105,8**
Technikgebäude (BHKW 1)	54,9	69,3	69,7	75,3	75,2	73,5	69,9	64,2	**80,8**

Tabelle 12: Schallleistungspegel für die relevanten Anlagen

Bezeichnung der Geräuschquelle	**Messabstand in m**	**Messfläche in m²**	**Hüllflächen-form***	**Oktav-Schalldruckpegel $L_{pA,Okt}$ in dB(A) für die Oktavmittenfrequenzen**								**L_{pA} in dB(A)**	**L_{WA} in dB(A)**
				63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1 kHz**	**2 kHz**	**4 kHz**	**8 kHz**		
BHKW 1 Zuluft	---	2,5	---	50,6	65,7	62,9	62,4	62,3	60,8	53,8	44,3	**70,3**	**74,3**
BHKW 1 Notkühler	---	6,3	---	71,5	71,2	72,5	71,8	73,0	68,3	62,2	56,4	**79,5**	**87,5**
BHKW 1 Abluft	---	1,7	---	61,5	62,0	63,5	63,6	65,4	64,0	66,6	67,3	**73,7**	**76,0**
BHKW 1 Gemischkühler	---	0,4	---	64,5	76,3	73,4	74,6	74,2	66,9	61,4	56,2	**81,1**	**77,0**
BHKW 2 Holztor Nordfassade	---	10	--	55,7	82,3	79,0	73,2	73,7	80,3	74,6	68,4	**86,4**	**96,4**
BHKW 2 Abluft	---	3,6	---	48,8	62,9	55,1	55,8	58,6	56,3	49,3	45,2	**66,0**	**71,6**
BHKW 2 Gemischkühler	---	0,5	---	80,3	79,5	81,4	82,4	82,1	79,6	71,8	60,6	**88,9**	**85,9**
BHKW 2 Zuluft	---	3,4	---	48,8	71,8	62,4	56,7	59,5	61,8	53,4	47,2	**73,0**	**78,3**
BHKW 2 Kaminmündung	1,0	12,6	4/4	59,9	66,7	63,8	68,1	65,8	63,3	56,3	46,2	**73,2**	**84,2**
Fermenter Tragluftgebläse	1,0	6,3	½	40,0	50,2	51,2	55,5	64,8	66,2	60,8	52,2	**69,6**	**77,6**
GRL Tragluftgebläse	---	1,0	---	42,5	50,8	53,0	60,8	66,0	64,7	66,1	57,7	**71,2**	**71,3**

* Q = Quader, 1/4 = Viertelkugel, 1/2 = Halbkugel, 4/4 = Vollkugel, --- = Messung in der Messfläche

5.5 Schallübertragung von Räumen ins Freie

Ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Schallleistungspegel, die von Außenflächen eines Gebäudes ins Freie abgestrahlt werden, wird in der [DIN EN ISO 12354-4] beschrieben. Die Schallabstrahlung hängt dabei insbesondere vom Rauminnenpegel $L_{p,in}$ und dem Schalldämm-Maß **R'** der Außenfläche in Verbindung mit der Größe der abstrahlenden Flächen ab.

Der Schallleistungspegel L_W einer Ersatzschallquelle für einzelne oder zusammengefasste Bauteile einer Gebäudehülle wie Wände, Dach, Fenster, Türen oder Öffnungsflächen berechnet sich nach dieser Norm wie folgt:

$$L_W = L_{p,in} + C_d - R' + 10 \cdot \log\left(\frac{S}{S_0}\right) \quad \text{in dB(A).}$$

Hierbei ist:

L_W	der Schallleistungspegel der Ersatzschallquelle in dB,
$L_{p,in}$	der Schalldruckpegel in 1 m bis 2 m vor der Innenseite des Außenbauteils oder der Bauteilgruppe in dB,
R'	das Bau-Schalldämm-Maß des jeweiligen Bauteils oder der Bauteilgruppe in dB,
C_d	der Diffusitätsterm für das Innenschallfeld am Bauteil oder an der Bauteilgruppe in dB,
S	die Fläche des Bauteils oder der Bauteilgruppe in m²,
S_0	die Bezugsfläche (1 m²).

Das Bau-Schalldämm-Maß **R'** für eine Bauteilgruppe ergibt sich aus den Kennwerten der einzelnen Bauteile nach folgender Beziehung:

$$R' = -10 \cdot \log\left[\sum_{i=1}^{m} \frac{S_i}{S} \cdot 10^{-R_i/10} + \sum_{i=m+1}^{m+n} \frac{A_0}{S} \cdot 10^{-D_{n,e,i}/10}\right] \quad \text{dB(A).}$$

Hierbei ist:

R_i	das Schalldämm-Maß des Bauteils i in dB,
S_i	die Fläche des Bauteils i in m²,
$D_{n,e,i}$	die Norm-Schallpegeldifferenz des (kleinen) Bauteils i in dB,
A_0	die Bezugsabsorptionsfläche in m² (A_0 = 10 m²),
m	die Anzahl großer Bauteile in der Bauteilgruppe,
n	die Anzahl kleiner Bauteile in der Bauteilgruppe.

Der Wert des Diffusitätsterms C_d ist abhängig von der Diffusität des Schallfeldes im Gebäudeinneren und von der raumseitigen Absorption des betrachteten Bauteils oder der Bauteilgruppe in der Gebäudehülle. Der Diffusitätsterm nimmt im vorliegenden Fall den Wert -5 dB an.

Die in der Prognose berücksichtigten Schalldruckpegel vor den Außenbauteilen des Technikgebäudes bzw. des BHKW-Gebäudes werden entsprechenden den messtechnisch ermittelten Rauminnenpegel in Tabelle 11 angesetzt. Die Schalldruckpegel innerhalb der Container zur Unterbringung der geplanten

Gasaufbereitungstechnik werden auf Basis der Herstellerangaben für den Schalldruckpegel im Nahbereich der schalltechnisch relevanten Maschinen (Gaskompressor, Vakuumpumpe) wie folgt angesetzt:

Tabelle 13: Rauminnenpegel für die relevanten Produktions- und Technikräume

Raumbezeichnung	**Oktav-Schalldruckpegel $L_{p,in,Okt}$ in dB(A) vor den Außenbauteilen für die Oktavmittenfrequenzen**								**$L_{pA,in}$ in dB(A)**
	63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1 kHz**	**2 kHz**	**4 kHz**	**8 kHz**	
Gebäudebezeichnung									
Innenpegel Container Gasaufbereitungs-technik	64	74	84	90	91	90	86	80	96

Die Bau-Schalldämm-Maße der Umfassungsbauteile werden entsprechend den vorhandenen und geplanten Bauausführungen eingesetzt. In der Prognose werden für die Fassaden und das Dach folgende Materialien bzw. Bau-Schalldämm-Maße berücksichtigt:

Tabelle 14: Schalldämm-Maße der Außenbauteile der relevanten Produktions- und Technikräume

Bauteil	**Bau-Schalldämm-Maße R_i in dB**								**$R_{w,i}$ in dB**
	63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1 kHz**	**2 kHz**	**4 kHz**	**8 kHz**	
Wandkonstruktionen									
Kalksandstein (24 cm), BHKW-Gebäude	41	43	45	51	57	63	66	67	55
Schallgedämmter Container Gasaufbereitungstechnik	11	23	36	48	49	55	68	69	45
Dachkonstruktionen									
Stahlbeton (10 cm), BHKW-Gebäude	34	36	36	51	51	59	65	65	47
Schallgedämmter Container Gasaufbereitungstechnik	11	23	36	48	49	55	68	69	45
Tore und Türen									
Holztor (undicht), Technikgebäude (BHKW 1)	5	6	9	11	12	14	11	12	12

Bei Einsatz anderer Materialien ist die Einhaltung des jeweils angesetzten Bau-Schalldämm-Maßes darzulegen.

Die Schallabstrahlung von hochschalldämmenden Dach- oder Fassadenbauteilen des Technikgebäudes mit einem Schalldämm-Maß > 50 dB ist gegenüber den leichten Umfassungsbauteilen und Öffnungsflächen nicht immissionsrelevant und bleibt deswegen unberücksichtigt.

5.6 Stationäre Geräuschquellen im Freien

Die gegenständliche geplante Anlagenerweiterung sieht weitere stationäre Geräuschquellen im Freien vor. Die frei abstrahlenden Aggregate auf dem Gelände der Biogasanlage sind nachfolgend aufgelistet:

Tabelle 15: Zulässige Schallleistungspegel für die stationären Geräuschquellen der Biogasanlage im Freien

Bezeichnung der Geräuschquelle	**Zulässiger Schallleistungspegel L_{WA} in dB(A)**
Biogaserzeugung	
Biomassedosierer	86
Tragluftgebläse	80
Rührwerke Gärrestspeicher	84
Gasaufbereitungstechnik	
Maschinenraumlüfter	84
Tischkühler Ölkühlung	85
Kaltwassersatz/ Gaskühlung	85
Gasregelstrecke	83
Regenerative thermische Abluftreinigungsanlage (RTO)	87
Kaminmündung der RTO	78
CO2-Verflüssigungsanlage	90
Biogaseinspeiseanlage	
Aufstellfläche der Biogaseinspeiseanlage	87*

* Gutachterliche Vorgabe, da zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch keine detaillierten Informationen zur Ausführung der Biogaseinspeiseanlage vorlagen.

Die für diese Quellen angegebenen Schallleistungspegel stellen höchstzulässige Emissionswerte dar, welche durch den jeweiligen Anlagenhersteller, ggf. unter Berücksichtigung von Zuschlägen für Tonhaltigkeiten des Anlagengeräusches, zu gewährleisten sind. Kann die Einhaltung der zulässigen Schallleistungspegel vom Anlagenhersteller nicht sichergestellt werden, so ist im Rahmen der weiteren Planung eine erneute gutachterliche Überprüfung erforderlich.

6 Ermittlung und Beurteilung der Immissionen

6.1 Untersuchte Immissionsorte

Auf der Grundlage eines am 24. Mai 2023 durchgeführten Ortstermins sowie in Anlehnung an die vorangegangene schalltechnische Untersuchung [UP 12152310] werden im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung die in Abbildung 2 dargestellten Immissionsorte betrachtet.

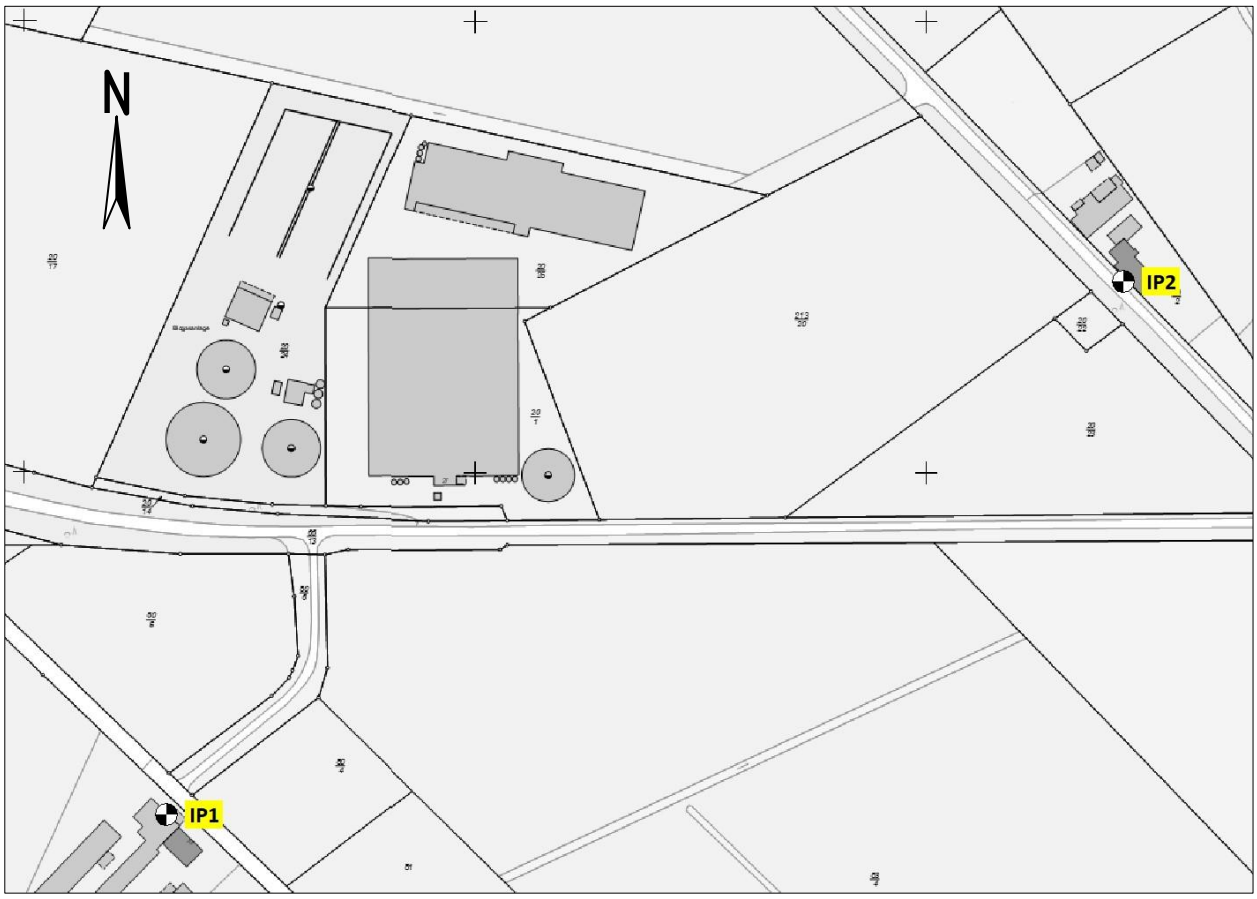


Abbildung 2: Lage der im Rahmen der Schallimmissionsprognose betrachteten Immissionsorte

Aufgrund der Lage der umliegenden Wohnnutzungen im nicht überplanten Außenbereich wird eine Schutzbedürftigkeit entsprechend der eines Mischgebietes (MI) zugrunde gelegt. Hierfür gelten die in Tabelle 16 angegebenen Immissionsrichtwerte gemäß [TA Lärm] für die Tages- und Nachtzeit:

Tabelle 16: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Gebietsnutzung und der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm für die Tages- und Nachtzeit

Immissionsort IP-Nr./Bezeichnung, Fassade, Geschoss	**Gebiets-nutzung**	**Immissionsrichtwerte (IRW) in dB(A)**	
		Tag	**Nacht**
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1. OG	Außenbereich/ MI	60	45

6.2 Beschreibung des Berechnungsverfahrens

Die Berechnung der Geräuschimmissionen in der Umgebung des betrachteten Vorhabens erfolgt gemäß [DIN ISO 9613-2]. Hierzu wird die qualitätsgesicherte Software SoundPLANnoise der SoundPLAN GmbH, Backnang, in ihrer aktuellen Softwareversion (9.0, 64 bit) verwendet.

Die Schallausbreitungsberechnung wird mit A-bewerteten Oktav-Schallpegeln im Frequenzbereich von 63 Hz bis 8,000 Hz durchgeführt. Abhängig von der Datenlage werden teilweise A-bewertete Schallpegel mit einer Schwerpunktfrequenz von 500 Hz verwendet. Die Abschirmung sowie die Reflexion durch Gebäude sowie die Abschirmung durch natürliche und künstliche Geländeverformungen werden – soweit vorhanden bzw. schalltechnisch relevant – berücksichtigt. Im Falle einer für die Berechnungen relevanten Topografie des Untersuchungsgebietes wird diese in das Berechnungsmodell eingestellt.

Nach dem Berechnungsverfahren der [DIN ISO 9613-2] wird zunächst der äquivalente Dauerschalldruck-pegel $\mathbf{L}_{AT}(DW)$ in dB(A) unter schallausbreitungsgünstigen Witterungsbedingungen[3] berechnet:

$$\mathbf{L}_{AT}(DW) = \mathbf{L}_W + \mathbf{D}_C - \mathbf{A} \quad \text{in dB(A)}$$

Hierbei ist:

$\mathbf{L}_{AT}(DW)$	der A-bewertete Mitwindpegel am Immissionsort,
$\mathbf{L}_W$	der Schallleistungspegel der Geräuschquelle,
$\mathbf{D}_C$	die Richtwirkungskorrektur,
$\mathbf{A}$	$= \mathbf{A}_{div} + \mathbf{A}_{atm} + \mathbf{A}_{gr} + \mathbf{A}_{bar}$,
$\mathbf{A}_{div}$	die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung,
$\mathbf{A}_{atm}$	die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption,
$\mathbf{A}_{gr}$	die Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes,
$\mathbf{A}_{bar}$	die Dämpfung aufgrund von Abschirmung.

[3] Diese Bedingungen gelten für die Mitwindausbreitung oder gleichwertig für Schallausbreitung bei gut entwickelter, leichter Bodeninversion, wie sie üblicherweise nachts auftritt.

Die Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes wird im gegenständlich angewendeten allgemeinen Berechnungsverfahren der [DIN ISO 9613-2] oktavabhängig[4] berechnet.

Aufbauend auf dem $L_{AT}(DW)$ wird der A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ berechnet, bei dem eine breite Palette von Witterungsbedingungen berücksichtigt wird, Diese Witterungsbedingungen werden gemäß [DIN ISO 9613-2] durch die meteorologische Korrektur C_{met} berücksichtigt:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met} \quad \text{in dB(A)}.$$

Die meteorologische Korrektur wird dabei wie folgt ermittelt:

$$C_{met} = C_0 \left\{1 - 10 \cdot \frac{(h_s + h_r)}{d_p}\right\} \quad \text{wenn } d_p > 10 \cdot (h_s + h_r),$$

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } d_p \leq 10 \cdot (h_s + h_r).$$

Hierbei ist:

h_s	die Höhe der Quelle in Meter,
h_r	die Höhe des Aufpunktes in Meter,
d_p	der Abstand zwischen Quelle und Aufpunkt, projiziert auf die horizontale Bodenebene in Meter,
C_0	ein von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und –richtung sowie vom Temperaturgradienten abhängiger Faktor in dB.

Der Faktor C_0 wird – basierend auf den Vorgaben der [DIN ISO 9613-2] – entsprechend den landesspezifischen Vorgaben [Cmet NI] berücksichtigt bzw. berechnet:

$$C_0(\gamma) = -10 \cdot \log \sum_i 10^{-0{,}1 \cdot \Delta L_i(\varepsilon)} \cdot \frac{h_i(\alpha)}{100}.$$

Hierbei ist:

γ	Mitwindwinkel für die Ausbreitung von der Quelle zum Immissionsort,
i	Laufindex der Windsektoren,
$L_i(\varepsilon)$	windrichtungsabhängige Pegeldämpfung in dB des i-ten Sektors,
$h_i(\alpha)$	relative Häufigkeit in Prozent der Windrichtung im i-ten Sektor.

Die Windrichtungsverteilung wird hierzu den Daten der Wetterstation Diepholz entnommen. Die grafische Darstellung der AK-Statistik kann im Anhang eingesehen werden.

Die einzelnen Geräuschquellen mit deren Emissionspegeln und die Parameter der Schallausbreitungsberechnung können dem Anhang entnommen werden.

[4] Formeln (9) der DIN ISO 9613-2

6.3 Untersuchungsergebnisse und Beurteilung der Geräuschimmissionen

6.3.1 Beurteilungspegel

Die prognostizierten Geräuscheinwirkungen für die geplante Anlage sind auf der Grundlage der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Betriebsbedingungen und Emissionsansätzen mit folgenden Beurteilungspegeln $\mathbf{L_r}$ für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht als energetische Summe der Schalldruckpegel L_{AT}(LT) aller Einzelquellen anzugeben:

Tabelle 17: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm sowie den Beurteilungspegeln für die Tages- und Nachtzeit

Immissionsort IP-Nr./Bezeichnung, Fassade, Geschoss	**IRW_T in dB(A)**	**$L_{r,T}$ in dB(A)**	**IRW_N in dB(A)**	**$L_{r,N}$ in dB(A)**
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1.OG	60	49	45	39
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1.OG	60	38	45	31

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die geltenden Immissionsrichtwerte zur Tageszeit an den untersuchten Immissionsorten eingehalten bzw. unterschritten werden, Die Unterschreitungen betragen dabei mindestens 11 dB.

In der ungünstigsten vollen Nachtstunde werden die Immissionsrichtwerte ebenfalls eingehalten bzw. unterschritten. Die Unterschreitungen betragen mindestens 6 dB.

6.3.2 Betrieb innerhalb der Erntezeit

Während des Erntezeitraumes können aufgrund des verstärkten Fahraufkommens höhere Beurteilungspegel erreicht werden. Aufgrund des relativ kurzen Zeitraumes von weniger als 10 Tagen im Jahr und des einmaligen Auftretens kann dieser Zeitraum gemäß Ziffer 7.2 und Ziffer 6.3 TA Lärm beurteilt werden. Für die betrachteten Wohnhäuser gelten demnach Immissionsrichtwerte von tags 70 dB(A) und nachts 55 dB(A).

Im vorliegenden Fall werden auf dem Anlagengelände unverändert maximal ca. 6.000 t/a nachwachsende Rohstoffe gelagert. Bei einer durchschnittlichen Kapazität von 15 t/Fahrzeug fahren demnach ca. 400 Fahrzeuge während des Erntezeitraumes die Anlage an.

Bei der durchschnittlichen Erntedauer zwischen 3 und 10 Tagen im Jahr ergeben sich maximal ca. 134 Fahrzeuge pro Tag, welche das Betriebsgelände anfahren. Diese Fahrten werden bei der Berechnung der Schallimmissionen zusätzlich zum normalen Betrieb berücksichtigt. Zudem wird konservativ angenommen, dass zwei Fahrzeuge (Radlader o. ä.) dauerhaft auf der Silagefläche betrieben werden.

Darüber hinaus werden im Rahmen eines konservativen Ansatzes 10 An- bzw. Abfahrten sowie der Betrieb im benannten Bereich der Silagefläche innerhalb der ungünstigsten vollen Nachtstunde berücksichtigt.

Auf Grundlage der genannten Faktoren ergeben sich für die benachbarten Wohnhäuser die in der nachfolgenden Tabelle zusammengefassten Beurteilungspegel.

Tabelle 18: Untersuchte Immissionsorte mit Angabe der jeweiligen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm sowie den Beurteilungspegeln für die Tages- und Nachtzeit innerhalb des Erntezeitraumes

Immissionsort IP-Nr./Bezeichnung, Fassade, Geschoss	**IRW_T in dB(A)**	**$L_{r,T}$ in dB(A)**	**IRW_N in dB(A)**	**$L_{r,N}$ in dB(A)**
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1.OG	70	50	55	46
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1.OG	70	44	55	44

Die zulässigen Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse gemäß [TA Lärm] werden im Erntezeitraum an den untersuchten Immissionsorten zur Tageszeit deutlich unterschritten.

6.3.3 Kurzzeitige Schalldruckpegelspitzen

Die Immissionsrichtwerte für kurzzeitige Schalldruckpegelspitzen (tags IRW_T+30 dB; nachts IRW_N+20 dB) werden an den untersuchten Immissionsorten deutlich unterschritten.

6.3.4 Zuzurechnender Fahrverkehr im öffentlichen Verkehrsraum

Im Hinblick auf die Geräusche durch Verkehrsbewegungen auf öffentlichen Verkehrsflächen bis zu einem Abstand von 500 m Weglänge ab dem Betriebsgelände ist gemäß Ziffer 7,4 [TA Lärm] zu prüfen, ob diese durch Maßnahmen organisatorischer Art vermindert werden können, soweit die in Kapitel 3 dieses Gutachtens angegebenen, kumulativ geltenden Kriterien erfüllt werden.

Die Untersuchung, ob eine derartige Prüfung erforderlich ist, liefert das folgende Ergebnis:

Die verkehrliche Erschließung des Betriebsgeländes an die öffentlichen Verkehrsflächen erfolgt über einen Anschluss an die Straße An den Teichen sowie über den Märschendorfer Damm. Das Verkehrsaufkommen über diesen Anschluss ist in Kapitel 4 angegeben.

- Es ist davon auszugehen, dass sich die Beurteilungspegel durch die Verkehrsgeräusche am Tag oder in der Nacht nicht rechnerisch um mindestens 3 dB erhöhen.
- Die Immissionsgrenzwerte der [16. BImSchV] werden weder erstmals noch weitergehend überschritten.

Eine Prüfung, ob organisatorische Maßnahmen eine Verringerung der Geräuschimmissionen bewirken können, ist somit nicht erforderlich,

6.4 Weitere Hinweise

6.4.1 Tonhaltigkeit

Im Rahmen der Schallimmissionsprognose wird vorausgesetzt, dass das geplante Vorhaben nach dem Stand der Technik zur Lärmminderung errichtet und betrieben wird und somit Tonhaltigkeiten im Anlagengeräusch nicht zu berücksichtigen sind, Zuschläge für Tonhaltigkeiten gemäß [TA Lärm], Anhang A,2,5,2, werden daher bei der Prognose nicht vergeben, Die Maßnahmen zur Lärmminderung an den Gebäuden und an den technischen Anlagen sind in der Form auszulegen, dass im Immissionsbereich keine relevanten tonhaltigen Geräusche auftreten.

6.4.2 Tieffrequente Geräusche

Die geplanten technischen Anlagen wie z. B. die Gasaufbereitungstechnik sind geeignet. Geräusche mit erheblichen Anteilen im tieffrequenten Bereich unter 100 Hz zu emittieren, Entsprechend Ziffer 7.3 [TA Lärm] erfolgt die Beurteilung der Vorlage schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche mit vorherrschenden Energieanteilen im tieffrequenten Bereich (< 90 Hz) im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen gemäß [DIN 45680], [DIN 45680 Bbl. 1]. Die Möglichkeit der rechnerischen Ermittlung im Rahmen einer detaillierten Prognose wird durch die [TA Lärm] nicht abgedeckt. Tieffrequente Geräuschimmissionen werden zudem nicht ausschließlich als Luftschall, sondern auch durch in den Baugrund und die Umfassungsbauteile eingetragene und somit als Körperschall übertragene Schwingungen erzeugt.

Zur Vermeidung von Luftschallabstrahlungen im tieffrequenten Bereich über Abgaskamine sind Absorptionsschalldämpfer bzw. Resonanzschalldämpfer in der Abgasführung einzuplanen. Ebenso sind auch die Kulissenschalldämpfer der Lüftungsöffnungen in Abhängigkeit der Leitungsführung so auszulegen, dass tieffrequente Energieanteile gemindert werden.

Darüber hinaus wird vorausgesetzt, dass die Aggregate wie z.B. die geplanten Kolbenverdichter zur Biogaseinspeisung innerhalb des Aufstellungsraumes schall- und schwingungstechnisch entkoppelt errichtet werden.

Die [TA Lärm] verweist in Ziffer 7.3 und im Punkt 1.5 des Anhangs auf die Möglichkeit der messtechnischen Ermittlung tieffrequenter Geräuschimmissionen. Anhaltswerte für das Vorliegen relevanter tieffrequenter Geräuschimmissionen sind dann gegeben, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in geschlossenen Räumen die Differenz der Pegel $\mathbf{L}_{Ceq} - \mathbf{L}_{Aeq}$ mehr als 20 dB beträgt.

6.4.3 Gasfackel

Bei Ausfall der BHKW-Motoren oder anderen Störfällen wird das erzeugte Biogas über eine Notfackel verbrannt, um es nicht unverbrannt in die Atmosphäre zu entlassen. Da es sich hierbei in der Regel um einen betrieblichen Notstand im Sinne der [TA Lärm], Ziffer 7.1, handelt, wird der Betrieb der Fackel bei der Bildung der Beurteilungspegel nicht berücksichtigt. Generell ist zu beachten, dass ein gleichzeitiger Betrieb des BHKWs und der Notfackel im bestimmungsgemäßen Anlagenbetrieb nicht auftritt.

7 Angaben zur Qualität der Prognose

Ausbreitungsberechnung

Die Dämpfung von Schall, der sich im Freien zwischen einer Schallquelle und einem Aufpunkt ausbreitet, fluktuiert aufgrund der Schwankungen in den Witterungsbedingungen auf dem Ausbreitungsweg sowie durch Dämpfung oder Abschirmung des Schalls durch Boden, Bewuchs und Hindernisse.

Für das Prognoseverfahren der [DIN ISO 9613-2] wird eine geschätzte Unsicherheit für die Berechnung der Immissionspegel $\mathbf{L}_{AT}(DW)$ unter Anwendung der Gleichungen 1 bis 10 mit breitbandig emittierenden Geräuschquellen angegeben. Die Unsicherheit wird in Abhängigkeit der mittleren Höhe von Schallquelle und Immissionsort in Tabelle 5 der Norm wie folgt beziffert (Tabelle 19):

Tabelle 19: Geschätzte Unsicherheit für das Prognoseverfahren[5] gemäß DIN ISO 9613-2

Mittlere Höhe von Quelle und Immissionsort in m	**Genauigkeit bei einem Abstand zwischen Quelle und Empfänger von 0 < d < 100 m in dB**	**Genauigkeit bei einem Abstand zwischen Quelle und Empfänger von 100 m < d < 1000 m in dB**
0 < h < 5	± 3	± 3
5 < h < 30	± 1	± 3

Die geschätzten Genauigkeitswerte beschränken sich dabei auf den Bereich der Bedingungen, die für die Gültigkeit der entsprechenden Gleichungen der [DIN ISO 9613-2] festgelegt sind und sind unabhängig von Unsicherheiten in der Bestimmung der Schallemissionswerte.

Da es sich bei dem Prognoseverfahren der [DIN ISO 9613-2] um ein Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 handelt, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Schätzung der Unsicherheit auf einen Bereich von ± 2 Standardabweichungen bezieht. Somit entspricht die Genauigkeitsschätzung der [DIN ISO 9613-2] bei der Betrachtung einer Einzelquelle gemäß [Piorr 2001] einer Standardabweichung σ_{Prog} von 1,5 dB.

[5] Anmerkung aus DIN ISO 9613-2: Diese Schätzungen basieren auf Situationen, wo weder Reflexionen noch Abschirmung auftreten.

Betriebsbedingungen

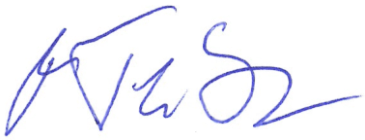
Die Angaben über die voraussichtlichen Betriebsbedingungen der Gewerbebetriebe wurden beim Betreiber erfragt und unter Berücksichtigung der Betriebsgröße auf Plausibilität geprüft. Im Rahmen eines konservativen Ansatzes wurden die Fahrzeugbewegungen, die Maschinenlaufzeiten, die Betriebsauslastungen der oberen Erwartungsgrenze entsprechend angesetzt.

Prognosesicherheit

Die Prognosesicherheit der gegenständlichen Schallimmissionsprognose in Bezug auf Gewerbelärm wird im Hinblick auf die oben genannten Randbedingungen und vorausgesetzt der Einhaltung der im Gutachten beschriebenen Betriebsweisen und Rahmenbedingungen summarisch mit +1 dB/-3 dB abgeschätzt.

Die Unterzeichner erstellten dieses Gutachten unabhängig und nach bestem Wissen und Gewissen.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienten die vorgelegten und im Gutachten zitierten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.



B.Eng. Martin Tulatz
Fachlich Verantwortlicher
(Geräusche)
Berichtserstellung und Auswertung

M.Sc. Niklas Brüning
Stellvertretend Fachlich
Verantwortlicher (Geräusche)
Prüfung und Freigabe

Normec uppenkamp

Anhang

Verzeichnis des Anhangs

A	**Tabellarische Emissionskataster**
B	**Grafisches Emissionskataster**
C	**Dokumentation der Immissionsberechnungen**
D	**Immissionspläne**
E	**Lagepläne**
F	**Windstatistik**

A Tabellarische Emissionskataster

Gewerbelärm

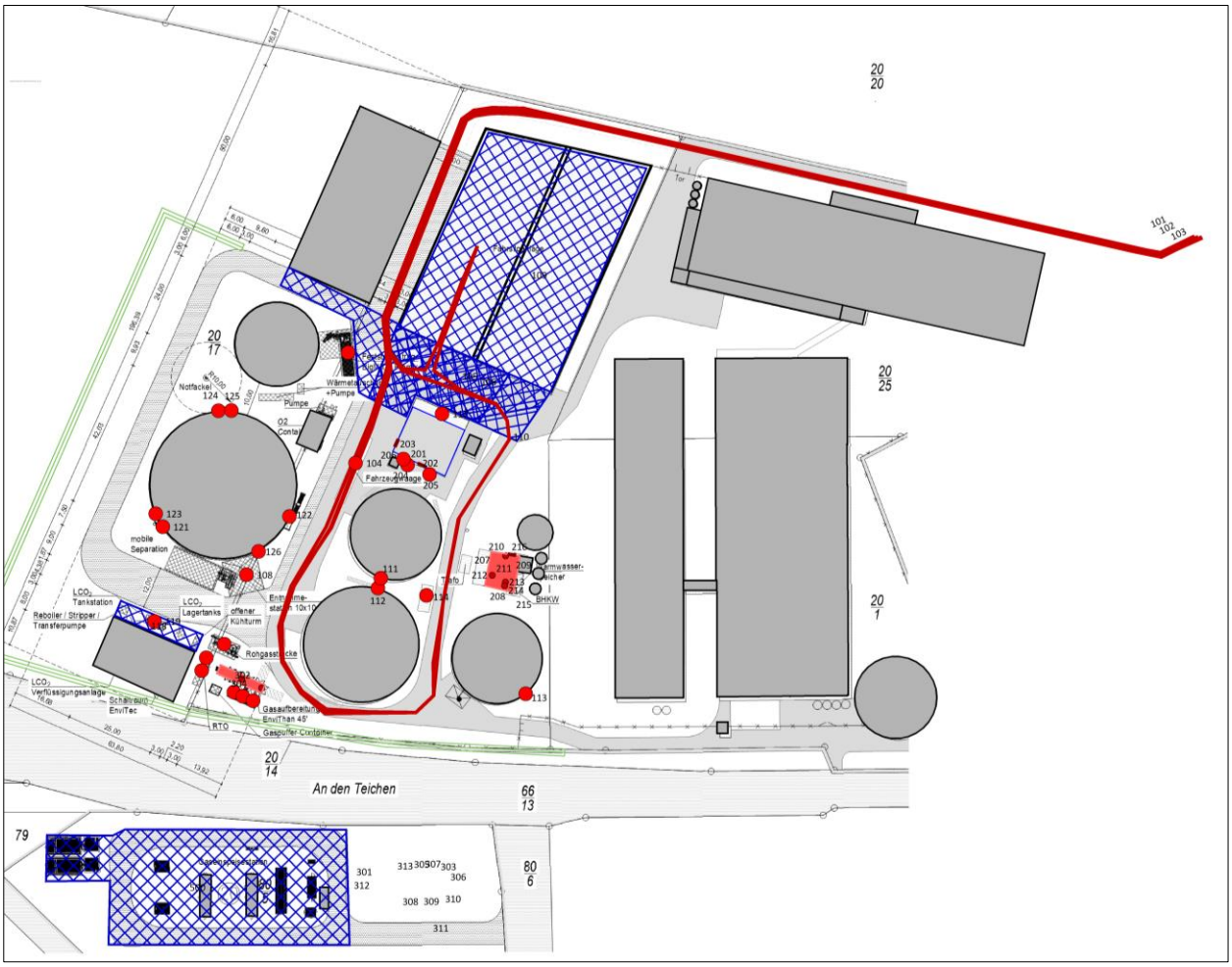
Legende Emissionsberechnung TA Lärm Berechnungen gemäß DIN ISO 9613-2		
Zeichen	**Einheit**	**Bedeutung**
Nr.	-	Laufende Emissionsquellenortskennzahl Hat eine Emissionsquelle mehrere Quelldefinitionen, so haben diese gleiche Nummern.
Name	-	Bezeichnung der Emissionsquelle
Gruppe	-	Bezeichnung der Emissionsquellengruppe
Z	m	Z-Koordinate (absolute Höhe)
Länge/Fläche	m, m²	Länge oder Fläche der Emissionsquelle
Li	dB(A)	Innenpegel des Raumes hinter dem abstrahlenden Bauteil
Cd	dB	Diffusitätskonstante des Raumes hinter dem abstrahlenden Bauteil
R'w	dB	Bewertetes Schalldämm-Maß des Bauteils zur Emissionsquelle
L'w	dB(A)/m, dB(A)/m²	Schallleistungspegel pro (Quadrat-)Meter der Emissionsquelle
KI	dB	Zuschlag für Impulshaltigkeit
KT	dB	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit
DO	dB	Richtwirkungsmaß
Tagesgang	-	Name des zugeordneten Tagesgangs
Lw	dB(A)	Schallleistungspegel der Emissionsquelle
LwMax	dB(A)	Maximaler Schallleistungspegel der Emissionsquelle
Hinweis: Bei den aufgelisteten Spalten ist zu beachten, dass je nach Projekt nicht alle Spalten für die Berechnungen genutzt bzw. entsprechend dokumentiert werden.		

Nr.	Name	Gruppe	Quelltyp	Z m	Länge/Strecke m,m²	Li dB(A)	Cd dB	R'w dB	L'w dB(A)	KI dB	KT dB	DO dB	Tagesgang	Lw dB(A)	Lw Max dB(A)
101	Lkw Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	Linie	2	845	---	---	---	66	---	---	---	Lkw Anlieferung NaWaRo	95,2	110
102	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	Linie	2	919	---	---	---	66	---	---	---	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	95,6	110
103	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	Fahrwege	Linie	2	842	---	---	---	66	---	---	---	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	95,2	110
104	Lkw Leerlauf Waage	Fahrwege	Punkt	2	---	---	---	---	94	---	---	---	Lkw Leerlauf an Waage	93,9	110
105	Lkw Rangieren Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	Fläche	2	825	---	---	---	55	---	---	---	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	84,1	110
106	Lkw Rangieren Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	Fläche	2	613	---	---	---	56,3	---	---	---	Lkw Anlieferung NaWaRo	84,1	110
108	Abpumpen Gärreste	Fahrwege	Punkt	3	---	---	---	---	106,6	---	6	---	Abpumpe Gärrest (flüssig)	106,5	116
109	Fahrbereich Silage	Fahrwege	Fläche	2	4058	---	---	---	69,8	---	---	---	Betriebzeit Radlader	105,8	110
110	Feststoffeintrag, Schubboden (neu)	Stationäre Quelle	Punkt	2	---	---	---	---	86	---	---	---	Betriebzeit Feststoffeintrag	86	---
111	Tragluftgebläse Fermenter	Stationäre Quelle	Punkt	3	---	---	---	---	77,6	---	---	3	100%/24h	77,5	---
112	Tragluftgebläse Gärrestlager	Stationäre Quelle	Punkt	3	---	---	---	---	71,3	---	---	3	100%/24h	71,2	---
113	Tragluftgebläse Güllehochbehälter	Stationäre Quelle	Punkt	3	---	---	---	---	80	---	---	3	100%/24h	80	---
114	Feststoffeintrag	Stationäre Quelle	Punkt	2	---	---	---	---	86	---	---	---	100%/24h	86	---
117	Feststoffeintrag, Schubboden (Bestand)	Stationäre Quelle	Punkt	2	---	---	---	---	86	---	---	---	Betriebzeit Feststoffeintrag	86	---
118	CO2-Anlage	Stationäre Quelle	Fläche	2	119	---	---	---	69,2	---	---	---	100%/24h	90	---
119	Abholung LCO2	Fahrwege	Punkt	3	---	---	---	---	106,6	---	6	---	Lkw Abholung LCO2	106,5	116

Nr.	Name	Gruppe	Quelltyp	Z m	Länge/Strecke m,m²	Li dB(A)	CD dB	R'w dB	L'w dB(A)	KI dB	KT dB	DO dB	Tagesgang	Lw dB(A)	Lw Max dB(A)
121	Rührwerk	Stationäre Quelle	Punkt	8	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
122	Rührwerk	Stationäre Quelle	Punkt	8	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
123	Rührwerk	Stationäre Quelle	Punkt	8	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
124	Rührwerk	Stationäre Quelle	Punkt	8	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
125	Rührwerk	Stationäre Quelle	Punkt	8	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
201	Technikgebäude-Zuluft BHKW 1	Stationäre Quelle	Fläche	5	3	---	---	---	71	---	---	3	100%/24h	75,7	---
202	Technikgebäude-Abluft BHKW 1	Stationäre Quelle	Fläche	5	3	---	---	---	71,1	---	---	3	100%/24h	76	---
203	Technikgebäude-Holztor	Stationäre Quelle	Fläche	3	8	80,8	-3	13	67	---	---	3	100%/24h	75,8	---
204	BHKW 1 Gemischkühler	Stationäre Quelle	Punkt	2	---	---	---	---	77	---	---	---	100%/24h	76,9	---
205	BHKW 1 Notkühler	Stationäre Quelle	Punkt	3	---	---	---	---	87,5	---	---	---	100%/24h	87,4	---
206	Abgaskamin BHKW 1	Stationäre Quelle	Punkt	11	---	---	---	---	84,2	---	---	---	100%/24h	84,2	---
207	BHKW Gebäude-WF	Stationäre Quelle	Fläche	3	45	105,8	-5	55	51,4	---	---	3	100%/24h	67,8	---
208	BHKW Gebäude-SF	Stationäre Quelle	Fläche	3	39	105,8	-5	55	51,4	---	---	3	100%/24h	67,2	---
209	BHKW Gebäude-OF	Stationäre Quelle	Fläche	3	48	105,8	-5	55	51,4	---	---	3	100%/24h	68,1	---
210	BHKW Gebäude-NF	Stationäre Quelle	Fläche	3	30	105,8	-5	55	51,4	---	---	3	100%/24h	66	---
211	BHKW Gebäude-Dach	Stationäre Quelle	Fläche	6	87	105,8	-5	47	59,2	---	---	---	100%/24h	78,6	---
212	BHKW Gebäude-Zuluft BHKW 2	Stationäre Quelle	Punkt	9	---	---	---	---	78,2	---	---	---	100%/24h	78,2	---
213	BHKW Gebäude-Kühler BHKW 2	Stationäre Quelle	Punkt	6	---	---	---	---	85,9	---	---	---	100%/24h	85,9	---
214	BHKW Gebäude-Kaminmündung BHKW 2	Stationäre Quelle	Punkt	12	---	---	---	---	84,2	---	---	---	100%/24h	84,2	---
215	BHKW Gebäude-Abluft BHKW 2	Stationäre Quelle	Punkt	11	---	---	---	---	71,6	---	---	---	100%/24h	71,5	---
216	BHKW Gebäude-Holztor	Stationäre Quelle	Fläche	3	8	---	---	---	87,5	---	---	3	100%/24h	96,3	---
301	Container Gasaufbereitung-WF	BGAA	Fläche	2	7	96	-3	45	53,3	---	---	3	100%/24h	61,6	---
302	Container Gasaufbereitung-NF	BGAA	Fläche	2	36	96	-3	45	53,3	---	---	3	100%/24h	68,8	---
303	Container Gasaufbereitung-OF	BGAA	Fläche	2	7	96	-3	45	53,3	---	---	3	100%/24h	61,6	---
304	Container Gasaufbereitung-SF	BGAA	Fläche	2	36	96	-3	45	53,3	---	---	3	100%/24h	68,8	---
305	Container Gasaufbereitung-Dach	BGAA	Fläche	4	37	96	-3	45	53,3	---	---	---	100%/24h	68,9	---
306	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 1	BGAA	Punkt	6	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
307	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 2	BGAA	Punkt	6	---	---	---	---	84	---	---	---	100%/24h	84	---
308	Tischkühler 1 BGAA	BGAA	Punkt	2	---	---	---	---	85	---	---	---	100%/24h	85	---
309	Kaltwassersatz BGAA	BGAA	Punkt	2	---	---	---	---	85	---	---	---	100%/24h	85	---
310	Tischkühler 2 BGAA	BGAA	Punkt	2	---	---	---	---	85	---	---	---	100%/24h	85	---
311	Gasregelstrecke	BGAA	Punkt	2	---	---	---	---	83	---	---	---	100%/24h	83	---
312	RTO	BGAA	Punkt	2	---	---	---	---	87	---	---	---	100%/24h	87	---
313	RTO Kaminmündung	BGAA	Punkt	11	---	---	---	---	78	---	---	---	100%/24h	78	---
500	Aufstellfläche BGEA	BGEA	Fläche	2	2470	---	---	---	53,1	---	---	---	100%/24h	87	---

Tagesgang	00-01 Uhr	01-02 Uhr	02-03 Uhr	03-04 Uhr	04-05 Uhr	05-06 Uhr	06-07 Uhr	07-08 Uhr	08-09 Uhr	09-10 Uhr	10-11 Uhr	11-12 Uhr	12-13 Uhr	13-14 Uhr	14-15 Uhr	15-16 Uhr	16-17 Uhr	17-18 Uhr	18-19 Uhr	19-20 Uhr	20-21 Uhr	21-22 Uhr	22-23 Uhr	23-24 Uhr	Einheit
Lkw Leerlauf an Waage	---	---	---	---	---	---	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	---	---	min/h
Betriebszeit Radlader	---	---	---	---	---	---	---	---	60	60	60	60	60	60	60	60	---	---	---	---	---	---	---	---	min/h
Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	---	---	---	---	---	---	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	---	---	---	---	---	---	---	---	E/h
Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	---	---	---	---	---	---	1	1	1	1	1	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	E/h
Lkw Anlieferung NaWaRo	---	---	---	---	---	---	1	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	E/h
Betriebszeit Feststoffeintrag	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	min/h
Abpumpen Gärrest (flüssig)	---	---	---	---	---	---	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	---	---	---	---	---	---	---	---	min/h
Lkw Anlieferung LPG	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	E/h
Lkw Anlieferung (Erntezeit)	---	---	---	---	---	---	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	10	---	E/h
Lkw Leerlauf an Waage (Erntezeit)	---	---	---	---	---	---	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	---	min/h
Betriebszeit Radlader (Erntezeit)	---	---	---	---	---	---	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	---	min/h

B Grafisches Emissionskataster



Planinhalt: Lageplan	**Kommentar:** Grafisches Emissionskataster Gewerbelärm	NORDEN
Maßstab: keine Angabe		

C Dokumentation der Immissionsberechnungen

Legende Immissionsberechnung TA Lärm Berechnungen gemäß DIN ISO 9613-2		
Zeichen	**Einheit**	**Bedeutung**
Nr.	-	Laufende Emissionsquellenortskennzahl Hat eine Emissionsquelle mehrere Quelldefinitionen, so haben diese gleiche Nummern.
Name	-	Bezeichnung der Emissionsquelle
Gruppe	-	Bezeichnung der Emissionsquellengruppe
DC	dB	Richtwirkungskorrektur Enthält KO sowie DO. DI ist separat ausgewiesen.
KI	dB	Korrekturwert für Impulshaltigkeit
KT	dB	Korrekturwert für Ton- und Informationshaltigkeit
d(p)	m	Horizontaler (projizierter) Abstand der Emissionsquelle zum Immissionsort. Bei Berechnungen mit Geländeberücksichtigung gibt der Wert die Strecke zwischen Emissionsquelle und Immissionsort an. Die Berechnung erfolgt softwareintern und ist bei Linien- bzw. Flächenquellen u. U. nicht händisch überprüfbar.
DI	dB	Richtwirkungsmaß
Abar	dB	Die Dämpfung aufgrund von Abschirmung.
Adiv	dB	Die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung Die Berechnung erfolgt softwareintern und ist u. U. nicht händisch überprüfbar.
Aatm	dB	Die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption.
Agr	dB	Die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts.
Cmet	dB	Meteorologie-Korrektur-Faktor Die Größe ist abhängig von der Lage des Immissionsortes zur Emissionsquelle und der Hauptwindrichtung in dem jeweiligen Gebiet.
dLw	dB	Korrekturwert für die Einwirkzeit im Verhältnis zum Beurteilungszeitraum
Lw	dB(A)	Schallleistungspegel der Emissionsquelle, siehe Emissionskataster
ZR	dB	Zuschlag für Tageszeiten erhöhter Empfindlichkeit
Refl.Ant.	dB	Zuschlag für Reflexion auf dem Ausbreitungsweg
LrT	dB(A)	Beurteilungspegel der Emissionsquelle am Immissionspunkt zur Tageszeit.
LrN	dB(A)	Beurteilungspegel der Emissionsquelle am Immissionspunkt zur Nachtzeit.
Hinweis: Bei den aufgelisteten Spalten ist zu beachten, dass je nach Projekt nicht alle Spalten für die Berechnungen genutzt bzw. entsprechend dokumentiert werden. Stehen „LrT“ oder „LrN“ hinter bzw. unter dem Zeichen, so gelten die Werte der jeweiligen Spalte nur für den Tages- bzw. Nachtzeitraum.		

Berechnungen für den Tageszeitraum (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr)

Immissionsort/ Bezeichnung, Fassade, Geschoss	Beurteilungspegel $L_{r,T}$ in dB(A)	Höhe des IO in m
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG	48,9	5
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1. OG	37,8	5

Der maßgebliche Immissionsort ist im vorliegenden Fall der Immissionsort IP1, bezogen auf den Beurteilungszeitraum Tag, Auf der Grundlage der schalltechnischen Berechnungen ist hier eine Überschreitung am ehesten zu erwarten[6],

Der Übersichtlichkeit halber wird die detaillierte Dokumentation der Schallausbreitungsberechnung nachfolgend nur für den maßgeblichen Immissionsort aufgeführt, Die Detailergebnisse liegen auch für alle weiteren Immissionsorte vor und können auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden,

IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrT dB	Lw T dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrT dB	ZR LrT dB	LrT dB(A)
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF. 1.OG, SW: 1. OG, RW,T: 60 dB(A), RW,N: 45 dB(A), RW,T,max: 90 dB(A), RW,N,max: 65 dB(A), LrT: 48,9 dB(A), LrN: 39,3 dB(A), LT,max: 53,3 dB(A)																	
101	Lkw Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	0	0	0	252	0	-6,9	-59	-1,2	2,2	-1,9	95,2	0,2	-9	0	19,7
102	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	253	0	-7,1	-59	-1,1	2,2	-1,9	95,6	0,2	-3,6	0	25,3
103	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	Fahrwege	0	0	0	253	0	-6,8	-59	-1,2	2,2	-1,9	95,2	0,2	1	0	29,7
104	Lkw Leerlauf Waage	Fahrwege	0	0	0	217	0	-17,7	-57,7	-0,4	2,4	-2	93,9	0	-10,8	0	7,7
105	Lkw Rangieren Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	243	0	-6,9	-58,7	-1,2	2,7	-2	84,1	1	-3,6	0	15,5
106	Lkw Rangieren Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	0	0	0	244	0	-9,5	-58,7	-1	2,7	-2	84,1	0,9	-9	0	7,5
108	Abpumpen Gärreste	Fahrwege	0	0	6	185	0	-4,7	-56,3	-3,1	1,1	-1,7	106,5	2	-2	0	47,9
109	Fahrbereich Silage	Fahrwege	0	0	0	271	0	-6,5	-59,6	-1,5	2,8	-2,1	105,8	0,9	-3	0	36,8
110	Feststoffeintrag, Schubboden (neu)	Stationäre Quelle	0	0	0	248	0	-12,9	-58,9	-0,9	0,5	-2,1	86	0	-1,2	0	10,5
111	Tragluftgebläse Fermenter	Stationäre Quelle	3	0	0	185	0	-23,2	-56,3	-1,3	2	-1,8	77,5	1,7	0	0	1,5
112	Tragluftgebläse Gärrestlager	Stationäre Quelle	3	0	0	182	0	-23,6	-56,2	-1,8	1,9	-1,7	71,2	0	0	0	-7,2
113	Tragluftgebläse Güllehochbehälter	Stationäre Quelle	3	0	0	163	0	-0,5	-55,2	-1,7	0,8	-1,9	80	1,8	0	0	26,2
114	Feststoffeintrag	Stationäre Quelle	0	0	0	182	0	-6,8	-56,2	-0,8	2	-1,8	86	0	0	0	22,3

[6] Da Immissionsrichtwerte gebietsabhängig festgelegt sind, kann eine Überschreitung auch „am ehesten“ an einem Ort zu erwarten sein, der weiter entfernt als andere Einwirkungsorte liegt.

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrT dB	Lw T dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrT dB	ZR LrT dB	LrT dB(A)
117	Feststoffeintrag, Schubboden (Bestand)	Stationäre Quelle	0	0	0	234	0	-21	-58,3	-1	2,6	-2	86	0	-1,2	0	4,9
118	CO2-Anlage	Stationäre Quelle	0	0	0	175	0	-11	-55,8	-1,3	-1	-1,7	90	0,9	0	0	19,9
119	Abholung LCO2	Fahrwege	0	0	6	177	0	-20	-55,9	-1,3	0,4	-1,6	106,5	7,7	-12	0	29,7
121	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	202	0	-0,6	-57,1	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	0	26,9
122	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	201	0	0	-57	-1,3	1,2	-1,1	84	2,5	0	0	28,3
123	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	206	0	-0,7	-57,3	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	0	26,6
124	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-20,1	-58,3	-0,8	0,8	-1,3	84	5,9	0	0	10,1
125	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	232	0	-19,6	-58,3	-0,7	0,9	-1,3	84	5,3	0	0	10,3
201	Technikgebäude-Zuluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-21	-58	-0,4	1,1	-1,6	75,7	0	0	0	-1,2
202	Technikgebäude-Abluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	218	0	-14,9	-57,7	-0,3	1,4	-1,5	76	0	0	0	5,8
203	Technikgebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-22,4	-58	-0,5	2	-1,9	75,8	0	0	0	-2,1
204	BHKW 1 Gemischkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	218	0	-17,2	-57,7	-0,1	1,9	-2	76,9	1,7	0	0	3,5
205	BHKW 1 Notkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	216	0	-12	-57,7	-0,1	2,1	-1,9	87,4	1,1	0	0	19
206	Abgaskamin BHKW 1	Stationäre Quelle	0	0	0	219	0	-4,6	-57,8	-0,6	1	-0,9	84,2	0	0	0	21,3
207	BHKW Gebäude-WF	Stationäre Quelle	3	0	0	193	0	-6,4	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	67,8	0	0	0	5,8
208	BHKW Gebäude-SF	Stationäre Quelle	3	0	0	189	0	-10,3	-56,5	-0,1	0	-1,9	67,2	0	0	0	1,3
209	BHKW Gebäude-OF	Stationäre Quelle	3	0	0	194	0	-14,8	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	68,1	0	0	0	-2,3
210	BHKW Gebäude-NF	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-13	-56,9	-0,1	0,1	-1,9	66	0	0	0	-2,8
211	BHKW Gebäude-Dach	Stationäre Quelle	0	0	0	194	0	-7,1	-56,7	-0,1	-0,5	-1,6	78,6	0	0	0	12,4
212	BHKW Gebäude-Zuluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	198	0	-3,7	-56,9	-0,3	-0,6	-1,1	78,2	0	0	0	15,3
213	BHKW Gebäude-Kühler BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-7,4	-56,6	-0,1	1,1	-1,5	85,9	0	0	0	21,3
214	BHKW Gebäude-Kaminmündung BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	191	0	-0,7	-56,6	-0,6	0,8	-0,6	84,2	0	0	0	26,4
215	BHKW Gebäude-Abluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	190	0	-1,7	-56,5	-0,8	0,2	-0,7	71,5	0	0	0	11,9
216	BHKW Gebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-18,1	-56,9	-0,3	1,1	-2,1	96,3	0,1	0	0	23,2
301	Container Gasaufbereitung-WF	BGAA	3	0	0	160	0	-5,3	-55	0	0,8	-1,6	61,6	0,3	0	0	3,8
302	Container Gasaufbereitung-NF	BGAA	3	0	0	157	0	-6,8	-54,9	0	0,9	-1,6	68,8	0	0	0	9,5
303	Container Gasaufbereitung-OF	BGAA	3	0	0	152	0	-3,8	-54,6	0	1,3	-1,6	61,6	0	0	0	5,8
304	Container Gasaufbereitung-SF	BGAA	3	0	0	155	0	-3,2	-54,8	0	0,8	-1,6	68,8	0	0	0	13,1
305	Container Gasaufbereitung-Dach	BGAA	0	0	0	156	0	-4,1	-54,8	0	1	-1,4	68,9	0	0	0	9,6
306	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 1	BGAA	0	0	0	153	0	0	-54,7	-1	0,7	-1	84	0	0	0	28
307	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 2	BGAA	0	0	0	156	0	0	-54,8	-1	0,5	-1	84	0	0	0	27,6
308	Tischkühler 1 BGAA	BGAA	0	0	0	152	0	-3,2	-54,6	-1,4	-1,4	-1,6	85	2,4	0	0	25
309	Kaltwassersatz BGAA	BGAA	0	0	0	151	0	-3,2	-54,5	-1,4	-1,4	-1,6	85	2,5	0	0	25,2
310	Tischkühler 2 BGAA	BGAA	0	0	0	149	0	-3,3	-54,5	-1,3	-1,4	-1,6	85	0	0	0	22,7
311	Gasregelstrecke	BGAA	0	0	0	166	0	-7,9	-55,4	-0,7	-1,1	-1,7	83	4,7	0	0	20,8
312	RTO	BGAA	0	0	0	160	0	-1,4	-55,1	-1,5	-1,5	-1,7	87	1,6	0	0	27,3
313	RTO Kaminmündung	BGAA	0	0	0	163	0	0	-55,2	-1,1	0,8	-0,2	78	0	0	0	22,2
500	Aufstellfläche BGEA	BGEA	0	0	0	100	0	-0,4	-51	-0,9	-0,3	-1	87	0,2	0	0	33,4

Berechnungen für den Nachtzeitraum (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr)

Immissionsort/ Bezeichnung, Fassade, Geschoss	Beurteilungspegel $L_{r,N}$ in dB(A)	Höhe des IO in m
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG	39,3	5
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1. OG	31,0	5

Der maßgebliche Immissionsort ist im vorliegenden Fall der Immissionsort IP1, bezogen auf den Beurteilungszeitraum Nacht, Auf der Grundlage der schalltechnischen Berechnungen ist hier eine Überschreitung am ehesten zu erwarten[7],

Der Übersichtlichkeit halber wird die detaillierte Dokumentation der Schallausbreitungsberechnung nachfolgend nur für den maßgeblichen Immissionsort aufgeführt, Die Detailergebnisse liegen auch für alle weiteren Immissionsorte vor und können auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden,

IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrN dB	Lw N dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrN dB	LrN dB(A)
101	Lkw Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	0	0	0	245	0	-5,5	-58,8	-0,9	1,9	-1,8	95,5	0,8	---	---
102	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	246	0	-5,7	-58,8	-0,9	2	-1,8	95,8	0,8	---	---
103	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	Fahrwege	0	0	0	246	0	-5,5	-58,8	-0,9	2	-1,8	95,5	0,8	---	---
104	Lkw Leerlauf Waage	Fahrwege	0	0	0	217	0	-17,7	-57,7	-0,4	2,4	-1,9	93,9	0	---	---
105	Lkw Rangieren Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	241	0	-9,3	-58,6	-1	2,7	-2	84,1	1,8	---	---
106	Lkw Rangieren Anlieferung NaWaRos	Fahrwege	0	0	0	241	0	-9,3	-58,6	-1	2,7	-2	84,1	1,8	---	---
107	Lkw Anlieferung LGP	Fahrwege	0	0	0	92	0	-0,2	-50,2	-0,6	-0,4	-0,8	90,1	0,1	---	---
107	Lkw Rangieren Gärrestausbringung	Fahrwege	0	0	0	178	0	-1,7	-56	-0,9	1,9	-1,7	84,1	0	---	---
108	Abpumpen Gärreste	Fahrwege	0	0	6	174	0	-15,1	-55,8	-1,1	1,3	-1,6	106,5	0	---	---
109	Fahrbereich Silage	Fahrwege	0	0	0	269	0	-8,9	-59,6	-1,3	2,9	-2	105,8	1,3	---	---
110	Feststoffeintrag, Schubboden (neu)	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-22,5	-58,3	-1,1	2,6	-2,3	86	0	-1,2	3,1
111	Tragluftgebläse Fermenter	Stationäre Quelle	3	0	0	185	0	-23,2	-56,3	-1,3	2	-1,7	77,5	1,7	0	1,5
112	Tragluftgebläse Gärrestlager	Stationäre Quelle	3	0	0	182	0	-23,6	-56,2	-1,8	1,9	-1,7	71,2	0	0	-7,2
113	Tragluftgebläse Güllehochbehälter	Stationäre Quelle	3	0	0	163	0	0	-55,2	-1,6	0,8	-1,8	80	1,5	0	26,7
114	Gasaufbereitung mit Kaltwassersatz	Stationäre Quelle	0	0	0	182	0	-6,8	-56,2	-0,8	2	-1,8	90	0	0	26,3
117	Feststoffeintrag, Schubboden (Bestand)	Stationäre Quelle	0	0	0	234	0	-21	-58,3	-1	2,6	-2	86	0	-1,2	4,9
201	Technikgebäude-Zuluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-21	-58	-0,4	1,1	-1,6	75,7	0	0	-1,2

[7] Da Immissionsrichtwerte gebietsabhängig festgelegt sind, kann eine Überschreitung auch „am ehesten“ an einem Ort zu erwarten sein, der weiter entfernt als andere Einwirkungsorte liegt.

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrN dB	Lw N dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrN dB	LrN dB(A)
202	Technikgebäude-Abluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	218	0	-14,9	-57,7	-0,3	1,4	-1,5	76	0	0	5,8
203	Technikgebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-22,4	-58	-0,5	2	-1,9	75,8	0	0	-2,1
204	BHKW 1 Gemischkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	218	0	-17,2	-57,7	-0,1	1,9	-1,9	76,9	1,7	0	3,5
205	BHKW 1 Notkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	216	0	-12	-57,7	-0,1	2,1	-1,8	87,4	1,1	0	19
206	Abgaskamin BHKW 1	Stationäre Quelle	0	0	0	219	0	-4,6	-57,8	-0,6	1	-0,8	84,2	0	0	21,3
207	BHKW Gebäude-WF	Stationäre Quelle	3	0	0	193	0	-6,6	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	67,8	0	0	5,6
208	BHKW Gebäude-SF	Stationäre Quelle	3	0	0	189	0	-10,6	-56,5	-0,1	0	-1,8	67,2	0	0	1,1
209	BHKW Gebäude-OF	Stationäre Quelle	3	0	0	194	0	-14,8	-56,7	-0,1	0,1	-1,8	68,1	0	0	-2,3
210	BHKW Gebäude-NF	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-13	-56,9	-0,1	0,1	-1,8	66	0	0	-2,8
211	BHKW Gebäude-Dach	Stationäre Quelle	0	0	0	194	0	-7,1	-56,7	-0,1	-0,5	-1,5	78,6	0	0	12,4
212	BHKW Gebäude-Zuluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	198	0	-3,7	-56,9	-0,3	-0,6	-1,1	78,2	0,3	0	15,6
213	BHKW Gebäude-Kühler BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-7,4	-56,6	-0,1	1,1	-1,4	85,9	0	0	21,3
214	BHKW Gebäude-Kaminmündung BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	191	0	-0,7	-56,6	-0,6	0,8	-0,5	84,2	0,2	0	26,6
215	BHKW-Gebäude-Abluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	190	0	-1,7	-56,5	-0,8	0,2	-0,7	71,5	0,1	0	12,1
216	BHKW Gebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-18,1	-56,9	-0,3	1,1	-2	96,3	0,4	0	23,4
301	Container Gasaufbereitung-WF	BGAA	3	0	0	102	0	0	-51,1	0	1,1	-1	61,6	0	0	13,6
302	Container Gasaufbereitung-NF	BGAA	3	0	0	105	0	-6,7	-51,4	0	1,1	-1,1	68,8	0	0	13,6
303	Container Gasaufbereitung-OF	BGAA	3	0	0	106	0	-3,7	-51,5	0	1,1	-1,2	61,6	0	0	9,3
304	Container Gasaufbereitung-SF	BGAA	3	0	0	103	0	0	-51,2	0	1,1	-1,1	68,8	0	0	20,6
305	Container Gasaufbereitung-Dach	BGAA	0	0	0	104	0	-4,2	-51,3	0	1,2	-0,8	68,9	0	0	13,7
306	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 1	BGAA	0	0	0	106	0	0	-51,5	-0,7	0,6	-0,3	84	0	0	32,1
307	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 2	BGAA	0	0	0	104	0	0	-51,3	-0,7	0,7	-0,2	84	0	0	32,3
308	Tischkühler 1 BGAA	BGAA	0	0	0	100	0	0	-50,9	-1	-0,4	-1,2	83	2,1	0	31,5
309	Kaltwassersatz BGAA	BGAA	0	0	0	100	0	0	-51	-1	-0,4	-1,2	70	2,2	0	18,4
310	Tischkühler 2 BGAA	BGAA	0	0	0	102	0	0	-51,1	-1	-0,4	-1,2	83	2,2	0	31,3
311	Gasregelstrecke	BGAA	0	0	0	95	0	0	-50,5	-0,9	-0,4	-1,1	83	1,5	0	31,4
312	RTO	BGAA	0	0	0	98	0	0	-50,8	-0,8	0,5	-0,7	87	0	0	35
313	RTO Kaminmündung	BGAA	0	0	0	102	0	0	-51,1	-0,7	1	0	78	0	0	27
401	Biogasverdichter (eingehaust)	BGEA	0	0	0	120	0	0	-52,6	-0,9	0,6	-0,9	90	0	0	36
402	Gaskühler (Biogasverdichter)	BGEA	0	0	0	117	0	0	-52,3	-1,1	-0,6	-1,1	90	0	0	34,7
403	Trafo	BGEA	0	0	0	87	0	0	-49,7	-0,2	-0,6	-0,5	75,9	1,5	0	26,3
404	Verladung LPG	BGEA	0	0	0	104	0	-4	-51,3	-1,5	0,8	-0,8	106,5	0	---	---
405	Lkw Rangieren LPG Anlieferung	Fahrwege	0	0	0	108	0	-0,8	-51,6	-0,7	-0,5	-1,1	84,1	0,3	---	---

Berechnungen für den Tageszeitraum (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) - Ernte

Immissionsort/ Bezeichnung, Fassade, Geschoss	Beurteilungspegel $L_{r,T}$ in dB(A)	Höhe des IO in m
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG	50,0	5
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1. OG	43,8	5

Der maßgebliche Immissionsort ist im vorliegenden Fall der Immissionsort IP1, bezogen auf den Beurteilungszeitraum Tag, Auf der Grundlage der schalltechnischen Berechnungen ist hier eine Überschreitung am ehesten zu erwarten[8],

Der Übersichtlichkeit halber wird die detaillierte Dokumentation der Schallausbreitungsberechnung nachfolgend nur für den maßgeblichen Immissionsort aufgeführt, Die Detailergebnisse liegen auch für alle weiteren Immissionsorte vor und können auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden,

IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrT dB	Lw T dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrT dB	ZR LrT dB	LrT dB(A)
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1.OG, SW: 1.OG, RW,T: 60 dB(A), RW,N: 45 dB(A), RW,T,max: 90 dB(A), RW,N,max: 65 dB(A), LrT: 50 dB(A), LrN: 45,7 dB(A), LT,max: 53,3 dB(A), LN,max: 51,4 dB(A)																	
101	Lkw Anlieferung Erntezeit	Fahrwege	0	0	0	252	0	-6,8	-59	-1,2	2,2	-1,9	95,2	0,3	9,2	0	38,1
102	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	252	0	-8,9	-59	-0,9	2,8	-2	95,6	0,3	-3,6	0	24,3
103	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	Fahrwege	0	0	0	252	0	-6,8	-59	-1,2	2,2	-1,9	95,2	0,3	1	0	29,8
104	Lkw Leerlauf Waage	Fahrwege	0	0	0	217	0	-18	-57,7	-0,4	2,8	-2,1	93,9	0	0	0	18,5
106	Lkw Rangieren Anlieferung Erntezeit	Fahrwege	0	0	0	248	0	-7,3	-58,8	-1,2	2,4	-2	84,1	1,1	9,3	0	27,5
107	Lkw Rangieren Gärrestausbringung	Fahrwege	0	0	0	176	0	-3,9	-55,9	-1,1	0,3	-1,8	84,1	0,9	1	0	23,7
108	Abpumpen Gärreste	Fahrwege	0	0	6	174	0	-15,1	-55,8	-1,1	1,3	-1,6	106,5	9,8	-2	0	47,9
109	Fahrbereich Silage	Fahrwege	0	0	0	271	0	-6,1	-59,6	-1,5	2,9	-2,1	105,8	0,9	3	0	43,2
110	Feststoffeintrag, Schubboden	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-21	-58,3	-1	3	-2,1	86	0	-1,2	0	5,2
110	Feststoffeintrag, Schubboden (neu)	Stationäre Quelle	0	0	0	248	0	-12,9	-58,9	-0,9	0,5	-2,1	86	0	-1,2	0	10,5
111	Tragluftgebläse Fermenter	Stationäre Quelle	3	0	0	185	0	-23,2	-56,3	-1,3	2	-1,8	77,5	1,7	0	0	1,5
112	Tragluftgebläse Gärrestlager	Stationäre Quelle	3	0	0	182	0	-23,6	-56,2	-1,8	1,9	-1,7	71,2	0	0	0	-7,2
113	Tragluftgebläse Güllehochbehälter	Stationäre Quelle	3	0	0	163	0	-0,5	-55,2	-1,7	0,8	-1,9	80	1,8	0	0	26,2
114	Feststoffeintrag	Stationäre Quelle	0	0	0	182	0	-6,8	-56,2	-0,8	2	-1,8	86	0	0	0	22,3
117	Feststoffeintrag, Schubboden (Bestand)	Stationäre Quelle	0	0	0	234	0	-21	-58,3	-1	2,6	-2	86	0	-1,2	0	4,9
118	CO2-Anlage	Stationäre Quelle	0	0	0	175	0	-11,5	-55,8	-1,6	-1	-1,7	90	1,3	0	0	19,5

[8] Da Immissionsrichtwerte gebietsabhängig festgelegt sind, kann eine Überschreitung auch „am ehesten“ an einem Ort zu erwarten sein, der weiter entfernt als andere Einwirkungsorte liegt.

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrT dB	Lw T dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrT dB	ZR LrT dB	LrT dB(A)
118	Lkw Abholung LCO2	Fahrwege	0	0	0	252	0	-8,2	-59	-0,9	2,8	-2	94,2	0,3	-12	0	15,1
120	Lkw Rangieren Abholung LCO2	Fahrwege	0	0	0	176	0	-3,9	-55,9	-1,1	0,3	-1,8	84,1	0,9	-12	0	10,7
121	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	202	0	-0,6	-57,1	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	0	26,9
122	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	201	0	0	-57	-1,3	1,2	-1,1	84	2,5	0	0	28,3
123	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	206	0	-0,7	-57,3	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	0	26,6
124	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-20,1	-58,3	-0,8	0,8	-1,3	84	5,9	0	0	10,1
125	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	232	0	-19,6	-58,3	-0,7	0,9	-1,3	84	5,3	0	0	10,3
126	Tragluftgebläse	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-0,5	-56,6	-1,5	1,3	-1,7	80	2,5	0	0	23,4
201	Technikgebäude-Zuluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-21	-58	-0,4	1,1	-1,6	75,7	0	0	0	-1,2
202	Technikgebäude-Abluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	218	0	-14,9	-57,7	-0,3	1,4	-1,5	76	0	0	0	5,8
203	Technikgebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-22,4	-58	-0,5	2	-1,9	75,8	0	0	0	-2,1
204	BHKW 1 Gemischkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	218	0	-17,2	-57,7	-0,1	1,9	-2	76,9	1,7	0	0	3,5
205	BHKW 1 Notkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	216	0	-12	-57,7	-0,1	2,1	-1,9	87,4	1,1	0	0	19
206	Abgaskamin BHKW 1	Stationäre Quelle	0	0	0	219	0	-4,6	-57,8	-0,6	1	-0,9	84,2	0	0	0	21,3
207	BHKW Gebäude-WF	Stationäre Quelle	3	0	0	193	0	-6,4	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	67,8	0	0	0	5,8
208	BHKW Gebäude-SF	Stationäre Quelle	3	0	0	189	0	-10,3	-56,5	-0,1	0	-1,9	67,2	0	0	0	1,3
209	BHKW Gebäude-OF	Stationäre Quelle	3	0	0	194	0	-14,8	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	68,1	0	0	0	-2,3
210	BHKW Gebäude-NF	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-13	-56,9	-0,1	0,1	-1,9	66	0	0	0	-2,8
211	BHKW Gebäude-Dach	Stationäre Quelle	0	0	0	194	0	-7,1	-56,7	-0,1	-0,5	-1,6	78,6	0	0	0	12,4
212	BHKW Gebäude-Zuluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	198	0	-3,7	-56,9	-0,3	-0,6	-1,1	78,2	0	0	0	15,3
213	BHKW Gebäude-Kühler BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-7,4	-56,6	-0,1	1,1	-1,5	85,9	0	0	0	21,3
214	BHKW Gebäude-Kaminmündung BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	191	0	-0,7	-56,6	-0,6	0,8	-0,6	84,2	0	0	0	26,4
215	BHKW Gebäude-Abluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	190	0	-1,7	-56,5	-0,8	0,2	-0,7	71,5	0	0	0	11,9
216	BHKW Gebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-18,1	-56,9	-0,3	1,1	-2,1	96,3	0,1	0	0	23,2
301	Container Gasaufbereitung-WF	BGAA	3	0	0	160	0	-5	-55	0	0,8	-1,6	61,6	0,1	0	0	4
302	Container Gasaufbereitung-NF	BGAA	3	0	0	157	0	-6,8	-54,9	0	1	-1,6	68,8	0	0	0	9,6
303	Container Gasaufbereitung-OF	BGAA	3	0	0	152	0	-3,8	-54,6	0	1,3	-1,6	61,6	0	0	0	5,8
304	Container Gasaufbereitung-SF	BGAA	3	0	0	155	0	-3,2	-54,8	0	0,9	-1,6	68,8	0	0	0	13,2
305	Container Gasaufbereitung-Dach	BGAA	0	0	0	156	0	-4,1	-54,8	0	1	-1,4	68,9	0	0	0	9,6
306	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 1	BGAA	0	0	0	153	0	0	-54,7	-1	0,7	-1	84	0	0	0	28
307	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 2	BGAA	0	0	0	156	0	-0,9	-54,8	-1,2	0,5	-1	84	0	0	0	26,4
308	Tischkühler 1 BGAA	BGAA	0	0	0	152	0	-2,2	-54,6	-1,2	-1,4	-1,6	85	1,7	0	0	25,5
309	Kaltwassersatz BGAA	BGAA	0	0	0	151	0	-1,9	-54,5	-1,2	-1,4	-1,6	85	1,9	0	0	26,1
310	Tischkühler 2 BGAA	BGAA	0	0	0	149	0	-3,3	-54,5	-1,3	-1,4	-1,6	85	0	0	0	22,7
311	Gasregelstrecke	BGAA	0	0	0	166	0	-7,6	-55,4	-0,7	-1,1	-1,7	83	4,5	0	0	20,9
312	RTO	BGAA	0	0	0	160	0	-3,5	-55,1	-1,3	-1,5	-1,7	87	2,4	0	0	26,1
313	RTO Kaminmündung	BGAA	0	0	0	163	0	0	-55,2	-1,1	0,8	-0,2	78	0	0	0	22,2
500	Aufstellfläche BGEA	BGEA	0	0	0	100	0	-0,5	-51	-0,9	-0,3	-1	87	0,2	0	0	33,3

Berechnungen für den Nachtzeitraum (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) - Ernte

Immissionsort/ Bezeichnung, Fassade, Geschoss	Beurteilungspegel $L_{r,N}$ in dB(A)	Höhe des IO in m
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG	45,7	5
IP2/Whs Märschendorfer Damm 14, SWF, 1. OG	43,7	5

Der maßgebliche Immissionsort ist im vorliegenden Fall der Immissionsort IP1, bezogen auf den Beurteilungszeitraum Nacht, Auf der Grundlage der schalltechnischen Berechnungen ist hier eine Überschreitung am ehesten zu erwarten[9],

Der Übersichtlichkeit halber wird die detaillierte Dokumentation der Schallausbreitungsberechnung nachfolgend nur für den maßgeblichen Immissionsort aufgeführt, Die Detailergebnisse liegen auch für alle weiteren Immissionsorte vor und können auf Anforderung zur Verfügung gestellt werden,

IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1. OG

Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrN dB	Lw N dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrN dB	LrN dB(A)
IP1/Whs An den Teichen 30, NOF, 1.OG, SW: 1.OG, RW,T: 60 dB(A), RW,N: 45 dB(A), RW,T,max: 90 dB(A), RW,N,max: 65 dB(A), LrT: 50 dB(A), LrN: 45,7 dB(A), LT,max: 53,3 dB(A), LN,max: 51,4 dB(A)																
101	Lkw Anlieferung Erntezeit	Fahrwege	0	0	0	252	0	-6,8	-59	-1,2	2,2	-1,8	95,2	0,3	10	38,8
102	Lkw Anlieferung Wirtschaftsdünger	Fahrwege	0	0	0	252	0	-8,9	-59	-0,9	2,8	-1,9	95,6	0,3	---	---
103	Lkw Gärrestausbringung (flüssig)	Fahrwege	0	0	0	252	0	-6,8	-59	-1,2	2,2	-1,8	95,2	0,3	---	---
104	Lkw Leerlauf Waage	Fahrwege	0	0	0	217	0	-18	-57,7	-0,4	2,8	-2	93,9	0	0	18,5
106	Lkw Rangieren Anlieferung Erntezeit	Fahrwege	0	0	0	248	0	-7,3	-58,8	-1,2	2,4	-2	84,1	1,1	---	---
107	Lkw Rangieren Gärrestausbringung	Fahrwege	0	0	0	176	0	-3,9	-55,9	-1,1	0,3	-1,7	84,1	0,9	---	---
108	Abpumpen Gärreste	Fahrwege	0	0	6	174	0	-15,1	-55,8	-1,1	1,3	-1,6	106,5	9,8	---	---
109	Fahrbereich Silage	Fahrwege	0	0	0	271	0	-6,1	-59,6	-1,5	2,9	-2,1	105,8	0,9	3	43,2
110	Feststoffeintrag, Schubboden	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-21	-58,3	-1	3	-2,1	86	0	-1,2	5,2
110	Feststoffeintrag, Schubboden (neu)	Stationäre Quelle	0	0	0	248	0	-12,9	-58,9	-0,9	0,5	-2	86	0	-1,2	10,5
111	Tragluftgebläse Fermenter	Stationäre Quelle	3	0	0	185	0	-23,2	-56,3	-1,3	2	-1,7	77,5	1,7	0	1,5
112	Tragluftgebläse Gärrestlager	Stationäre Quelle	3	0	0	182	0	-23,6	-56,2	-1,8	1,9	-1,7	71,2	0	0	-7,2
113	Tragluftgebläse Güllehochbehälter	Stationäre Quelle	3	0	0	163	0	-0,5	-55,2	-1,7	0,8	-1,8	80	1,8	0	26,2
114	Feststoffeintrag	Stationäre Quelle	0	0	0	182	0	-6,8	-56,2	-0,8	2	-1,8	86	0	0	22,3
117	Feststoffeintrag, Schubboden (Bestand)	Stationäre Quelle	0	0	0	234	0	-21	-58,3	-1	2,6	-2	86	0	-1,2	4,9
118	CO2-Anlage	Stationäre Quelle	0	0	0	175	0	-11,5	-55,8	-1,6	-1	-1,7	90	1,3	0	19,5

[9] Da Immissionsrichtwerte gebietsabhängig festgelegt sind, kann eine Überschreitung auch „am ehesten“ an einem Ort zu erwarten sein, der weiter entfernt als andere Einwirkungsorte liegt.

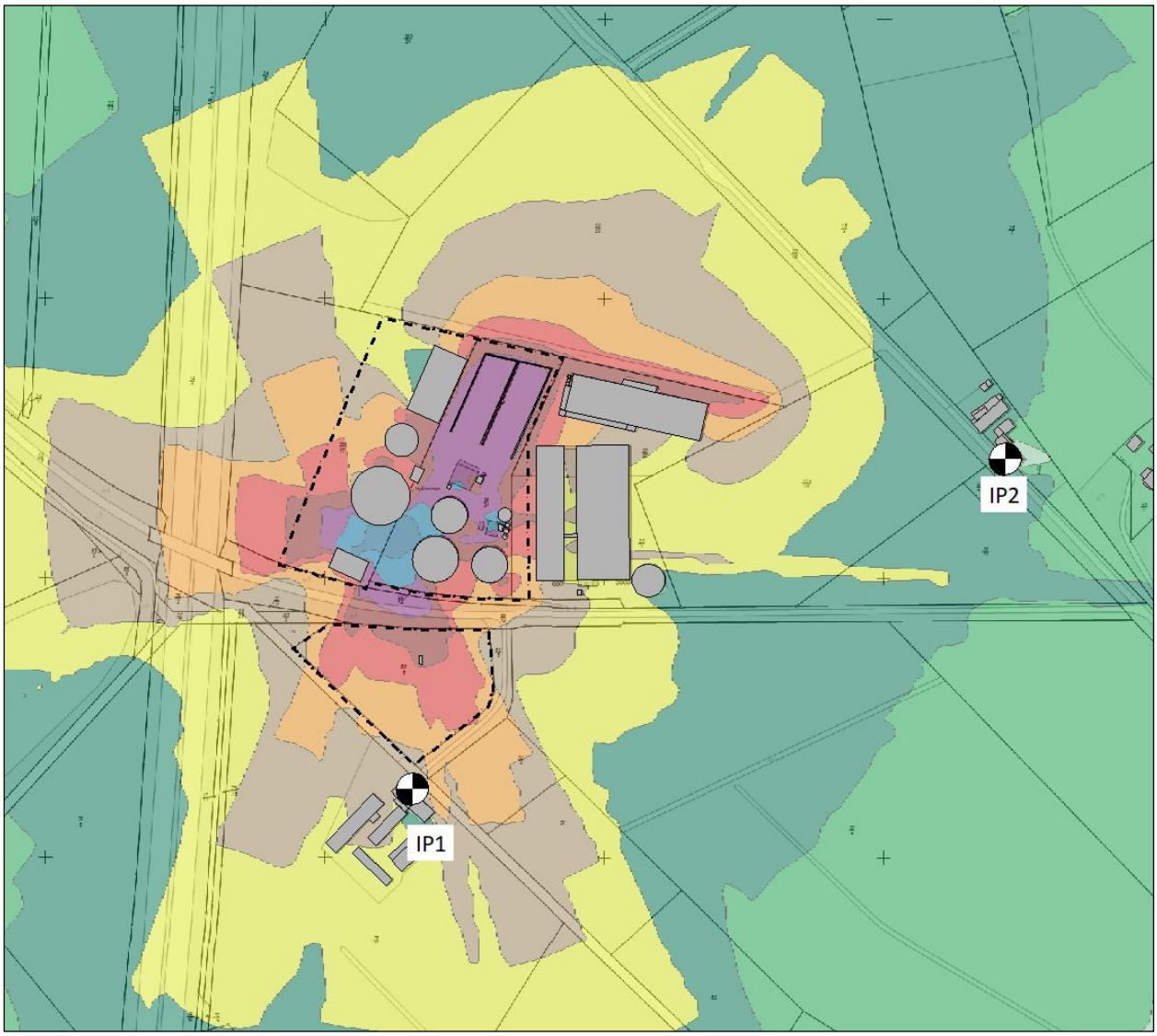
Nr.	Quelle	Gruppe	DC dB	KI dB	KT dB	d (p) m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Cmet LrN dB	Lw N dB(A)	Refl. Ant. dB(A)	dLw LrN dB	LrN dB(A)
118	Lkw Abholung LCO2	Fahrwege	0	0	0	252	0	-8,2	-59	-0,9	2,8	-1,9	94,2	0,3	---	---
120	Lkw Rangieren Abholung LCO2	Fahrwege	0	0	0	176	0	-3,9	-55,9	-1,1	0,3	-1,7	84,1	0,9	---	---
121	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	202	0	-0,6	-57,1	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	26,9
122	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	201	0	0	-57	-1,3	1,2	-1	84	2,5	0	28,3
123	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	206	0	-0,7	-57,3	-1,5	0,8	-1,1	84	2,5	0	26,6
124	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	233	0	-20,1	-58,3	-0,8	0,8	-1,3	84	5,9	0	10,1
125	Rührwerk	Stationäre Quelle	0	0	0	232	0	-19,6	-58,3	-0,7	0,9	-1,3	84	5,3	0	10,3
126	Tragluftgebläse	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-0,5	-56,6	-1,5	1,3	-1,7	80	2,5	0	23,4
201	Technikgebäude-Zuluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-21	-58	-0,4	1,1	-1,6	75,7	0	0	-1,2
202	Technikgebäude-Abluft BHKW 1	Stationäre Quelle	3	0	0	218	0	-14,9	-57,7	-0,3	1,4	-1,5	76	0	0	5,8
203	Technikgebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	224	0	-22,4	-58	-0,5	2	-1,9	75,8	0	0	-2,1
204	BHKW 1 Gemischkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	218	0	-17,2	-57,7	-0,1	1,9	-1,9	76,9	1,7	0	3,5
205	BHKW 1 Notkühler	Stationäre Quelle	0	0	0	216	0	-12	-57,7	-0,1	2,1	-1,8	87,4	1,1	0	19
206	Abgaskamin BHKW 1	Stationäre Quelle	0	0	0	219	0	-4,6	-57,8	-0,6	1	-0,8	84,2	0	0	21,3
207	BHKW Gebäude-WF	Stationäre Quelle	3	0	0	193	0	-6,4	-56,7	-0,1	0,1	-1,9	67,8	0	0	5,8
208	BHKW Gebäude-SF	Stationäre Quelle	3	0	0	189	0	-10,3	-56,5	-0,1	0	-1,8	67,2	0	0	1,3
209	BHKW Gebäude-OF	Stationäre Quelle	3	0	0	194	0	-14,8	-56,7	-0,1	0,1	-1,8	68,1	0	0	-2,3
210	BHKW Gebäude-NF	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-13	-56,9	-0,1	0,1	-1,8	66	0	0	-2,8
211	BHKW Gebäude-Dach	Stationäre Quelle	0	0	0	194	0	-7,1	-56,7	-0,1	-0,5	-1,5	78,6	0	0	12,4
212	BHKW Gebäude-Zuluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	198	0	-3,7	-56,9	-0,3	-0,6	-1,1	78,2	0	0	15,3
213	BHKW Gebäude-Kühler BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	192	0	-7,4	-56,6	-0,1	1,1	-1,4	85,9	0	0	21,3
214	BHKW Gebäude-Kaminmündung BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	191	0	-0,7	-56,6	-0,6	0,8	-0,5	84,2	0	0	26,4
215	BHKW Gebäude-Abluft BHKW 2	Stationäre Quelle	0	0	0	190	0	-1,7	-56,5	-0,8	0,2	-0,7	71,5	0	0	11,9
216	BHKW Gebäude-Holztor	Stationäre Quelle	3	0	0	199	0	-18,1	-56,9	-0,3	1,1	-2	96,3	0,1	0	23,2
301	Container Gasaufbereitung-WF	BGAA	3	0	0	160	0	-5	-55	0	0,8	-1,5	61,6	0,1	0	4
302	Container Gasaufbereitung-NF	BGAA	3	0	0	157	0	-6,8	-54,9	0	1	-1,5	68,8	0	0	9,6
303	Container Gasaufbereitung-OF	BGAA	3	0	0	152	0	-3,8	-54,6	0	1,3	-1,5	61,6	0	0	5,8
304	Container Gasaufbereitung-SF	BGAA	3	0	0	155	0	-3,2	-54,8	0	0,9	-1,6	68,8	0	0	13,2
305	Container Gasaufbereitung-Dach	BGAA	0	0	0	156	0	-4,1	-54,8	0	1	-1,3	68,9	0	0	9,6
306	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 1	BGAA	0	0	0	153	0	0	-54,7	-1	0,7	-1	84	0	0	28
307	Container Gasaufbereitung-Entlüftung 2	BGAA	0	0	0	156	0	-0,9	-54,8	-1,2	0,5	-1	84	0	0	26,4
308	Tischkühler 1 BGAA	BGAA	0	0	0	152	0	-2,2	-54,6	-1,2	-1,4	-1,6	85	1,7	0	25,5
309	Kaltwassersatz BGAA	BGAA	0	0	0	151	0	-1,9	-54,5	-1,2	-1,4	-1,6	85	1,9	0	26,1
310	Tischkühler 2 BGAA	BGAA	0	0	0	149	0	-3,3	-54,5	-1,3	-1,4	-1,6	85	0	0	22,7
311	Gasregelstrecke	BGAA	0	0	0	166	0	-7,6	-55,4	-0,7	-1,1	-1,7	83	4,5	0	20,9
312	RTO	BGAA	0	0	0	160	0	-3,5	-55,1	-1,3	-1,5	-1,7	87	2,4	0	26,1
313	RTO Kaminmündung	BGAA	0	0	0	163	0	0	-55,2	-1,1	0,8	-0,2	78	0	0	22,2
500	Aufstellfläche BGEA	BGEA	0	0	0	100	0	-0,5	-51	-0,9	-0,3	-0,9	87	0,2	0	33,3

D Immissionspläne

Beim Vergleich von Schallimmissionsplänen mit den an den diskreten Immissionsorten ermittelten Beurteilungspegeln ist Folgendes zu beachten:

Als Immissionsort außerhalb von Gebäuden gilt allgemein die Position 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters von schutzbedürftigen Räumen nach [DIN 4109-1], Dementsprechend werden die Schallreflexionen am eigenen Gebäude nicht berücksichtigt, Die so berechneten Beurteilungspegel werden tabellarisch angegeben,

Bei der Berechnung der Schallimmissionspläne werden Schallreflexionen an Gebäuden generell mitberücksichtigt, sodass unmittelbar vor den Gebäuden gegenüber den Gebäudelärmkarten um bis zu 3 dB höhere Immissionspegel dargestellt werden, Dies ist nicht gleichzusetzen mit den Beurteilungspegeln, die mit den entsprechenden Immissionsrichtwerten zu vergleichen sind,



≤ 35 dB(A)	> 35 bis 40 dB(A)	> 40 bis 45 dB(A)	> 45 bis 50 dB(A)	> 50 bis 55 dB(A)	> 55 bis 60 dB(A)	> 60 bis 65 dB(A)	> 65 bis 70 dB(A)	> 70 bis 75 dB(A)	> 75 bis 80 dB(A)	> 80 dB(A)

Farbkodierung gemäß [DIN 18005-2]

Planinhalt:
Lageplan

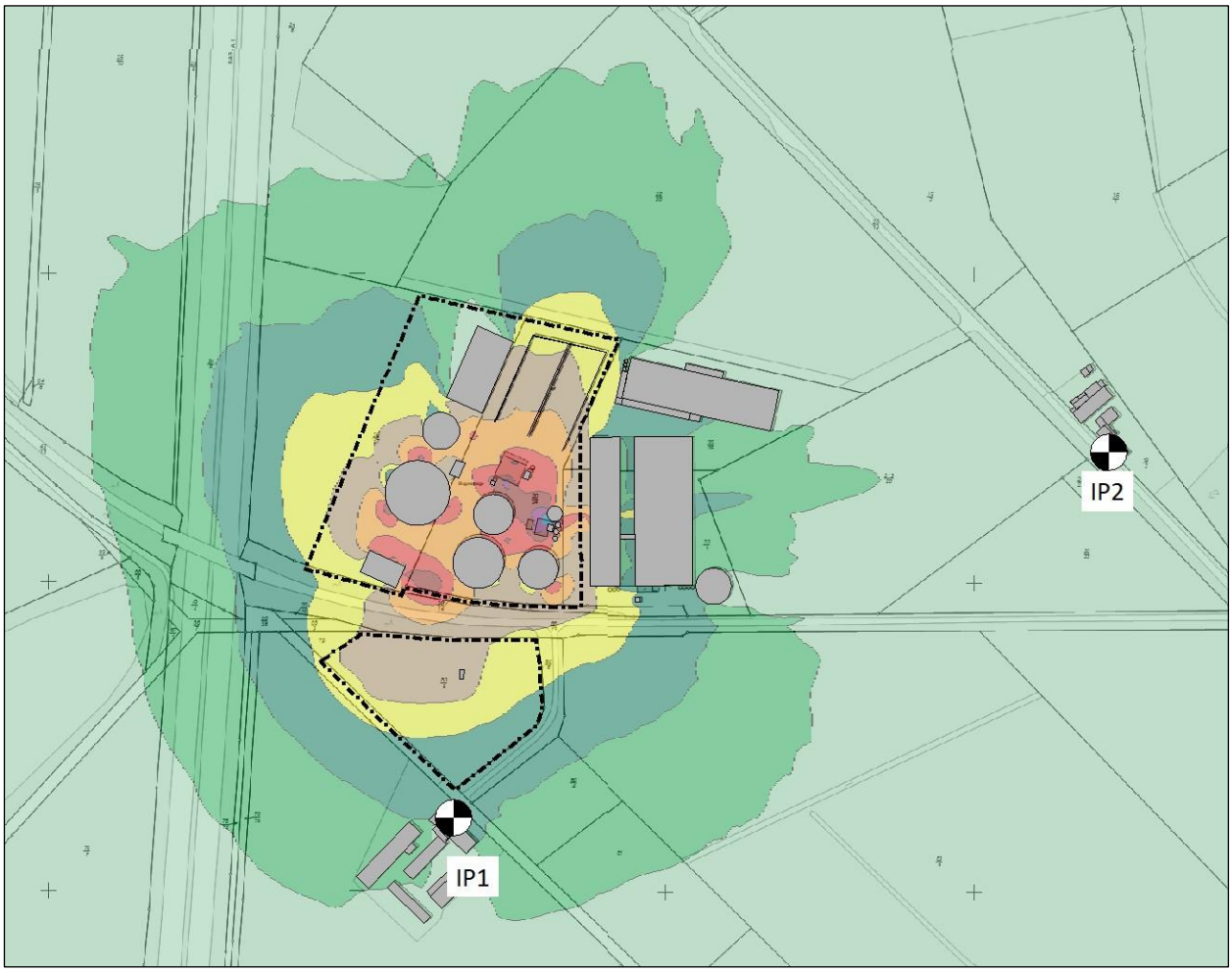
© Land NRW (2024) dl-de/by-2-0

Maßstab:
keine Angabe

Kommentar:

Geräuschimmissionen:	Gewerbelärm
Darstellung:	Beurteilungspegel
Beurteilungszeitraum:	Tagzeitraum
Höhe:	1. OG (Oberkante Fenster = 5.6 m)
Minderungsmaßnahmen:	keine
Nutzungskonzept:	ohne

NORDEN



≤ 35 dB(A)	> 35 bis 40 dB(A)	> 40 bis 45 dB(A)	> 45 bis 50 dB(A)	> 50 bis 55 dB(A)	> 55 bis 60 dB(A)	> 60 bis 65 dB(A)	> 65 bis 70 dB(A)	> 70 bis 75 dB(A)	> 75 bis 80 dB(A)	> 80 dB(A)

Farbkodierung gemäß [DIN 18005-2]

Planinhalt:
Lageplan

© Land NRW (2024) dl-de/by-2-0

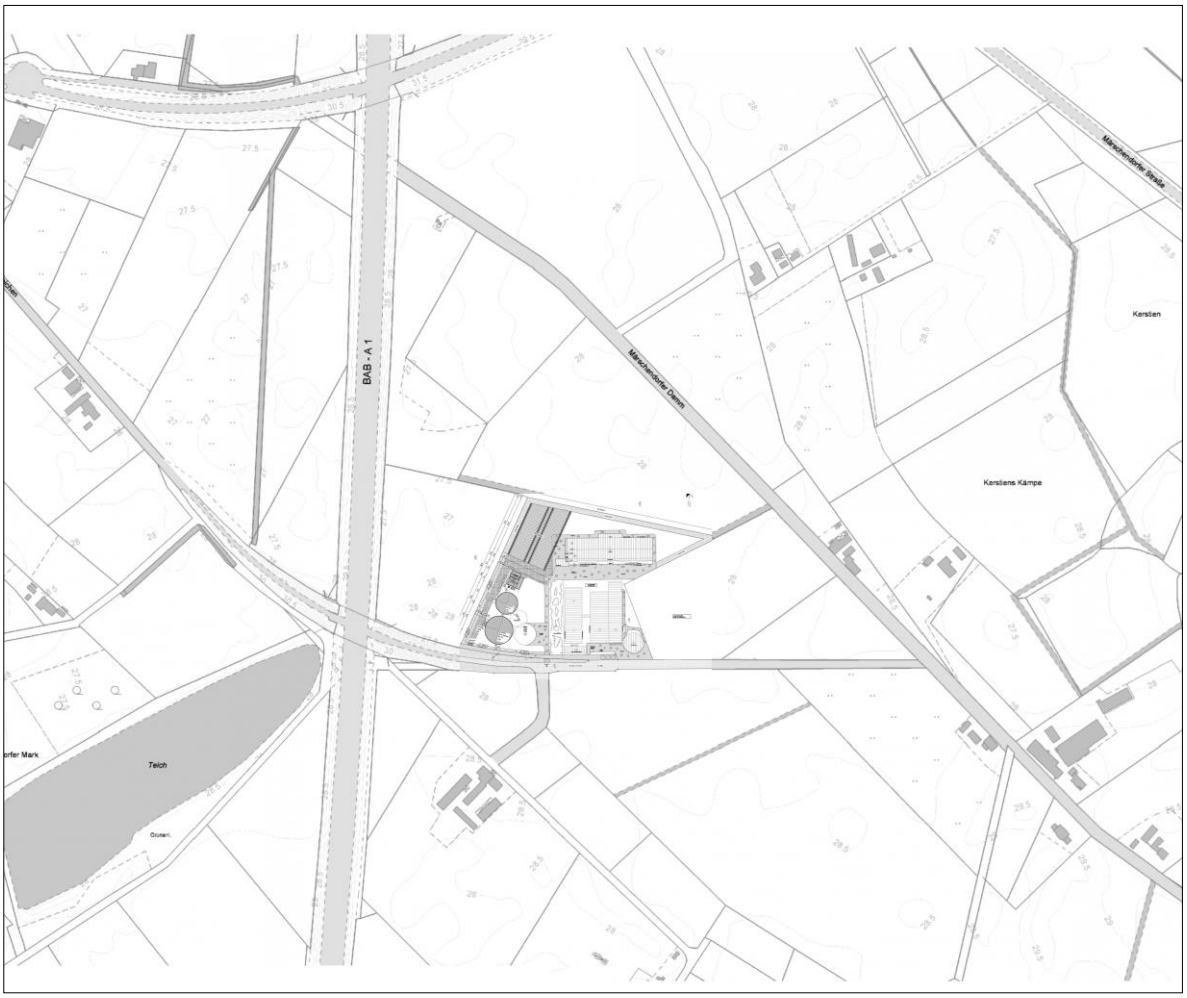
Maßstab:
keine Angabe

Kommentar:

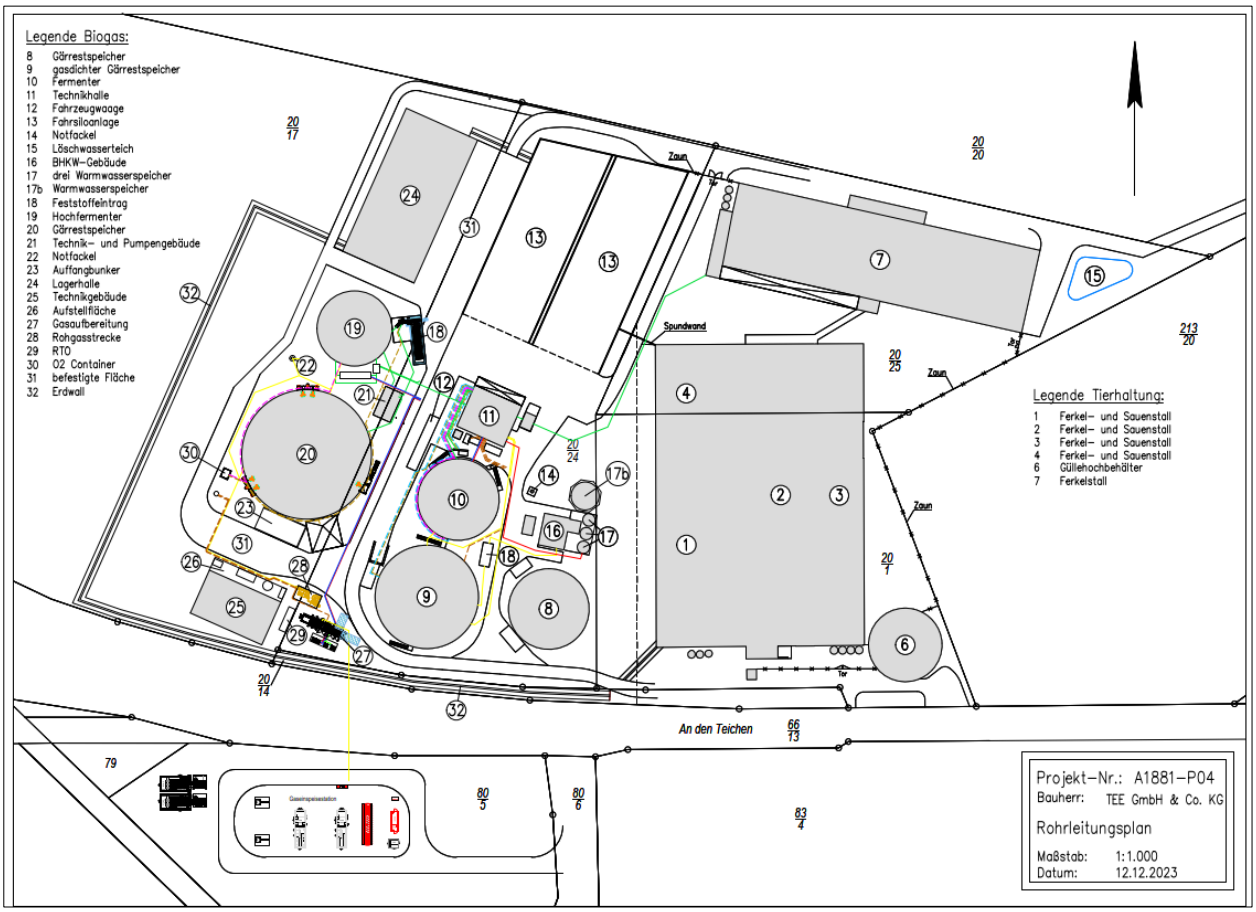
Geräuschimmissionen:	Gewerbelärm
Darstellung:	Beurteilungspegel
Beurteilungszeitraum:	Nachtzeitraum (lauteste Nachstunde)
Höhe:	1. OG (Oberkante Fenster = 5.6 m)
Minderungsmaßnahmen:	keine
Nutzungskonzept:	ohne

NORDEN

E Lagepläne



Planinhalt: Lageplan	**Kommentar:** Übersichtslageplan	NORDEN
Maßstab: keine Angabe		



Planinhalt: Lageplan	**Kommentar:** Übersichtslageplan	NORDEN
Maßstab: keine Angabe		

F Windstatistik

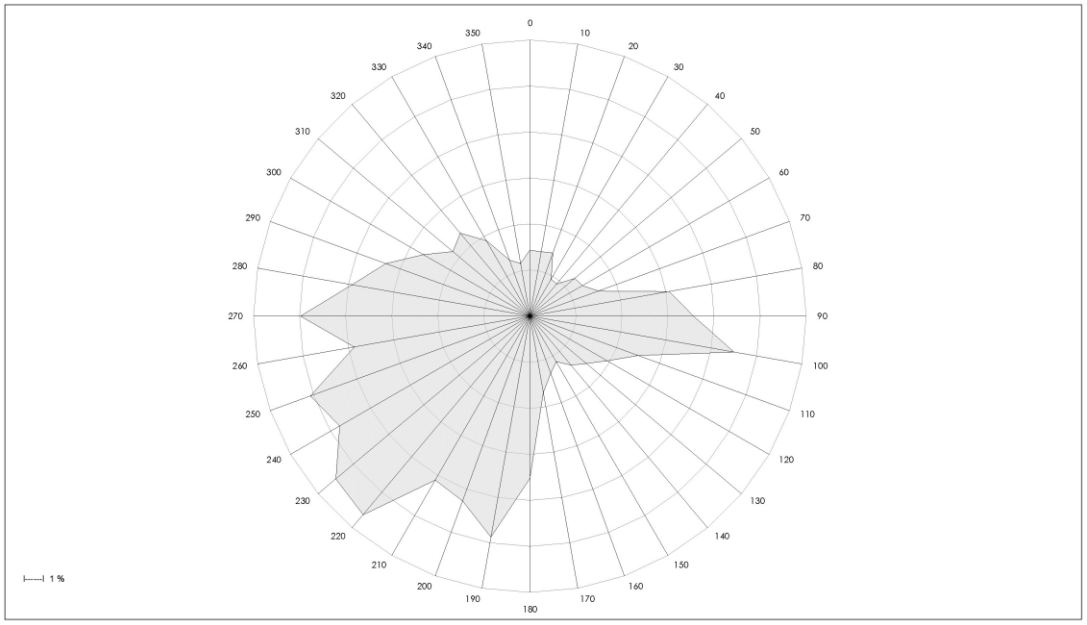
Graphische Darstellung der Ausbreitungsklassenstatistik

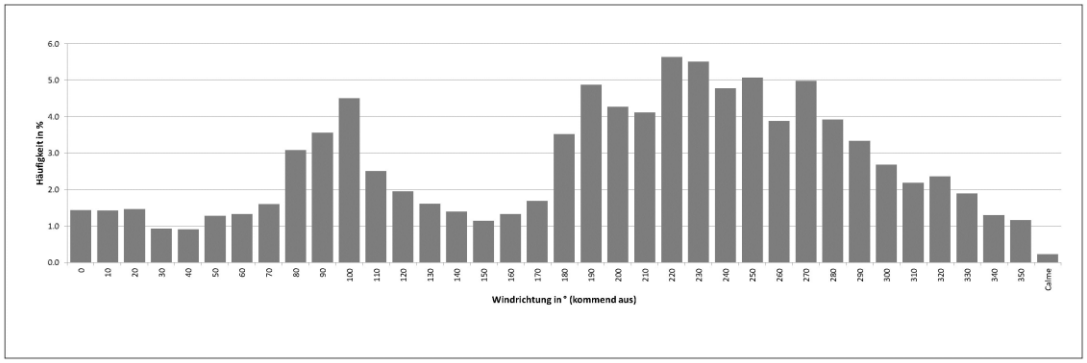
Wetterstation: Diepholz

Wetterdienst: Deutscher Wetterdienst Jahr: 2014

Windrichtung [°]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	Calme
Häufigkeit [%]	1.4	1.4	1.5	0.9	0.9	1.3	1.3	1.6	3.1	3.6	4.5	2.5	1.9	1.6	1.4	1.1	1.3	1.7	3.5	4.9	4.3	4.1	5.6	5.5	4.8	5.1	3.9	5.0	3.9	3.3	2.7	2.2	2.4	1.9	1.3	1.2	0.2

Windrichtung [°]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	Calme
c0 [dB]	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.3	2.4	2.6	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-





4.7 Sonstige Emissionen

- entfällt -

Sonstige Emissionen wie Erschütterungen, Elektrosmog, Licht oder Strahlen gehen von der Anlage auch nach der Änderung bzw. Erweiterung nicht in nennenswertem Umfang aus.

4.8 Vorgesehene Maßnahmen zur Überwachung aller Emissionen

Zur Überwachung der Emissionen, insbesondere der Luftverunreinigungen, und zur Sicherstellung eines geregelten und möglichst störungsfreien Betriebs sind die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen in den jeweils angegeben Überwachungsintervallen vorgesehen.

täglich:
Kontrollgänge zur Überwachung von Drücken und Temperaturen, Sichtung aller Aggregate

wöchentlich:
Prüfung von Ventilen, ggf. Austausch durch geschultes Betreiberpersonal oder einer Fachfirma

jährlich:
Messung der Emissionen an Formaldehyd, Kohlenstoffmonoxid und Stickstoffoxiden im Abgas der vorhandenen BHKW bzw. der Emissionen an Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffoxiden und Gesamt-Kohlenstoff in der Abluft der RTO-Anlage durch eine nach BImSchG bekanntgegebene Stelle. Die Messung erfolgt wiederkehrend nach Ablauf von einem Jahr nach der letzten Messung. Die Messergebnisse werden der Überwachungsbehörde mitgeteilt.

alle drei Jahre:
Messung der Emissionen an Schwefeloxiden im Abgas der vorhandenen BHKW durch eine nach BImSchG bekanntgegebene Stelle. Die Messung erfolgt wiederkehrend nach Ablauf von drei Jahren nach der letzten Messung. Die Messergebnisse werden der Überwachungsbehörde mitgeteilt.

regelmäßige Wartungsintervalle:
Durchführung von Wartungen aller Aggregate nach Herstellervorgabe

Die vorgenannten Maßnahmen werden im Betriebstagebuch dokumentiert.

5.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, insbesondere zur Verminderung der Emissionen sowie zur Messung von Emissionen und Immissionen

Die Anlagenbestandteile der Biogasanlage sind wie jede andere technische Einrichtung grundsätzlich in der Lage verschiedene Emissionen zu verursachen. Durch verschiedene betriebliche und verfahrenstechnische Maßnahmen können diese Emissionen reduziert oder weitestgehend vermieden werden. Nachfolgend sind diese Maßnahmen dargestellt:

Betriebliche Maßnahmen zur Emissionsminderung

Um die Geruchsemissionen möglichst gering zu halten, wird von einer sachgemäßen Führung der Biogasanlage ausgegangen. Dies beinhaltet u.a. folgende Faktoren:

· ausschließliche Verwendung der beantragten und genehmigten Inputstoffe
· Vermeidung von Fehlern in der Verfahrensführung und dadurch bedingte Emissionen
· regelmäßige Emissionsmessungen
· regelmäßige Wartungen und Betriebsmessungen der Anlagenkomponenten
· umgehende Beseitigung von Verschmutzungen
· ggf. Reinigung von Anlagenkomponenten
· sofortiges Verschließen der Hallentore nach Ein- oder Ausfahrt
· sofortiges Verschließen der Abdeckung des Feststoffdosierers am Technikgebäude

Bauliche bzw. verfahrenstechnische Maßnahmen zur Emissionsminderung

Neben den vorgenannten betrieblichen Maßnahmen zur Emissionsminderung führen verschiedene bauliche bzw. verfahrenstechnische Maßnahmen zu einer Minimierung von Geruchs- und Schallemissionen. Im Rahmen der Erweiterung der Biogasanlage sind folgende Maßnahmen geplant:

Gasdichte Ausführung der neuen Behälter
Die Errichtung der beiden neuen Behälter führt zu keinen zusätzlichen Emissionen, da die Behälter gasdicht ausgeführt werden. Die beiden Behälter werden an die Gasverwertung angeschlossen, um das in den Behältern entstehende bzw. gelagerte Biogas dort vollständig nutzen zu können. Geruchsemissionen aus diesen Behältern können ausgeschlossen werden.

Entsprechend Ziffer 5.4.1.15 e) der aktuellen TA Luft vom 18. August 2021 wird das Behälterdach des neuen Gärrestspeichers als Tragluftdach - bestehend aus einer innenliegenden Gasmembran und einer zusätzlichen äußeren Umhüllung der Gasmembran - ausgeführt. Der Abluftstrom des Zwischenraums wird entsprechend der Vorgaben kontinuierlich auf Leckagen überwacht. Die gemessenen Werte werden aufgezeichnet. Die Dokumentation wird fünf Jahre aufbewahrt und der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorgelegt.
Ein Produktdatenblatt des vorgesehenen Systems mit Angabe verschiedener technischer Daten ist dem Abschnitt 3.9.4 dieses Antrags beigefügt.

Ebenso wird entsprechend Ziffer 5.4.1.15 g) der aktuellen TA Luft vom 18. August 2021 der Gasfüllstand kontinuierlich überwacht und angezeigt. Das Tragluftdach wird mit einer automatischen Einrichtung versehen, die unzulässige Gasfüllstände erkennt und meldet. Die Gasverbrauchseinrichtungen (Biogasaufbereitungsanlage oder Fackel) werden bei unzulässigen Gasfüllständen automatisch in Betrieb gesetzt, bevor Emissionen über die Überdrucksicherung

entstehen. Das Ansprechen der Über- und Unterdrucksicherung löst einen Alarm aus und wird registriert und dokumentiert. Die Dokumentation wird 5 Jahre aufbewahrt und der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorgelegt.
Datenblätter für das vorgesehene System zur Füllstandsüberwachung sind dem Abschnitt 3.9.4 dieses Antrags beigefügt.

Einhaltung der hydraulischen Verweilzeit gemäß VDI 3475 Blatt 4
Durch die Errichtung des neuen Fermenters und des neuen gasdichten Gärrestspeichers wird die gemäß TA Luft geforderte hydraulische Verweilzeit im gasdichten System von 110 Tagen eingehalten. Im Gärrest enthaltenen Restgasemissionen werden hierdurch deutlich reduziert. Eine Berechnung der hydraulischen Verweilzeit im gasdichten System ist nachfolgend als Anlage beigefügt.

Einsatz von Tauchmotorrührwerken
Innerhalb der neuen Behälter kommen wie bei den vorhandenen Behältern Tauchmotorrührwerke zum Einsatz. Schallemissionen, wie sie z. B. bei Rührwerken mit außenliegendem Motor auftreten, werden vermieden.

Errichtung einer Einhausung für den neuen Feststoffdosierer sowie Abdeckung des Feststoffdosierers
Der neue Feststoffdosierer wird innerhalb einer Einhausung untergebracht. Die Einhausung ist dreiseitig mit vollständig geschlossenen Wänden umfasst und mit einem Dach versehen. Der Feststoffdosierer verfügt über eine Abdeckung, die für die Befüllvorgänge geöffnet wird und nach der Befüllung wieder vollflächig geschlossen wird, so dass Emissionen aus dem Bereich des Feststoffdosierers deutlich reduziert werden können.

Errichtung einer geschlossenen Lagerhalle für separierte feste Gärreste
Um die mittels des Separators und im Auffangbunker kurzzeitig zwischengelagerten separierten festen Gärreste außerhalb der landwirtschaftlichen Ausbringungszeiten für einen längeren Zeitraum lagern zu können, ist die Errichtung einer geschlossenen Lagerhalle vorgesehen.
Für den Fall, dass in der Lagerhalle keine Kapazitäten mehr zur Verfügung stehen und ein Teil der separierten festen Gärreste auf der befestigten Fläche zwischen Lagerhalle und Fahrsiloanlage gelagert wird, werden diese Gärreste zum Schutz vor Wiedervernässung mit einer Folie abgedeckt. Emissionen in Form von Gerüchen und luftverunreinigenden Stoffe, die durch die Lagerung der separierten festen Gärreste in der Halle oder auf der angrenzenden befestigten Fläche entstehen, können somit deutlich reduziert werden.

Einhausung des Sauerstoffgenerators und der Substratpumpen
Der Sauerstoffgenerator sowie die Substratpumpen, die zur Beförderung der Substrate zwischen den Behältern und sonstigen Anlagenteilen notwendig sind, werden witterungsgeschützt in einem Container, im Technik- und Pumpengebäude bzw. in Einhausungen aufgestellt. Schallemissionen, die durch den Betrieb der Aggregate entstehen, werden hierdurch reduziert.

Einsatz der vorhandenen stationären Notfackel zur Verbrennung von überschüssigem Biogas
Durch die vorhandene und die neu gaplente stationäre Gasfackel können Spitzen in der Biogasproduktion, die in der Gasaufbereitungsanlage oder in den BHKW nicht verwertet werden können, jederzeit sicher verbrannt werden. Ein Ansprechen der Überdrucksicherungen der gasdichten Behälter und ein damit verbundenes Entweichen unverbrannten Biogases in die Atmosphäre kann somit minimiert bzw. nahezu ausgeschlossen werden.

Errichtung eines Containers für die Gasaufbereitungsanlage

Ein Teil der Aggregate der Gasaufbereitungsanlage wird in einem Container untergebracht. Der Technikraum des Containers wird schallisoliert ausgeführt. Schallemissionen, die durch den Betrieb dieser Aggregate entstehen, werden hierdurch reduziert.

Errichtung einer RTO-Anlage
Die mit Kohlendioxid angereicherte Abluft der Gasaufbereitungsanlage wird der RTO-Anlage zur Nachbehandlung zugeführt und dort gereinigt. Die gereinigte Abluft wird anschließend über einen Abgaskamin abgeleitet. Die Grenzwerte für Kohlendioxid, Gesamtkohlenstoffe und Stickoxide gemäß TA Luft werden hierdurch eingehalten.

Messung von Emissionen

Zur Überwachung der Emissionen, die durch die Gasaufbereitungsanlage bzw. die nachgeschaltete RTO-Anlage verursacht werden, erfolgen wiederkehrend Messungen aller emissionsrelevanten Parameter wie Gesamtkohlenstoff, Kohlenmonoxid und Stickoxid.

Die Messungen werden durch eine nach § 29b BImSchG notifizierte Messstelle durchgeführt und ausgewertet. Für die Messung werden geeignete Messplätze vorgesehen. Die Messergebnisse werden der Überwachungsbehörde mitgeteilt.

Anlagen:

- 5.1.1 Verweilzeit im gasdichten System.pdf

5.1.1 Berechnung der hydraulischen Verweilzeit im gasdichten System

Angaben zu Inputstoffen und Gärresten

jährliche Menge an Inputstoffen:	46.000 t/a	=	**46.000 m³/a**
jährliche Menge an Gärresten:	40.740 t/a	=	**40.740 m³/a**
tägliche Inputmenge:	46.000 m³/a : 365 d	=	**126,03 m³/d**
tägliche Gärrestmenge:	40.740 m³/a : 365 d	=	**111,62 m³/d**

Ermittlung der Füllvolumina der Fermenter

Fermenter (Nr. 10) - Typ MST 1.A 7/53

Anzahl:								1
mittlerer Innenradius r_{im}							=	12,7475 m
Wandhöhe							=	6,87 m
Freibord							=	0,82 m
Füllhöhe h_F							=	6,05 m
		r_{im}^2	x	π	x	h_F		
Nettofüllvolumen	=	12,748 m	x	π	x	6,05 m	=	**3.088,55 m³**

Hochfermenter (Nr. 19)

Anzahl:								1
mittlerer Innenradius r_{im}							=	11,900 m
Wandhöhe							=	22,558 m
Freibord							=	0,55 m
Füllhöhe h_F							=	22,008 m
		r_{im}^2	x	π	x	h_F		
Nettofüllvolumen	=	11,900 m	x	π	x	22,01 m	=	**9.790,94 m³**

Füllvolumen Fermenter, gesamt	=	**12.879,49 m³**

Ermittlung der Füllvolumina der gasdichten Gärrestspeicher

Gärrestspeicher I (Nr. 9) - Typ MST 1.A 7/68

Anzahl:									1
mittlerer Innenradius r_{im}							=	16,361	m
Wandhöhe							=	6,87	m
Freibord							=	0,50	m
Füllhöhe h_F							=	6,37	m
		r_{im}^2	x	π	x	h_F			
Nettofüllvolumen	=	16,361 m	x	π	x	6,37 m	=	**5.356,84**	**m³**

Gärrestspeicher III (Nr. 20) - Typ BY 4000

mittlerer Innenradius r_{im}							=	20,00	m
Wandhöhe							=	10,00	m
Freibord							=	0,50	m
Füllhöhe h_F							=	9,50	m
		r_{im}^2	x	π	x	h_F			
Nettofüllvolumen	=	20,000 m	x	π	x	9,50 m	=	**11.939,05**	**m³**

Füllvolumen Gärrestspeicher, gesamt	=	**17.295,90**	**m³**

Ermittlung der Verweilzeiten

Verweilzeit Fermenter

$$\text{Verweilzeit} = \frac{\text{Füllvolumen Fermenter}}{\text{tägliche Inputmenge}} = \frac{12.879\ \text{m³}}{126,03\ \text{m³/d}} = 102,2\ \text{d}$$

Verweilzeit Gärrestspeicher

Die Gärreste der beiden Fermenter werden zunächst dem Gärrestspeicher III (Nr. 20) zugeführt. Da dem Gärrestspeicher III Gärreste entnommen werden, um mittels eines Separators feste Gärreste abzutrennen, wird für die Ermittlung der Verweilzeit lediglich dieser Behälter berücksichtigt.

$$\text{Verweilzeit} = \frac{\text{Füllvolumen Gärrestspeicher III}}{\text{tägliche Gärrestmenge}} = \frac{11.939\ \text{m³}}{111,62\ \text{m³/d}} = 107,0\ \text{d}$$

Verweilzeit gesamt

$$\text{Verweilzeit} = \text{Verweilzeit Fermenter} + \text{Verweilzeit Gärrestspeicher III}$$

$$= 102,2\ \text{d} + 107,0\ \text{d} = \mathbf{209,2\ d}$$

5.2 Fließbilder über Erfassung, Führung und Behandlung der Abgasströme

Ein Fließbild der für die Abgasströme der Gasaufbereitungsanlage geplanten RTO-Anlage der Gastechnik Himmel GmbH ist dem Abschnitt 3.8.3.2 dieses Antrags beigefügt. Innerhalb des Fließbildes sind die Abgasströme dargestellt.

5.3 Zeichnungen Abluft-/Abgasreinigungssystem

Eine Darstellung der geplanten RTO-Anlage ist den Unterlagen der Gastechnik Himmel GmbH unter Abschnitt 3.9.8.2 dieses Antrags zu entnehmen.

5.4 Abluft-/Abgasreinigung

Dieses Formular ist für jeden Abluft- bzw. Abgasstrom auszufüllen.

Gasreinigungsanlage(n) gemäß Fließbild:	RTO-Anlage
Angeschlossene Betriebseinheit(en) Nr.:	4.3
Verbunden mit Quelle(n) Nr.:	Gasaufbereitungsanlage
Bauart/Typ der Gasreinigungsanlage:	Regenerativ Thermische Oxidation
Reinigungsprinzip:	thermische Abgasreinigung
Abgas-/Abluftmenge im Auslegungszustand:	350 m^3/h bezogen auf

Wirksamkeit der Gasreinigungsanlage im Auslegungszustand			
Abgeschiedene Stoffe	Konzentration [mg/m^3]		Abscheidegrad [%]
	Rohgas	Reingas	
1	2	3	4
Abgas Gasaufbereitungsanlage / Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C)		20	
Abgas Gasaufbereitungsanlage / Kohlenmoxid (CO)		100	
Abgas Gasaufbereitungsanlage / Stickoxide (NOx)		100	

6.1 Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung (12. BImSchV)

1. Wurde der Behörde bereits angezeigt, dass ein Betriebsbereich vorliegt?

- [x] Ja. Bitte fahren Sie mit Frage 2 fort.
- [ ] Nein. Bitte fahren Sie mit Frage 3 fort.

2. Ergeben sich durch das beantragte Vorhaben Änderungen in Bezug auf das tatsächliche oder vorgesehene Vorhandensein gefährlicher Stoffe nach Anhang I Spalte 2 der 12. BImSchV oder deren Entstehung bei außer Kontrolle geratenen Prozessen (auch bei der Lagerung)?

- [x] Ja. Bitte aktualisieren Sie die Berechnung zur Ermittlung von Betriebsbereichen und legen Sie die Unterlagen der Ermittlungshilfe diesem Antrag bei. Fahren Sie bitte mit Frage 4 fort.
- [ ] Nein. Bitte legen Sie die entsprechenden Unterlagen zur bereits erfolgten Anzeige diesem Antrag bei und fahren mit Abschnitt 6.2 fort.

3. Sind gefährliche Stoffe nach Anhang I Spalte 2 der 12. BImSchV in einer oder mehreren Anlagen eines Betreibers tatsächlich vorhanden oder kann vernünftigerweise vorhergesehen werden, dass solche Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen (auch bei der Lagerung) entstehen?

- [ ] Ja. Ermitteln Sie bitte, ob die Mengenschwellen zum Erreichen eines Betriebsbereiches erreicht oder überschritten werden.
- [ ] Nein.

4. Liegt entsprechend der Ermittlungshilfe ein Betriebsbereich vor?

- [ ] Nein. Es liegt kein Betriebsbereich vor. Bitte fahren Sie mit Abschnitt 6.4 fort.
- [x] Ja. Es liegt ein Betriebsbereich der unteren Klasse vor. Bitte fahren Sie mit Abschnitt 6.2 fort.
- [ ] Ja. Es liegt ein Betriebsbereich der oberen Klasse vor. Bitte bearbeiten Sie Abschnitt 6.2 und 6.3.

Anlagen:

- 6.1.1 Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallV auf Biogasanlagen.pdf
- 6.1.2 Erläuterung zum Formular 6.1.1.doc

6.1.2 Prüfung der Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung auf Biogasanlagen

Bitte die Hinweise zur Anwendung unter "Erläuterungen" beachten! **Version 1.3**

Die Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallV muss in zwei Schritten erfolgen:
1. Die Volumina an Biogas werden errechnet und mit der Dichte des Biogases multipliziert.
Hierzu finden Sie Hilfen auf den nachfolgenden Blättern. Zumindest in den Blättern "Fermenter" und "Gärrestlager" müssen Anzahl und Abmessungen eingetragen werden. Das Volumen eines separaten Gaslagers ist auf diesem Blatt einzutragen. Für Rohrleitungen wird 2% des sonstigen Volumens angenommen, falls im Blatt "Rohrleitungen" keine Eintragung erfolgt. Sofern eine Hydrolysestufe vorhanden ist, ist das Volumen an vorhandenem Hydrolysegas auf diesem Blatt einzutragen. Das Ergebnis des Schrittes 1. wird unten angezeigt (siehe Text in den Zeilen 44 bis

2. Die Massen der sonstigen "vorhandenen" Stoffe müssen ggf. geprüft werden.
Dies ist in dieser Arbeitshilfe **nicht** integriert und muss manuell oder mit Hilfe anderer, geeigneter Programme erfolgen.

Eine Eingabe wird von Ihnen erwartet bei den Feldern:
Eine Eingabe ist möglich (mit Nachweis) bei den Feldern:

Anlage/ Betriebsbereich:	BGA Timphaus	NR.:	
Straße:	An den Teichen 27		
PLZ:	**49393**	HW:	
Ort:	Lohne	RW:	

1. Prüfung der Anwendbarkeit aufgrund des Vorhandenseins hochentzündlicher Gase

	Volumen m³	relevante Masse kg
Fermenter	2.664	3.463
Gasspeicher	0	0
Gärrestelager	27.119	35.255
Rohrleitungen	596	774
sonstiges		0
Biogas	30.379	39.492

Maximal mögliche/zulässige Dichte Biogas: 1,3 kg/m³

	Volumen m³	relevante Masse kg
Hydrolyse	0	0
Maximal mögliche/zulässige Dichte an Hydrolysegas	1,0 kg/m³	

"Vorhandenes" Biogas **39.492 kg**

Anwendbarkeit der StörfallV wg. des Vorhandenseins hochentzündlicher Gase: **Grundpflichten, sonstige Stoffe prüfen!**

Hinweise:

Die StörfallV definiert das Vorhandensein von Stoffen wie folgt:

Vorhandensein gefährlicher Stoffe:
das tatsächliche oder vorgesehene Vorhandensein gefährlicher Stoffe oder ihr Vorhandensein, soweit davon auszugehen ist, dass sie bei einem außer Kontrolle geratenen industriellen chemischen Verfahren anfallen, und zwar in Mengen, die die in Anhang I genannten Mengenschwellen erreichen oder überschreiten
Anhang I Nr. 4 Satz 1:
Die für die Anwendung der einschlägigen Vorschriften zu berücksichtigenden Mengen sind die Höchstmengen, die zu irgendeinem Zeitpunkt vorhanden sind oder vorhanden sein können.

Der Begriff Betriebsbereich wird in § 3 Abs. 5a BImSchG wie folgt definiert:
Ein Betriebsbereich ist der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich, in dem gefährliche Stoffe im Sinne des Artikels 3 Nr. 4 der Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen (ABl. EG 1997 Nr. L 10 S. 13), geändert durch die Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2003 (ABl. EU Nr. L 345 S. 97), in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen und Tätigkeiten einschließlich Lagerung im Sinne des Artikels 3 Nr. 8 der Richtlinie in den in Artikel 2 der Richtlinie bezeichneten Mengen tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein werden, soweit davon auszugehen ist, dass die genannten gefährlichen Stoffe bei einem außer Kontrolle geratenen industriellen chemischen Verfahren anfallen; ausgenommen sind die in Artikel 4 der Richtlinie 96/82/EG angeführten Einrichtungen, Gefahren und Tätigkeiten.

Weitere Hinweise in der Vollzugshilfe des BMU zur StörfallV zu entnehmen:
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/vollzugshilfe_stoerfall_vo.pdf

Grundsätzlich kann das Volumen in Rohrleitungen mit 2 % des Volumens der anderen Anlagenteile angenommen werden. (Diese Berechnung erfolgt automatisch, falls im Blatt Rohrleitung keine Eintragung erfolgt.) In Anlagen, deren Teile nahe beeinander aufgestellt sind (keine gasführenden Rohrleitungen länger als 100 m) kann der Rohrleitungsinhalt mit 50 kg angenommen werden. (dann ist 50 (kg) manuell in G32 einzutragen!)

Hinweis des AISV:
Auf seiner 118. Sitzung hat der AISV sich dafür ausgesprochen, auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas störfallrechtlich der Nr. 11 des Anhangs I der Störfall-Verordnung zuzuordnen.
Dies trifft für Gase zu, die die Anforderungen für die Netzeinspeisung (DVGW 262) erfüllen.

Optionale Eingaben der Gaszusammensetzungen:

1. Berechnung der Dichte von Bio- und Hydrolysegas für alle Anlagenteile:

Daten aus KAS - 12		vorhandenes Biogas:	Dichte °C 15	Dichte °C 0	1013 mbar
CO_2	55%	55%	1,830	1,977	kg/m³
CH_4	45%	45%	0,667	0,718	kg/m³
Biogas:			**1,307**	**1,410**	kg/m³
Verhältnis zu Luft:			1,07	1,09	

Im KAS Merkblatt "Sicherheit in Biogasanlagen" wird als Modell für Biogas eine CO_2/CH_4-Mischung betrachtet und als minimale Methankonzentration 45% angegeben. Dieser Wert wird hier angesetzt und 15°C als mittlere Temperatur von Fermentern und unbeheizten, nicht isolierten Gärrestelagern (im Winter) angenommen.
http://www.kas-bmu.de/publikationen/kas/KAS_12.pdf

Berechnung der Dichte von Hydrolysegas

		vorhandenes Hydrolysegas	Dichte °C 15	Dichte °C 0	1013 mbar
CO_2	50%	50%	1,830	1,977	kg/m³
H_2	50%	50%	0,084	0,090	kg/m³
Hydrolysegas:			**0,957**	**1,033**	kg/m³

Nach: Daniel Preißer: Bietet eine separate Hydrolyse zusätzliches Potential in NaWaRo-Biogasanlagen, Universität Hohenheim 5.6.2008

Hinweis:
Optional können die vorgegebenen Werte für die Gaszusammensetzungen ersetzt werden. Dies kann 1.) entweder für die Zusammensetzung von Biogas in allen Anlagenteilen und/oder die Hydrolysestufe erfolgen (linke Seite) oder 2.) für jede Gruppe von Anlagenteilen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zusammensetzungen in jeder Gruppe (rechte Seite).

Bei 1.) sind die Werte für "vorhandenes Biogas" (C7:C8) und/oder "vorhandenes Hydrolysegas" (C20:C21) zu überschreiben.

Bei 2.) sind die Werte für die Zusammensetzung des Gases in vol% für Gruppen von Anlagenteilen einzugeben, wobei dies für **jede** Gruppe erfolgen muss, für die ein Volumen eingetragen wurde. Die Summe muss 100% ergeben. Das Programm prüft dann, ob das entsprechende Gas gemäß der ISO 10156 hochentzündlich ist.

Ist dies nicht der Fall, können Volumina entsprechender Anlagenteile bei der Eingabe auf den nachfolgenden Blättern entfallen, wenn ein Nachweis von einer Messstelle nach § 26 BImSchG oder einer ZÜS für den Bereich Ex-Schutz, dass verfahrens- oder anlagenbedingt kein hochentzündliches Gasgemisch gemäß ISO 10156 und StörfallV "vorhanden" sein kann, vorliegt. Soweit ein derartiger Nachweis nicht vorliegt, sind auch die entsprechende Volumina zu berücksichtigen.

2. Berechnung der Dichte von Bio- und Hydrolyegas für einzelne Anlagenteile :
(Werte für "Fermenter" bis "sonstiges" bitte vollständig eingeben, wenn Volumen vorhanden)

Berechnung der Zündfähigkeit und Dichte von Bio- Hydrolysegas nach ISO 10156 (2010(E):

	Hydrolyse	Fermenter	Gasspeicher	Gärrestelager	Rohrleitungen	sonstiges
CH_4 (%)	0					
H_2 (%)	0					
NH_3 (%)	0					
H_2S (%)	0					
CO_2 (%)	0					
H_2O (%)	0					
N_2 (%)	0	0	0	0	0	0
Rest:	100	100	100	100	100	100
Summe (%)	Werte prüfen	Werte prüfe	Werte prüfen!	Werte prüfen!	Werte prüfen!	Werte prüfen!
Dichte 15°C	0	0	0	0	0	0 kg/m³

Ein Gas ist nach ISO 10156 hochentzündlich, wenn **ΣAi(100/Tci-1)>ΣBk*Kk** ist.

=ΣAi(100/Tci-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
=ΣBk*Kk	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	Tci in %	**Li in %**	**Dichte 15 °C**	**Dichte 0 °C**
CH_4 (%)	8,7	4,4	0,667	0,718
H_2 (%)	5,5	4	0,084	0,090
NH_3 (%)	40,1	15,4	0,7198	0,7714
H_2S (%)	8,9	3,9	1,435	1,5359

	Kk in %		
CO_2 (%)	1,5	1,830	1,977
H_2O (%)	1,5	0,013	
N_2 (%)	1	1,1694	1,25

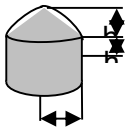
Tci in % Maximalgehalt des Gases, das mit N_2 gemischt, nicht entflammbar in Luft ist.

Li in % Untere Zündgrenze in Luft

Kk Äquivalenzkoeffizient eines Inertgases bezogen auf N_2

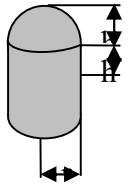
Berechnung des technisch maximal möglichen oder zulässigen Volumens von Biogas im Fermenter/in den Fermentern (Behältern, die unter möglichem Vorhandensein von hochentzündlichem Biogas mit konstanten Füllständen betrieben werden.)

Gesamtvolumen: 2.663,88



Bitte alle Maße in Meter eingeben.

Einzelvolumina 722,20 m³



1.941,68 m³

Zylindrische Fermenter mit aufgesetztem Kegel (z.B. mit Innen- u

Anzahl	r Zylinder-radius	h'' Freibord	h' Kegelhöhe	Volumen	
Hochfermenter, Freibord					*(neu)*
1	11,901	0,55	0	244,71	
Hochfermenter, Dach (Berechnung lt. Anlage)					
1	-	-	-	477,49	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	

Zylindrische Fermenter mit aufgesetztem Kugelsegment (z.B. Behälter mit

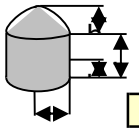
Anzahl	r Zylinder-radius	h'' Freibord	h' Höhe Kugel-segment	Volumen	
1	12,736	0,8	5,65	1.941,68	7/53 (Bestand)
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
				0,00	

Berechnung des technisch maximal möglichen oder zulässigen Volumens von Biogas im abgedeckten Gärrestelager/in den abgedeckten Gärrestelagern (Behältern, die unter möglichem Vorhandensein von hochentzündlichem Biogas mit wechselnden Füllständen (z.B. Vorlagen, Gärrestelager) betrieben werd

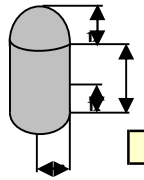
Gesamtvolumen: 27.118,98 m³

Bitte alle Maße in Meter eingeben.

Einzelvolumina



0,00 m³



27.118,98 m³

Zylinder mit aufgesetztem Kegel (z.B. mit Innen- und Außenfolie)

Anzahl	r Zylinder-radius	h Höhe	h''' Stand nach Entleerung	h' Kegelhöhe	Volumen
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00

Zylinder mit aufgesetztem Kugelsegment (z.B. Behälter mit einer Folie unter Innendruck

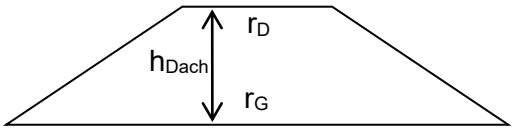
Anzahl	r Zylinder-radius	h Höhe	h''' Stand nach Entleerung	h' Höhe Kugel-segment	Volumen	
1	16,361	6,87	0,17	7,83	9.178,02	MST 7/68 (Bestand)
1	20,00	10,00	0,17	8,40	17.940,96	*BY 4000 (neu)*
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	

6.1.2 Erläuterungen zum Formular 6.1.1:
„Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallV auf Biogasanlagen“
(Arbeitshilfe des Bundesumweltamtes)

Die Ermittlung der in der Biogasanlage zu berücksichtigenden Biogasmenge zur Prüfung der Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung hat nach der vorangegangenen Arbeitshilfe des Umweltbundesamtes (Formular 6.1.1) zu erfolgen.

Da die Arbeitshilfe des Umweltbundesamtes die hier vorhandene Dachform (Kegelstumpf) des geplanten Hochfermenters nicht beinhaltet, wurde alternativ die folgende Berechnung für das Fermenterdach durchgeführt und der ermittelte Wert anschließend in die Arbeitshilfe des Bundesumweltamtes übertragen. Die Berechnung des Gasvolumens im Bereich des Behälterfreibordes oberhalb des konstanten Substratfüllstandes erfolgte mithilfe der Arbeitshilfe des Umweltbundesamtes (Abschnitt 6.1.2).

$$\text{Volumen}_{\text{Fermenterdach}} = 1/3 \times \pi \times h_{\text{Dach}} \times (r_G^2 + r_G \times r_D + r_D^2)$$
$$= 1/3 \times \pi \times 2{,}42\ \text{m} \times \mathbf{(}(12{,}015\text{m})^2 + 12{,}015\ \text{m} \times 2{,}945\ \text{m} + (2{,}945\text{m})^2\mathbf{)}$$
$$\mathbf{= 477{,}49\ m^3}$$



r_D = Radius Deckfläche

r_G = Radius Grundfläche

Abbildung: Fermenterdach

Die Berechnungen der anderen Behälter erfolgten vollständig mithilfe der Arbeitshilfe des Bundesumweltamtes.

6.2 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen zur Verhinderung und Begrenzung von Störfällen

Biogas ist ein entzündbares Gas (Kategorie 1) und somit nach Nr. 1.2.2 der Stoffliste des Anhanges I der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) einzustufen. Das ermittelte Gesamtgewicht an Biogas der vorhandenen Anlage beträgt ca. 14.583 kg, so dass die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg) überschritten wird und die vorhandene Biogasanlage einen Betriebsbereich im Sinne der Störfall-Verordnung darstellt.

Durch die geplante Errichtung der beiden neuen gasdichten Behälter erhöht sich die maximal gelagerte Biogasmenge auf ca. 39.492 kg. Da hierdurch weiterhin lediglich die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg) überschritten wird, die Mengenschwelle der Spalte 5 (50.000 kg) jedoch weiterhin unterschritten wird, stellt die Biogasanlage zukünftig unverändert einen Betriebsbereich der unteren Klasse im Sinne der Störfall-Verordnung dar, für den weiterhin die Pflichten der §§ 3 - 8a der 12. BImSchV einzuhalten sind. Diese beinhalten u.a. die Ausarbeitung eines Konzepts zur Verhinderung von Störfällen (Störfallkonzept). Innerhalb des Störfallkonzeptes sind die wesentlichen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen und Mittel definiert, die zur Verhinderung von Störfällen, zur Begrenzung von Auswirkungen und zum sicheren Betrieb sämtlicher Anlagenteile des Betriebsbereichs beitragen.

6.2.1 Konzept zur Verhinderung von Störfällen

Für die vorhandene Biogasanlage liegt das nachfolgend als Anlage beigefügte Störfallkonzept vor. Innerhalb des Störfallkonzeptes sind die wesentlichen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen und Mittel definiert, die zur Verhinderung von Störfällen, zur Begrenzung von Auswirkungen und zum sicheren Betrieb sämtlicher Anlagenteile des Betriebsbereichs beitragen. Die im Konzept benannten Maßnahmen und Mittel haben für die Erweiterung der Anlage weiterhin Gültigkeit.

Gemäß § 8 der 12. BImSchV wird das Störfallkonzept im Rahmen der Änderung bzw. Erweiterung der Anlage aktualisiert und der Genehmigungs- und Überwachungsbehörde spätestens zur Inbetriebnahme der geänderten und erweiterten Anlage vorgelegt.

Anlagen:

- 6.2.1 Störfallkonzept - Bestandsanlage.pdf

Konzept zur Verhinderung von Störfällen

gemäß § 8 Störfallverordnung

für den Betriebsbereich der

Biogasanlage Timphaus

Projekt:	Biogasanlage Timphaus
Standort:	Straße H-Nr.: An den Teichen 27 PLZ Ort: 49393 Lohne OT Märschendorf
Betreiber:	Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG Landstraße 3 49393 Lohne OT Märschendorf

unter Zusammenarbeit

mit:	TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG Trelleborger Str. 15 18107 Rostock
Sachverständiger:	Dipl.-Ing. (FH) Zöfel Bekanntgegeben nach §29b BImSchG
Email:	czoefel@tuev-nord.de

Dieses Dokument umfasst 97 Textseiten.

Auftragsnummer: 8117688888 17.01.2020

Inhalt

Seite

1 Revisionsstand 4

2 Vorbemerkungen 5

2.1 Gesamtziele und allgemeine Grundsätze 5
2.2 Gesamtziele und allgemeine Grundsätze 5

2.2.1 Einhaltung und Umsetzung des Störfallrechts 5
2.2.2 Ziele des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen 7
2.2.3 Störfalldefinition 8

3 Bestehendes Gefahrenpotential des Betriebsbereiches 9

3.1 Gefährdung durch den technischen Zweck der Anlage 9

3.1.1 Betriebseinheit BE 1.1 - Substratannahme u. Einbringung 11
3.1.2 Betriebseinheit BE 1.2 – Vergärung u. Gaserzeugung (Fermentation) 12
3.1.3 Betriebseinheit BE 1.3 - Warmwasserspeicherung 13
3.1.4 Betriebseinheit BE 2.1+2.2 - Gasverwertung 14
3.1.5 Betriebseinheit BE 3.1 - Gärrestspeicherung 14
3.1.6 Steuerung 15

3.2 Gefährdung durch innerbetriebliche Tätigkeiten 16
3.3 Betrachtung der örtlichen Lage 16
3.4 Verzeichnis der gefährlichen Stoffe 18

3.4.1 Stoffeigenschaften Biogas 19

3.5 Festlegung der störfallrelevanten Stoffe gemäß Anhang I 12. BImSchV 23
3.6 Ermittlung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile 23

3.6.1 Sicherheitsrelevante Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt 24
3.6.2 Sicherheitsrelevante Anlagenteile mit besonderer Funktion 25
3.6.3 Prüfung und Wartung für SRA 27

4 Ermittlung der Gefahren und Analyse der Risiken von Störfällen für Sicherheitsrelevante Anlagenteile 28

4.1 Betrachtung möglicher Gefahrenquellen 28

4.1.1 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen 28
4.1.2 Betriebliche-/ anlagenbezogene Gefahrenquellen 29

4.2 Ergänzende Gefahrenanalyse zu umgebungsbedingten Gefahrenquellen 30

4.2.1 Störung 1: Blitzschlag 30
4.2.2 Störung 2: Sturm 31
4.2.3 Störung 3: Frostperioden 32
4.2.4 Störung 4: Schneefall 32
4.2.5 Zusammenfassende Gefahrenanalyse zu umgebungsbedingten Gefahrenquellen 34

4.3 Gefahrenanalyse / Risikobeurteilung zu den betrieblichen-/ anlagenbezogene Gefahrenquellen 35

4.3.1 Störung 1: Versagen der Zylinderwandungen – Substratfreisetzung 35

4.3.2 Störung 2: Überfüllung der Gärbehälter 35
4.3.3 Störung 3: unkontrollierte Gasproduktion in gasdichten Gärbehältern oder Biogasverbraucher-Ausfall 36
4.3.4 Störung 4: Stromausfall 37
4.3.5 Störung 5: Explosionsfähige Atmosphäre durch Unterdruck in gasdichten Gärbehältern 38
4.3.6 Störung 6: Explosionsfähige Atmosphäre durch Entschwefelung 39
4.3.7 Störung 7: Menschliches Fehlverhalten 40

4.4 Ergebnisse einer Gefahrenanalyse 41

5 Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen /Sicherheitsmanagementsystem 42

5.1 Allgemeine Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen 42

5.1.1 Explosionsschutzmaßnahmen 42
5.1.2 Brandschutzmaßnahmen 43
5.1.3 Auslegungsmaßnahmen 44

5.2 Technische Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen 45

5.2.1 Schutzmaßnahmen - Gärbehälter 45
5.2.2 Schutzmaßnahmen - Kondensatstrecke 46
5.2.3 Schutzmaßnahmen – Gasverwertung, Notfackel 46
5.2.4 Schutzmaßnahmen – Entschwefelung/Technikraum 46
5.2.5 Maßnahmen der Prozessleittechnik 47
5.2.6 Maßnahmen zur Verhinderung von Eingriffen Unbefugter 47
5.2.7 Maßnahmen zur Verhinderung mechanischer Störungen 47
5.2.8 Maßnahmen bei Störungen der Energiesysteme 48
5.2.9 Maßnahme Not-Aus 48
5.2.10 Maßnahme Gassensoren 49

5.3 Organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen / Sicherheitsmanagement 50

5.3.1 Unternehmenspolitik 51
5.3.2 Organisation und Personal 54
5.3.3 Ermittlung und Bewertung der Gefahren von Störfällen 60
5.3.4 Überwachung des Betriebes 62
5.3.5 Sichere Durchführung von Änderungen 71
5.3.6 Planung für Notfälle 76
5.3.7 Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems zur Umsetzung des Störfallkonzepts 83
5.3.8 Systematische Überprüfung und Bewertung 86
5.3.9 Angaben zu Inspektion, Wartung und Reparatur 89

6 Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen 91

7 Anhänge 92

A Lageplan
B Auswirkungsanalyse
C Übersicht über die vorhandenen Betriebsanweisungen

1 Revisionsstand

Rev. Nr.	Datum	Art der Änderung	Zuarbeit	In Kraft gesetzt
0	01/2020	Neuerstellung	TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG	……..
				……..
				……..
				……..
				……..
				……..
				……..
				……..
				……..

2 Vorbemerkungen

2.1 Gesamtziele und allgemeine Grundsätze

Die Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG betreibt am Standort

Straße H-Nr.: An den Teichen 27
PLZ Ort: 49393 Lohne OT Märschendorf

eine Biogasanlage, welche durch das Auftreten gefährlicher Stoffe unter den Geltungsbereich der 12. Bundes-Immissionsschutzverordnung (12. BImSchV, Störfall-Verordnung) fällt.
Die betreffende Biogasanlage wird im vorliegenden Dokument als Biogasanlage Timphaus und ferner als Betriebsbereich Biogasanlage Timphaus benannt.
In der Biogasanlage Timphaus wird in einem mesophilen Vergärungsverfahren aus tierischen und pflanzlichen Inputstoffen Biogas erzeugt, welches anschließend in zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) thermisch verwertet wird um Strom und Wärme zu erzeugen. Die elektrische Energie der BHKW wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die erzeugte thermische Energie dient zur Erwärmung des Gärsubstrats in den beheizten Gärbehältern und damit der Aufrechterhaltung des Fermentationsprozesses. Ein weiterer Teil der Wärmeenergie wird zur Beheizung sinnvoll genutzt.
Die nach der Fermentation zurückbleibenden Gärreste werden als hochwertiger Dünger landwirtschaftlich in der Region verwertet.

2.2 Gesamtziele und allgemeine Grundsätze

2.2.1 Einhaltung und Umsetzung des Störfallrechts

In der Biogasanlage Timphaus werden entzündliche, explosionsgefährliche sowie gesundheits- und umweltgefährliche Stoffe gehandhabt und gelagert. Überschreitet die Teilsumme eines dieser Stoffe (nach Quotientenregel) oder die Menge eines alleinigen Stoffes, die in der Stoffliste des Anhangs I der Störfallverordnung genannten Mengenschwellen, so fällt diese Anlage in den Geltungsbereich der Störfallverordnung.

Primär fällt die Betrachtung auf den Stoff *Biogas*, da dieser Stoff das größte Gasvolumen in der Biogasanlage Timphaus aufweist. *Biogas* ist als entzündbares Gas einzustufen

und wird daher gemäß Stoffliste im Anhang I der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) der Stoffgruppe 1.2.2 zugeordnet.
Für diese Stoffnummer sind in der Stoffliste im Anhang I der 12. BImSchV die Mengenschwellen von 10.000 kg in der Spalte 4 und 50.000 kg in der Spalte 5 definiert.
Im Sinne des Störfallrechtes wird in diesem Konzept die maximal mögliche Biogasmenge in der Biogasanlage Timphaus betrachtet. Diese liegt zwischen 10.000 kg (Spalte 4) und 50.000 kg (Spalte 5) und überschreitet damit die oben genannte Mengenschwelle von 10.000 kg im Anhang I der Störfallverordnung. Somit ist die Biogasanlage Timphaus als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung anzusehen. Damit sind die Pflichten §§ 3 – 8 der Störfallverordnung durch die Betreiber einzuhalten.
Sie beinhalten u.a. die Ausarbeitung eines Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen sowie dessen Aktualisierung hinsichtlich der Umsetzung durch den Betreiber.

Als Betreiber der Biogasanlage Timphaus wird die Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG benannt.

Weiterhin ist gemäß Definition §3, Abs. 5a BImSchG der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich in dem gefährliche Stoffe (hier: Biogas) gelagert oder gehandhabt werden, als ein Betriebsbereich gemäß §3, Abs. 5a BImSchG zu betrachten.

2.2.2 Ziele des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen

Mit dem vorliegenden Konzept zur Verhinderung von Störfällen werden mögliche Gefahren erörtert, welche zu einem Störfall im Sinne der Störfall-Verordnung führen können. Gleichzeitig werden Maßnahmen und Mittel definiert, die das Eintreten eines Störfalls verhindern bzw. dessen Auswirkungen minimieren sollen. Das Konzept umfasst dabei die allgemeinen Grundsätze des Betreibervorgehens der vorgesehenen Maßnahmen sowie Angaben über die vorgesehenen technischen und organisatorischen (Sicherheitsmanagement) Vorkehrungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft. Die Grundlagen des im Betriebsbereich Biogasanlage Timphaus umgesetzten Sicherheitsmanagements-Systems sind in Abschnitt 6.5 dargestellt.
Mit dem vorliegenden Konzept zur Verhinderung von Störfällen werden mögliche Gefahren erörtert, welche zu einem Störfall im Sinne der Störfall-Verordnung führen können. Gleichzeitig werden Maßnahmen und Mittel definiert, die das Eintreten eines Störfalls verhindern bzw. dessen Auswirkungen minimieren sollen. Das Konzept umfasst dabei die allgemeinen Grundsätze des Betreibervorgehens der vorgesehenen Maßnahmen sowie Angaben über die vorgesehenen technischen und organisatorischen (Sicherheitsmanagement) Vorkehrungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft. Die Grundlagen des im Betriebsbereich Biogasanlage Timphaus umgesetzten Sicherheitsmanagements-Systems sind in Abschnitt 5.3 dargestellt.
Mit dem vorliegenden Dokument legt der Betreiber firmenintern und nach außen dar, dass die Verhinderung von Störfällen ein wichtiges Unternehmensziel ist. Er macht deutlich, wie er seine Pflichten zur Verhinderung von Störfällen und Begrenzung ihrer Folgen erfüllt. Das Konzept wird auf aktuellem Stand gehalten (Revisionsstand-Tabelle) und den zuständigen Behörden verfügbar gemacht. Die Umsetzung des Konzeptes wird durch das Sicherheitsmanagement-System geregelt (vgl. Abschnitt 5.3). Die Förderung des ungestörten Anlagenbetriebs, liegt auch aus finanzieller Sicht im Interesse des Betreibers.

Alle Prozesse der Biogasanlage Timphaus sind auf die Sicherheitsansprüche eines Betriebsbereiches gemäß 12. BImSchV abgestimmt, um Ereignisse zu verhindern, die zu einem Störfall führen könnten bzw. bei dennoch Eintreten eines Störfalles (Dennoch-Störfall) dessen Auswirkungen auf ein Minimum zu reduzieren.

Alle Personen, die sich im Betriebsbereich aufhalten oder tätig werden, kennen die Gefahren und geltenden Sicherheitsbestimmungen, sind mit den Örtlichkeiten (Ex-Zonen,

Flucht- und Rettungswege, Feuerlöscher usw.) vertraut und zur Ausübung ihrer Tätigkeiten qualifiziert und unterwiesen (Abschnitt: Qualifikation des Anlagenpersonals). Betriebsfremde werden in diesem Sinne eingewiesen.

Als Gesamtziel gilt es, den sicheren Betrieb der Gesamtanlage zu gewährleisten und somit Arbeitnehmer, Nachbarn und Dritte, sowie Umwelt vor den Auswirkungen von Störfällen zu schützen.

Das vorliegende Konzept zur Verhinderung von Störfällen trägt den folgenden Vorschriften / Unterlagen aufgeführten Grundsätzen Rechnung:

- Anhang III „Grundsätze für das Konzept zur Verhinderung von Störfällen und das Sicherheitsmanagementsystem“ der Störfall-Verordnung.

2.2.3 Störfalldefinition

Zur Erfüllung der Ziele ist es notwendig, den Begriff Störfall zunächst einmal klar zu definieren. Der Störfall ist gemäß der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) nach §2 Nummer 7 definiert als:

„…ein Ereignis, das (…) innerhalb oder außerhalb des Betriebsbereiches zu einer ernsten Gefahr oder zu Sachschäden nach Anhang VI Teil 1 Ziffer I Nummer 4 führt.“

Die *ernste Gefahr* wird nach §2 Nummer 8 in der selbigen Verordnung definiert als:
„eine Gefahr, bei der

a) das Leben von Menschen bedroht wird oder schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigungen von Menschen zu befürchten sind,
b) die Gesundheit einer großen Zahl von Menschen beeinträchtigt werden kann oder
c) die Umwelt, insbesondere Tiere und Pflanzen, der Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- oder sonstige Sachgüter geschädigt werden können, falls durch eine Veränderung ihres Bestandes oder ihrer Nutzbarkeit das Gemeinwohl beeinträchtigt würde.“

Sachschäden nach Anhang VI Teil 1 Ziffer I Nummer 4 sind folgende:
„Sachschäden im Betriebsbereich ab 2 Mio. Euro.“
„Sachschäden außerhalb des Betriebsbereiches ab 0,5 Mio. Euro.“

Ein „*Ereignis“* ist nach §2 Nummer 6 definiert als:
„Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes (…) unter Beteiligung eines oder mehrerer gefährlicher Stoffe.“

Die betreffenden *„gefährlichen Stoffe“* sind ebenfalls im Anhang I der 12. BImSchV genannt. Die auf dem Betriebsbereich der Biogasanlage Timphaus vorkommenden gefährlichen Stoffe im Sinne der 12. BImSchV, sind in Abschnitt 4.4.2 dargestellt.

3 Bestehendes Gefahrenpotential des Betriebsbereiches

Für die Beurteilung des Gefahrenpotentials des Betriebsbereiches sind die folgenden Parameter von Bedeutung:

- Technischer Zweck der Betriebsbereiche/Anlagen mit Grundoperationen (physikalischen oder chemischen Umwandlungen, Zwischenlagerung von Edukten und Produkten, Handhabung von Reststoffen und Abgasen). (Betrachtet im Abschnitt 3.1 und 3.2)
- Die örtliche Lage des Standortes mit den Abständen zu schutzbedürftigen Bebauungen. (Betrachtet im Abschnitt 3.3)
- Gefährliche Stoffe und maximal mögliche Mengen in den jeweiligen Betriebsbereichen/Anlagen. (Betrachtet im Abschnitt 3.5)
- Identifizierung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile, Anlagen wie z. B. Gaslager, Verdichter, Rohrleitungen (Abschnitt 3.6).

3.1 Gefährdung durch den technischen Zweck der Anlage

Gemäß dem Leitfaden KAS 19 ist eine Beschreibung des technischen Zwecks der Anlage sowie der darin vorkommenden Verfahrensschritte zur Identifizierung möglicher Gefahren notwendig. Daher erfolgt in den folgenden Abschnitten eine Beschreibung der Anlage, des Verfahrens und der Tätigkeiten innerhalb der Biogasanlage Timphaus.

<u>Anlagenbeschreibung</u>
Die Biogasanlage Timphaus besteht im Wesentlichen aus einem Güllebehälter, einem Fahrsilo, einem Feststoffdosierer, einem gasdichten Fermenter, einem gasdichten Gärrestlager, einer stationären Gasfackel, zwei Blockheizkraftwerken sowie Peripheriegeräte zum Substrattransport und Gasreinigung.

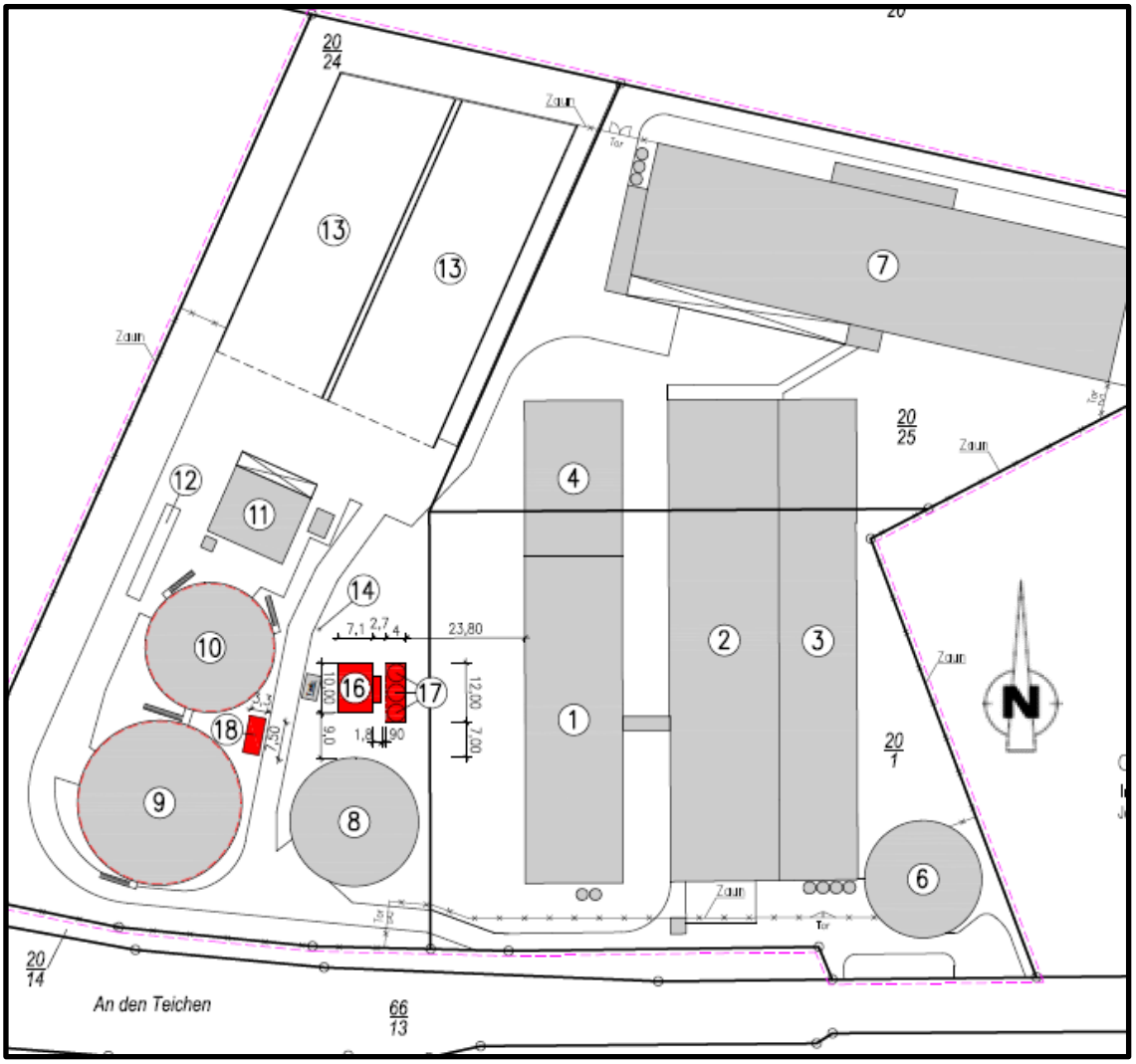


Bild 1: Ausschnitt aus Lageplan - Biogasanlage Timphaus; M 1:1.000; Ersteller: ohne; Zeichnungs-Nr.: ohne; Projekt-Nr.: A1881-P01 Stand: 30.07.201

Betrieben wird die Anlage mit tierischen und pflanzlichen Einsatzstoffen.
Die Stoffströme und der Verfahrensablauf sind in einem Verfahrensfließbild abgebildet. Innerhalb des Verfahrensfließbildes sind die Apparate genannt.

Die Biogasanlage Timphaus mit den zugehörigen peripheren Anlagen und Anlagenteilen unterteilt sich in 8 verschiedene Betriebseinheiten:

- BE 1.1 – Substratannahme u. Einbringung
- BE 1.2 – Vergärung u. Gaserzeugung (Fermentation)
- BE 1.3 – Warmwasserspeicherung
- BE 2.1+2.2 – Gasverwertung
- BE 3.1 – Gärrestspeicherung

3.1.1 Betriebseinheit BE 1.1 - Substratannahme u. Einbringung

In der Betriebseinheit BE 1.1 werden die zu vergärenden Stoffe angenommen. Die Beschickung der Biogasanlage erfolgt mit den tierischen Einsatzstoffen Geflügelmist und Hühnertrockenkot sowie Schweinegülle sowie den pflanzlichen Einsatzstoff Maissilage.

Zufuhr der flüssigen Einsatzstoffe

Als flüssiges Einsatzsubstrat wird der Biogasanlage Schweinegülle zugeführt. Die betriebseigene Schweinegülle aus den Stallgebäuden wird über entsprechende Pumpe in den Güllevorlagebehälter am Technikgebäude zwischengelagert. Der Vorlagebehälter verfugt über ein Nutzvolumen von etwa 38 m3. Von dem Vorlagebehälter aus wird die Schweinegülle über eine Pumpe direkt in den Anmischbehälter
bzw. dem Dissolver innerhalb des Technikgebaudes eingebracht.

Zufuhr der festen Einsatzstoffe

Die pflanzlichen Einsatzsubstrate/Maissilage werden in einem Fahrsilo eingelagert.
Der zum Einsatz kommende Geflügelmist sowie der Hühnertrockenkot werden in regelmäßigen Abstanden angeliefert und bis zu ihrem Einsatz ebenfalls auf den frei gewordenen Flachen der vorhandenen Silageplatten zwischengelagert. Die festen Substrate werden täglich mittels Radlader aus dem Fahrsilo entnommen und in einen an der Technikhalle befindlichen Feststoffdosierer gegeben. Von hier aus gelangen die Feststoffe über ein Förderschneckensystem in den Anmischbehälter bzw. dem Dissolver und werden dort homogenisiert. Der Mischbehälter hat ein Füllvolumen von 1,50 m³ und ist als stehender zylindrischer V2A-Behalter mit integriertem Ruhr- u. Schneidwerk (RotaCut-System) ausgeführt. Das Mischverhältnis der einzelnen Komponenten wird über das Fütterungsprogramm in der Visualisierung eingegeben. Die Mengenzugabe der Stoffe wird über die Wiegefüße des Dissolvers gewogen, gesteuert und erfasst.
Die Tagesmengen der einzelnen Substrate werden auf etwa 48 Chargen aufgeteilt und nacheinander in den Mischbehälter aufgegeben (die Befüllung erfolgt etwa 2 mal die Stunde). Die Zudosierung erfolgt regelmäßig, mehrmals täglich, zeitlich gesteuert. Der Eintrag in den Fermenter ist gasdicht ausgeführt.

3.1.2 Betriebseinheit BE 1.2 – Vergärung u. Gaserzeugung (Fermentation)

Fermenter

Im Fermenter der Biogasanlage Timphaus wird das Gärsubstrat kontinuierlich durchmischt und im mesophilen Temperaturbereich zwischen 35 und 40 °C unter anaeroben Bedingungen vergoren. Die im Gärsubstrat enthaltene organische Trockensubstanz wird im anaeroben Milieu innerhalb des Fermenters bakteriell weitestgehend abgebaut und somit Biogas erzeugt.
Der Fermenter ist als Stahlbeton-Rundbehälter mit einer äußeren, umlaufenden Dämmung und einer Trapezblechverkleidung ausgeführt. Im Fermenter sind drei Tachmotorrührwerke installiert, die die Bildung von Schwimm- und Sinkschichten verhindern und eine optimale Substrathomogenisierung, Temperaturverteilung sowie den optimalen Auftrieb des im Gärsubstrat produzierten Biogases gewährleisten. Der Fermenter ist mit einer Heizung ausgestattet, um Wärmeverluste zu kompensieren und das zugeführte Gärsubstrat aufzuheizen. Zudem ist zur Leckerkennung eine umlaufende Ringdrainage inklusive Kontrollschächte um den Behälter gelegt. Zwei Schaugläser ermögliche eine Überprüfung des Fermenterinhalts per Sichtkontrolle. Die Schaugläser sind über eine fest installierte Arbeitsbühne zu erreichen.
Über dem Substratspiegel des Fermenters befindet sich ein Tragluftdach, welches die den darüber liegenden Raum zur Umgebung hin gasdicht abschließt. Der dabei entstehende Gasraum wird durch eine kombinierte Über-/Unterdrucksicherung geschützt.

Das Tragluftdach besteht im Wesentlichen aus einer sich eine Gasspeicherfolie über die aus Gründen des Wetterschutzes eine Wetterschutzfolie gespannt ist. Die Fixierung der Folien erfolgt mit einem um die Behälterkrone umlaufenden Klemmschlauchsystem. Dabei hält ein druckluftbeaufschlagter Klemmschlauch die Dachhaut an der Behälterkrone. Über ein Gebläse wird Luft zwischen beide Folien gefördert, so dass die Wetterschutzfolie aufgerichtet wird und ein schnee- und sturmfestes Tragluftdach entsteht.

In den Gasraum des Behälters wird kontinuierlich und geregelt Luft eingeblasen (biologische Entschwefelung). Der Schwefelwasserstoff wird durch Bakterien unter Sauerstoffverbrauch zu Sulfat oxidiert und anschließend zu elementarem Schwefel reduziert. Dieser Schritt ist notwendig, um die im Biogas enthaltenen Anteil des Schwefelwasserstoffs (H_2S) zu entfernen, der sich korrosiv auf die nachgeschaltete Gasverwertungs-

technologie auswirkt. Die Menge des zugeführten Sauerstoffs ist proportional zur Biogasproduktion und beträgt max. 6 Vol-%. Ein Rückströmen von Biogas in die Luftdosierleitung wird durch ein Rückschlagventil unterbunden.

Das im Fermenter erzeugte Biogas ist warm und wasserdampfgesättigt. Die Gasführung durch erdverlegte Leitungen zu den Blockheizkraftwerken bewirkt eine Herabsetzung der Gastemperatur, wodurch ein Teil der Feuchtigkeit auskondensiert. Um das entstehende Kondensat ableiten zu können, werden die Gasleitungen mit einem gelichmäßigen Gefälle zu einem Kondensatschacht verlegt. Innerhalb dieses Schachts wird das Kondensat in einer Wasservorlage abgeschieden, welche das unkontrollierte Entweichen von Gas verhindert. Die Sperrflüssigkeitsvorlage entspricht dabei mindestens dem 5-fachen Ansprechdruck der Überdrucksicherung. Das anfallende Kondensat wird im Schacht gesammelt und als Prozesswasser in die Biogasanlage zurückgefördert.

Vor der Verwertung in den beiden Blockheizkraftwerken durchströmt das Biogas zudem einen Gasfilter, eine Gasuhr, eine Flammenrückschlagsicherung sowie zwei Relaisabsperrventile und eine leistungsabhängige Drosselklappe. Für den Fall der übermäßigen Biogasproduktion kann das Biogas über eine fest installierte Notgasfackel geleitet und klimaneutral verbrannt werden.

3.1.3 Betriebseinheit BE 1.3 - Warmwasserspeicherung

Mit den Warmwasserspeichern erfolgt eine effizentere Nutzung der im Betrieb der Biogasanlage anfallenden thermischen Energie. Durch die Warmwasserspeicher werden Schwankungen im Bereich der thermischen Nutzung ausgeglichen bzw. kompensiert werden (Speicherung der Warme). Bei den Warmwasserspeicherbehältern, handelt es sich um drei baugleiche einen Stahlrundbehälter mit flachem Boden und konischem Dach. Der jeweilige Stahlrundbehälter verfügt über einen Innendurchmesser von 3,50 m bzw. einem Außendurchmesser von 3,50 m und einer zylindrischen Hohe von 14,07 m. Des Weiteren ist der jeweilige Behälter zur besseren Wärmespeicherung mit einer 10 cm starken Außenisolierung versehen. Die Isolierung ist durch Trapezblech gegen Witterungseinflüsse geschützt. Der jeweilige Behälter kann ein Volumen von 133 m3 aufnehmen. Somit stehen insgesamt etwa 400 m3 an Warmwasserspeicher zur Verfügung.

3.1.4 Betriebseinheit BE 2.1+2.2 - Gasverwertung

BHKW

Am Standort der Biogasanlage Timphaus befinden sich zwei Blockheizkraftwerke (Motor mit angekuppeltem Generator). In diesen Aggregaten wird das erzeugte Biogas energetisch verwertet, um elektrische und thermische Energie zu produzieren. Der Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist und gemäß EEG vergütet. Die thermische Energie dient der Erwärmung des Substrats im Fermenter und zur weiteren Beheizung. Eine Flammendurchschlagsicherung in der Biogaszuleitung für jedes BHKW verhindert ein Rückschlagen der Flammen in das Biogas-Rohrleitungssystem Rückzündung des eintretenden Biogases. Die Abgase werden über einen Kamin in einer Höhe von 10 m über GOK nach außen abgeführt. Die Leistungsregelung erfolgt anhand von Gasfüllstandsensoren in den Biogasspeichern.
Die BHKW's sind bzw. werden in einem eigens fur sie vorhandenen schall- und warmegedämmten Raum innerhalb der vorhandenen Technikhalle bzw. dem BHKW-Gebäude untergebracht.

Notfackel

Die Biogasanlage ist mit einer fest installierten Notfackel ausgestattet. Bei einem Ausfall der Gasnutzung bzw. der übermäßigen Produktion von Biogas wird die Gasmenge auf die Notfackel geleitet und dort klimaneutral verbrannt. Die Biogasanschlussleitung ist mit einer Flammendurchschlagsicherung ausgerüstet. Um zu verhindern, dass Flammen in das Rohrleitungssystem zurückschlagen, befindet sich vor den beiden Blockheizkraftwerken und der Notfackel je eine Flammendurchschlagsicherung.

3.1.5 Betriebseinheit BE 3.1 - Gärrestspeicherung

Für die Lagerung der anfallenden Gärreste stehen auf der Biogasanlage Timphaus ein gasdichter Gärrestlager und zwei gasoffene Güllebehälter zur Verfügung. Auch das Gärrestlager ist wie der Fermenter als Stahlbeton-Rundbehälter aus Ortbeton in Hochbauweise ausgeführt und erhält die gleiche gasdichte Tragluftbedachung wie der Fermenter. Auch hier wird der Gasraum durch jeweils eine kombinierte Über-/Unterdrucksicherung geschützt. Das Gärrestlager ist mit Rührwerken ausgerüstet, die den Gärrest bis zu dessen Entnahme pumpfähig halten. Die Gärrestmengen gelangen entsprechend der zugeführten Frischsubstratmengen im freien Überlauf vom Fermenter in das Gärrestlager.

Das Gärrestlager sind ebenso wie der Fermenter mit der gleichen gasdichten Behälterabdeckung ausgerüstet. Die Gasspeicher sind über eine Gasleitung miteinander verbunden.

3.1.6 Steuerung

Die Steuerung erfolgt zentral über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) sowie im Aufstellungsraum der beiden Blockheizkraftwerke wahlweise über Displayanzeigen oder eine rechnergestütze Visualisierung.

3.2 Gefährdung durch innerbetriebliche Tätigkeiten

Im Folgenden werden die Tätigkeiten in der Biogasanlage beschrieben, die im Hinblick auf Gefahren oder der Verhinderung von Störfällen von Bedeutung sind.

Innerbetrieblicher Transport

- LKW/TKW-Transport der Inputstoffe,
- Radladertransport der Inputstoffe,
- Entladung der festen Substrate aus dem Silagelager in den Feststoffeintrag
- Versorgung der Anlagen mit Betriebsmitteln in kleinen Mengen (Schmieröle, Wasser-Konditionierungsmitteln, etc.) über Gebinde,
- TKW-Beladung der flüssigen Gärreste aus dem Gärrestlager.

Tätigkeiten im Substratmanagement

- Überwachung der Substratanlieferung,
- Substratzufuhr und
- Überwachung der Zwischenlagerung.

Tätigkeiten im Fermentationsprozess

- Überwachung der Substrataufbereitung,
- Beschicken der Fermentation
- Überwachen der Sauerstoffzufuhr zur Entschwefelung
- Überwachen der Zufuhr von Entschwefelungsmittel und
- Überwachung des Fermentationsprozesses.

Tätigkeiten in der Substratlagerung und -verladung

- Reinigung der Maschinentechnik,
- Gärrestentnahme – Beladung des TKW und
- Überwachen des Gärresttransports.

3.3 Betrachtung der örtlichen Lage

Umgebungsbedingte Gefahrenquellen, welche aus der örtlichen Lage hervorgehen können, werden im Abschnitt 4.4.3 betrachtet. Unabhängig davon werden im Folgenden die außerbetrieblichen Objekte dargestellt, welche aufgrund ihrer Lage einer potentiellen

Störfallauswirkung ausgesetzt wären. Ob die erwähnten außerbetrieblichen Objekte tatsächlich exponiert sind, wird anhand der im externen Gutachten (Anhang B) durchgeführten Ausbreitungsberechnung ermittelt.

Abstandsbetrachtungen zu außerbetrieblichen Gebäuden/Objekten

Der Standort der Biogasanlage Timphaus befindet sich in einem überwiegend unbebauten, agrarwirtschaftlich genutzten Außenbereich. In direkter Nachbarschaft sind Stallungen im westlichen Bereich nach ca. 40 m anzufinden. Diese stehen jedoch in einem Betrieblichen Zusammenhang zur Biogasanlage und sind nicht als schutzbedürftig einzustufen.

Die ersten, als schutzbedürftig im Sinne des §50 BImSchG einzustufenden Wohnbebauungen, werden mit einer Hofstelle mit integrierten Wohneinheiten in ca. 140 m südlicher Richtung erreicht. Weitere zu Wohnzwecken genutzte Gebäude sind als allerinstehende Wohnhäuser in ca. 240 m Richtung Ost-Nordost, ca. 380 m Richtung Süden und 570 m Richtung Süd-Südosten anzufinden.

Bis auf die genannten Objekte ist das Anlagengelände insbesondere in nördlichen bis südlichen Richtungen überwiegend von ebenen landwirtschaftlich genutzten Nutzflächen umgeben.

Abbildung 1: Satellitenbild vom Anlagenstandort /Quelle: Google Maps 2018/

Infrastruktur/Verkehr

In ca. 140 m westlicher Richtung verläuft die Bundesautobahn A1 in Nord-West-Achse. Diese ist aufgrund der hohen Frequenz als schutzbedürftig einzustufen.
Im weiteren mittleren und weiteren Umfeld sind nur Ortsstraßen und vereinzelte Feld- und Landwirtschaftswege anzufinden.

Bemerkung

Alle erwähnten Abstandsangaben beziehen sich auf den äußeren Radius des nächstgelegenen Gasbehälters/Fermenters zum jeweiligen Objekt/Gebäude.

3.4 Verzeichnis der gefährlichen Stoffe

Die Angaben zur Identifizierung der verwendeten Stoffe sind in Sicherheitsdatenblättern enthalten. Eine detaillierte Aufstellung aller auf dem Betriebsgelände existierenden Gefahrenstoffe erfolgt im Gefahrstoffverzeichnis.

Neben den nachfolgend genannten Stoffen sind weitere Stoffe wie beispielsweise Reinigungsmittel, Entschäumungsmittel, Treibstoffe, und Fette auf dem Betriebsgelände vorhanden. Diese kommen jedoch lediglich in Kleinstmengen zum Einsatz und/oder besitzen nur geringe Gefahrenmerkmale. Die biologischen Inputstoffe werden ebenfalls nicht aufgeführt, da diese primär als landwirtschaftliche Produkte einzustufen sind und keine davon ausgehenden Gefahren bekannt sind. Folgende Stoffe prägen das Gefahrenpotential der Biogasanlage Timphaus:

Tabelle 1: Verzeichnis der Stoffe nach Anhang I der Störfallverordnung

Bezeichnung des Stoffes	CAS-Nr.	Gesamtmenge des Stoffes	Stoff Nr. nach Spalte 1 der Stoffliste - Anhang 1 StörfallV	Stoffeigenschaften nach Spalte 2 der Stoffliste - Anhang 1 StörfallV	Verwendung
Rohbiogas CH_4: 52%Vol CO_2: 47%Vol	74-82-8 (Methan)	ca. 14.583 kg	1.2.2	Entzündbare Gase	Produkt (Hauptinhaltsstoff Methan)
Frostschutzmittel	--- (hersteller-abhängig)	ca. 200 kg	-	-	Frostschutz
Frischöl (LFM Energas)	83846-43-9	ca. 800 kg	1.3.2	Wassergefährdend, Kat. Chronisch 2	Schmieröl
Altöl	--- (hersteller-abhängig)	ca. 800 kg	1.3.2	Wassergefährdend, Kat. Chronisch 2	Schmier-/Altöl

Gemäß Tabelle 1 wird das Gefahrenpotential des Betriebsbereiches durch die Lagerung, den Transport bzw. die Nutzung größerer Mengen von toxischem, brennbarem und explosionsfähigem **Biogas** geprägt. Bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes können die genannten Stoffe somit zu einem Störfall führen.
Zudem werden in der Biogasanlage Timphaus große Mengen Gärsubstrats vorgehalten, welche wassergefährdende Eigenschaften aufweisen. Diese werden jedoch nicht in der Tabelle 1 aufgeführt, da sie nicht als gefährlicher Stoff im Sinne der Stoffliste des Anhangs I der Störfallverordnung gelistet werden. Zudem ist das Gärsubstrat, analog zu den biologischen Inputstoffen, ebenfalls als landwirtschaftliches Produkt einzustufen.

3.4.1 Stoffeigenschaften Biogas

Biogas ist ein wasserdampfgesättigtes Stoffgemisch, welches sich vor allem aus Methan und Kohlenstoffdioxid, sowie geringen Mengen an Schwefelwasserstoff und weiteren Spurengasen zusammensetzt. Störfallrelevant wirkt vor allem dessen Fähigkeit zur Bildung explosionsfähiger Gemische mit der Umgebungsluft. Hauptverantwortlich dafür ist der Bestandteil Methan (CH_4), welcher dem R-Satz R 12 – Hochentzündlich unterliegt. Biogas ist somit nach der Stoffliste Nr. 8 des Anhanges I der 12. BImSchV (Störfallverordnung) ebenfalls als hochentzündlich einzustufen. Der Bestandteil Schwefelwasserstoff ist nach selbiger Stoffliste als sehr giftig einzustufen. Insgesamt bestehen für Biogas somit explosionstechnische und toxische Gefahren.

Explosionsgefahren von Biogas (Vorhandensein von Methan)
Biogas unterliegt dem H-Satz 220 – entzündbares Gas Kategorie 1. Bestimmend dafür ist der Bestandteil Methan, dessen Explosionsgrenzen wie folgt definiert sind[1]:

<u>Stoffeigenschaften Methan als Bestandteil von Biogas</u>

Explosionsgrenzen CH_4:	UEG (untere Explosionsgrenze)	4,4 Vol. %
	OEG (obere Explosionsgrenze)	17 Vol. %

Methan ist folgenden Einstufungen zuzuordnen:

- H220: Extrem entzündbares Gas - nach CLP Richtlinie 1272/2008

[1] Explosionsgrenzen von Methan gemäß GESTIS-Stoffdatenbank; Stand: 11.09.2012

Entsprechend einem zu erwartenden Methangehalt von ca. 55 Vol% und der Berechnungsmethode der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), Abteilung 2, Fachgruppe „Gase, Gasanlagen“, können die Explosionsgrenzen für die in dieser Anlage vorliegende Biogaszusammensetzung wir folgt definiert werden:

$$UEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO2}}{x_{CH4}}\right) \cdot UEG_{CH4,CO2}$$

$$OEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO2}}{x_{CH4}}\right) \cdot OEG_{CH4,CO2}$$

Abbildung 2: Berechnung der Explosionsgrenzen nach BAM
Abteilung 2, Fachgruppe „Gase, Gasanlagen“

Dabei entspricht der Wert für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ nicht der UEG/OEG von Methan in Luft, da der inerte Anteil des im Biogas enthaltenden Kohlendioxids berücksichtigt werden muss. Um diese Randbedingung zu berücksichtigen muss der Wert für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ für das vorliegende CH_4/CO_2 Verhältnis aus dem Explosionsdreieck für Methan abgelesen werden.
Dabei können die Werte für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ als Methananteile am Schnittpunkt mit der Explosionsbereichskurve abgelesen werden.

Folgende Werte sind für das vorliegende Verhältnis von 55% Methan und 45% Kohlendioxid aus dem Explosionsdreieck für Methan abgelesen worden:

$UEG_{CH4, CO2}$ = 4,6 %
$OEG_{CH4, CO2}$ = 12,2 %

Damit ergeben sich aus der Berechnung nach Abbildung 2 folgende Explosionsgrenzen für Biogas (55 Vol% CH_4):

UEG (untere Explosionsgrenze) 8,4 Vol. %
OEG (obere Explosionsgrenze) 22,2 Vol. %

Gemäß Zubereitungsrichtlinie 1999/45/EG erfolgt für Biogas die Einstufung als hochentzündliche Zubereitung.

Toxische Gefährdung

Zu den primären toxischen Komponenten im Biogas zählen Schwefelwasserstoff (H_2S) und in einem geringen Umfang Ammoniak (NH_3). Da Ammoniak im Vergleich zum

Schwefelwasserstoff einen erheblich kleineren Anteil im Biogas ausmacht und ebenfalls geringere toxische Kennwerte aufweist wird in der Weiteren Betrachtung toxischer Gefahren nur noch Schwefelwasserstoff betrachtet und Ammoniak wird nicht weiter berücksichtigt.

Dem kritischen Bestandteil im Biogas Schwefelwasserstoff H_2S, sind folgende H-Sätze nach CLP Verordnung 1272/2008 zugeordnet:

H220 - Extrem entzündbares Gas.
H280 - Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H330 - Lebensgefahr bei Einatmen.
H335 - Kann die Atemwege reizen.
H400 - Sehr giftig für Wasserorganismen.

Da H_2S als sehr giftig eingestuft ist, sind im Hinblick auf störfallrelevante Gefahren durch H_2S daher besonders die toxischen Risiken zu berücksichtigen. Aufgrund des geringen Anteils an H_2S im Verhältnis zu CH_4 im Biogas, ist die Explosionsfähigkeit von H_2S nach Auffassung der Sachverständigen durch die Betrachtung der Explosion von CH_4 mit abgedeckt und wird daher hier nicht separat untersucht.
In der einschlägigen Literatur finden sich u.a. folgende Werte zur Quantifizierung der Toxizität von H_2S in der Atemluft (bei störungsbedingten Freisetzungen):

	H_2S-Konzentration	Einwirkzeit
AEGL-2	41 ppm	≤ 10 min
EPRG-2	30 ppm	≤ 60 min
Irreversible Schädigungen	300 – 500 ppm	kurzzeitig
Letale Dosis	> 500 ppm	ca. 30 min
	> 1000 ppm	sofort
AGW	10 ppm	Kurzzeitgrenzwert

Definitionen

Der **ERPG-2-Wert** beschreibt die maximale luftgetragene Konzentration unterhalb derer angenommen wird, dass Individuen dieser 1 Stunde ausgesetzt werden können, ohne dass ihnen irreversible oder andere gravierende Gesundheitseffekte widerfahren.

Der **AEGL-2-Wert** ist die Konzentration in Luft, bei der angenommen wird, dass empfindliche Personen exponiert sein können, ohne dass irreversible oder andere ernste

Gesundheitsbeeinträchtigungen auftreten oder dass die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt wird.

AGW = Arbeitsplatzgrenzwert

3.5 Festlegung der störfallrelevanten Stoffe gemäß Anhang I 12. BImSchV

Gefährliche Stoffe, welche im Anhang I der 12.BImSchV gelistet sind, werden als störfallrelevant betrachtet, wenn sie die Mengenschwellen aus Anhang 1 der Störfallverordnung überschreiten. Das unkontrollierte Freisetzen größerer Mengen dieser Stoffe ruft eine ernste Gefahr hervor und wird als Störfall betrachtet. Daher werden nachfolgend die Stoffe bestimmt, welche auf dem Betriebsbereich in störfallrelevanten Massen vorkommen.

Tabelle 2: Mengenschwellen der störfallrelevanten Stoffe der Biogasanlage Timphaus

Stoff	vorhanden	Mengenschwelle Anhang I StörfallV		Stoff Nr. gem. 12. BImSchV	Mengenschwelle durch vorhandene Menge auf dem Betriebsbereich überschritten?
		Spalte 4	Spalte 5		
Biogas	14.583 kg	> 10.000 kg	> 50.000 kg	1.2.2	Überschritten
Umweltgefährliche Stoffe Wassergefährdend, Kat. Chronisch 2	ca. 1.600 kg	> 200.000 kg	> 500.000 kg	1.3.2	Nicht überschritten

Gemäß Tabelle 2 ist ***Biogas*** auf dem Betriebsgelände der Biogasanlage Timphaus der Stoff, welcher die kritische Masse m_k, gemäß Anhang I StörfallV, überschreiten und somit als störfallrelevant einzustufen ist.

Somit geht das primäre Gefährdungspotential vom Biogas aus.

3.6 Ermittlung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile

Um der Pflicht nachzukommen darzulegen, welche Anlagenteile auf der Biogasanlage Timphaus im Hinblick auf die Gefahr bzw. Verhinderung von Störfällen von Bedeutung sind, werden im Folgenden die sicherheitsrelevanten Anlagenteile (SRA) ermittelt. Dies erfolgt nach folgendem Ablauf:

1. Festlegung der störfallrelevanten Stoffe gemäß Anhang I 12.BImSchV (Die kritischen Massen wurden in Abschnitt 3.5 ermittelt).
2. Festlegung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile.
3. Ermittlung der Gefahren und Analysen der Risiken von Störfällen für die sicherheitsrelevanten Anlagenteile.

Die sicherheitsrelevanten Anlagenteile sind in § 6 Abs. 1 Nr. 1 und § 12 Abs. 2 Nr. 1 der 12. BImSchV erwähnt. Gemäß Leitfaden KAS 1 sind darunter solche Apparate, Systeme und Ausrüstungsteile zu verstehen, von deren Auslegung und Funktionsweise die Sicherheit der Anlage und die Begrenzung der Störfallauswirkungen abhängig sind. Gemäß der Vollzugshilfe zur Störfallverordnung sind Anlagenteile dann sicherheitsrelevant, wenn bei deren Versagen oder Fehlen ein Störfall nicht auszuschließen ist.

Detaillierte Beschreibungen der sicherheitsrelevanten Anlageteile bzgl. Funktion, Art und Ausmaß der Beanspruchungen, Auslegung und weiterer Merkmale sind den Ausführungsunterlagen des Herstellers zu entnehmen.

Gemäß dem Leitfaden KAS 1 sind sicherheitsrelevante Anlagenteile zu unterteilen in:

1. Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt
und
2. Anlagenteile mit besonderer Funktion

3.6.1 Sicherheitsrelevante Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt

Es wurden die Anlagenkomponenten hinsichtlich der Überschreitung der störfallrelevanten Mengenschwellen betrachtet. Der Stoff Biogas wurde im Abschnitt 3.5 als störfallrelevanter Stoff auf dem Betriebsgelände der Biogasanlage Timphaus festgestellt. In der weiteren Analyse werden daher auch nur diese Anlagenteile betrachtet, welche oberhalb der Mengenschwellen gemäß KAS 01 liegen.

Tabelle 3: Beurteilung SRA

	Störfallrelevante kritische Masse m_k gemäß KAS 01 für **Behälter/Tanks**	Störfallrelevante kritische Masse m_k gemäß KAS 01 für **Rohrleitungen** / Freisetzung pro 10 Minuten
	Biogas > 200 kg	**Biogas > 200 kg/10 Minuten**
Güllebehälter	**Nein** (gasoffen)	
Fermenter, gasdicht	**Ja** (2.458 kg)	-
Gärrestlager, gasdicht	**Ja** (12.117 kg)	-
BHKW 1	-	**Nein** (ca. 30 kg/10 Minuten)
BHKW 2	-	**Nein** (ca. 30 kg/10 Minuten)
Verbindende Rohrleitungen	-	**Nein** (ca. 42 kg/10 Minuten)

Gemäß Tabelle 3 sind die aufgrund ihres Stoffinhaltes zu betrachtenden Anlagenteile:

- gasdichter Fermenter,
- gasdichtes Gärrestlager.

3.6.2 Sicherheitsrelevante Anlagenteile mit besonderer Funktion

Des Weiteren sind die im Folgenden aufgeführten Bauteile als sicherheitsrelevante Anlagenteile gemäß ihrer Funktion zu benennen. Diese Zusammenstellung muss nicht vollständig sein, gegebenenfalls werden in der Detail- bzw. Ausführungsplanung weitere Anlagenteile als sicherheitsrelevant betrachtet.

- **Im/Am Fermenter und Gärrestlager**
  - **Gefahren durch Unterdruck (Verbraucher nehmen zu viel ab, Abkühlung)**
    - Füllstandswächter LSA +/- erste Barriere
    - Unterdruckwächter PZA- zweite Barriere
    - Über-/ Unterdrucksicherung dritte Barriere

- mit Abschaltung Pumpen und Gasverbraucher

- **Gefahren durch Überdruck (Verbraucher nehmen zu viel ab, Abkühlung)**
    - Druckschalter PSA+ erste Barriere
      mit Zuschaltung auf Notverbraucher
    - Notfackel zweite Barriere
    - Über-/ Unterdrucksicherung dritte Barriere
- **Gefahren durch Überschreitung Maximalfüllstand (Substrat über Behälterrand)**
    - Überfüllwächter LSA+ mit Pumpenabschaltung mit Schaumerkennung
- **Gefahren durch Unterschreitung Minimalmalfüllstand (Gas in Substratleitung)**
    - Unterfüllsicherung LSA- mit Pumpenabschaltung
- **Gaswarnsensoren (Methan) QZA + (CH4) inkl. Brandmelder**
    - inkl. Einbindung in Sicherheitskette- eine genauere Beschreibung hinsichtlich der Anzahl, Lage und Umfang der Abschaltungen, ist nicht Bestandteil dieses Dokumentes-an dieser Stelle wird auf die detaillierten Ausführungsunterlagen der Errichter verwiesen.
- **Not-Aus-System**
    - Gesamte Anlage inkl. Taster und Einbindung in Sicherheitskette- eine genauere Beschreibung hinsichtlich der Anzahl, Lage und Umfang der Abschaltungen, ist nicht Bestandteil dieses Dokumentes-an dieser Stelle wird auf die detaillierten Ausführungsunterlagen der Errichter verwiesen.

<u>Anlagenteile mit besonderer Funktion (ohne PLT)</u>

- **Gefahren durch Überdruck (Verbraucher nehmen zu wenig ab)**
    - Mechanische Überdrucksicherung zweite Barriere
- **Gefahren durch Unterdruck (Verbraucher nehmen zu viel ab, Abkühlung)**
    - Mechanische Unterdrucksicherung zweite Barriere
- **Gasspeicherfolie** (Abgrenzung des Gasraumes zur Umwelt)
- **Wetterschutzplane**
- **Tragluftgebläse**
- **Dachbefestigung inkl. Halterung für Folienabdeckung**
    - Klemmschiene

- **Entschwefelung/Sauerstoffzufuhr**
    - Gasdichte Rückschlagklappe
    - Sauerstoffüberwachung
- **Notfackelanlage**

3.6.3 Prüfung und Wartung für SRA

Konzepte für Wartung, Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen für die sicherheitsrelevanten Anlagenteile wurde erarbeitet und sind in den Prüfbüchern etc. aufgenommen, um den störungsfreien Betrieb sicher zustellen.
Zum Beispiel erfolgt die Überwachung der Gasspeicherfolie auf Leckagen mindestens 1x pro Woche an der Luftaustrittsöffnung für das Tragluftgebläse mit manuellen Messgeräten. Es sind zunächst der Volumenstrom der Stützluft in Kubikmeter je Stunde und die Methankonzentration in Gramm je Kubikmeter am Auslass der Stützluft in die Umgebung sowie der Methangehalt des Biogases in Prozent zu bestimmen. Die Leckagerate bestimmt sich dann aus:

$$L = c_{St} \cdot V_{St} \cdot 24h \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-3}\ m^3/g^{*)} \cdot 100\%/c_{RG}$$

L: Leckagerate in m³ bezogen auf 24 Stunden
c_{St}: Methankonzentration gemessen am Auslass der Stützluft in g/m³
V_{St}: Volumenstrom am Auslass der Stützluft in m³/h
*) Umrechnungsfaktor für Methan von Masse auf Volumen
c_{RG}: Methankonzentration im Rohbiogas in Prozent

Eine komplette Zusammenfassung ist als Anhang E im vorliegenden Dokument beigefügt.

4 Ermittlung der Gefahren und Analyse der Risiken von Störfällen für Sicherheitsrelevante Anlagenteile

Die im vorliegenden Konzept zur Verhinderung von Störfällen dokumentierten Untersuchungen sind als Ergänzung zu verstehen. Dabei werden einige Gefahrenquellen aufgegriffen und ergänzend analysiert. Die Gefahrenquellen sind im Abschnitt 4.1 beschrieben. Im Folgenden werden mögliche Gefahrenquellen beschrieben. Anhand dieser Gefahrenquellen wurden Gefahrenanalysen durchgeführt.

4.1 Betrachtung möglicher Gefahrenquellen

Nach §3 Abs. 2 letzter Halbsatz der 12. BImSchV (Störfallverordnung) brauchen im Hinblick auf die Erfüllung der Pflicht nach §3 Abs. 1 nicht alle denkbaren Gefahrenquellen berücksichtigt zu sein, sondern nur solche, die vernünftigerweise nicht ausgeschlossen werden können. An die Auslegung des Begriffs "vernünftigerweise" ist ein strenger Maßstab anzulegen. "Vernünftigerweise" ist ein Ereignis nicht schon dann ausgeschlossen, wenn es nur selten eintritt. Dabei ist insbesondere die praktische Erfahrung von Bedeutung. Im Hinblick auf §3 Abs. 2 der 12. BImSchV können in der Regel ausgeschlossen werden:

- das gleichzeitige Wirksamwerden verschiedener, voneinander unabhängiger umgebungsbedingter Gefahrenquellen, wie Erdbeben und Hochwasser;
- das gleichzeitige, voneinander unabhängige Freiwerden von Stoffen, die erst im Zusammenwirken einen Stoff nach Anhang I der Störfall-Verordnung bilden können.

Die relevanten Gefahrenquellen lassen sich unterscheiden in betriebliche und umgebungsbedingte Gefahrenquellen.

4.1.1 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen

Umgebungsbedingte Gefahrenquellen sind durch die lokalen Begebenheiten geprägt, dazu gehören z.B.:

- Naturereignisse wie z.B. Blitzschlag, Hochwasser, Sturm und Überhitzung durch Sonneneinstrahlung und Bergsenkung, Hochspannungsleitungen , etc.
- Brand / Explosion benachbarter Anlagen.

Eingriffe Unbefugter

Diese Gefahrenquelle kann wirksam werden durch:

- Externe (Kontraktoren, Lieferanten) und durch
- Vandalismus

4.1.2 Betriebliche-/ anlagenbezogene Gefahrenquellen

Zu den betrieblichen Gefahrenquellen gehören insbesondere Leckagen an sicherheitsrelevanten Anlagenteilen, wie z.B. den Gärbehältern oder das Versagen von verbindenden Rohrleitungen, Dichtungen und Armaturen. Die Ursachen dafür können unterschiedlich sein (z. B. Korrosion, Unfall).

Gefahren gehen dabei insbesondere aus der Nichterkennung kritischer Anlagenzustände hervor, wie z. B.:

- Undichtigkeiten an Behälterwandungen, Behälterdachhaut und Rohrleitungen,
- Über- und Unterdruck in den Biogasbehältern,
- hohe Temperaturen in den Biogasbehältern, Rohrleitungen, den BHKW und Überfüllen der Behälter.

Die Folgen betrieblicher Gefahrenquellen können sein:

Gefahren durch Stofffreisetzung

Als Sicherheits-Relevante-Anlagenteile (SRA) innerhalb des Betriebsbereiches Biogasanlage Timphaus wurden zuvor der Fermenter und das Gärrestlager ermittelt. Aus diesen Anlagenteilen kann gasförmiges Biogas und/oder flüssiges Gärsubstrat austreten, welche die Gesundheit von Beschäftigten sowie die Umwelt nachteilig beeinflussen können. Diese Stoffe können durch ihre Stoffeigenschaften, u.a.:

- giftig,
- brandfördernd,
- explosionsgefährlich,
- leichtentzündlich,
- erstickend,
- ätzend und
- umweltgefährlich

wirken.

Wie im Abschnitt 4.3 ermittelt, ist in der Biogasanlage Timphaus besonders gasförmiges Biogas als störfallrelevant zu betrachten. Neben den toxischen Folgen sind bei Zündung

eines freigesetzten explosiven Gas-Luft-Gemisches auch die Gefährdungen durch Brand und Explosion maßgebend.

Brand und Explosion

Brände und Explosionen auf dem Betriebsbereich Biogasanlage Timphaus können durch Druck oder thermisches Einwirken folgende Auswirkungen haben:

- Umhüllungen von gefährdenden Stoffen können beschädigt oder zerstört werden, wodurch weitere Freisetzungen zu erwarten sind,
- toxische Brandzersetzungsprodukte können entstehen,
- Explosionen können zu Druckwellen oder Wärmestrahlungen führen, welche die Gesundheit von Personen direkt negativ und nachhaltig beeinflussen.

4.2 Ergänzende Gefahrenanalyse zu umgebungsbedingten Gefahrenquellen

4.2.1 Störung 1: Blitzschlag

Beschreibung:

Durch Blitzschlag in eine explosionsfähige Atmosphäre im Freiraum kann es zur Zündung kommen, welche zum unmittelbaren Schaden führt und/oder Folgebrände verursachen kann.

Gegenmaßnahmen:

Das Betreten der gefährdeten Bereiche (Podeste etc.) bei Gewitter wird durch eine Betriebsanweisung untersagt. Zudem stellt der Betreiber sicher, dass das Betreten dieser Bereiche durch Dritte während eines Gewitters verhindert wird. Es wird dem Personal und Dritten empfohlen sich während eines Gewitters nicht im Freien aufzuhalten. Die Anlagenteile sind über einen Potentialausgleich miteinander verbunden.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Sehr gering, da in der Regel kein Personal örtlich anwesend ist.

4.2.2 Störung 2: Sturm

Beschreibung:

Von einem Sturm wird als sicherheitstechnisch relevantes Anlagenteil hauptsächlich die Folienabdeckung betroffen sein. Diese kann durch die Windlasten sowie durch herum fliegende Gegenstände kleinerer und mittlerer Größe beschädigt werden. In Folge dessen kann Biogas unkontrollierbar in die Umgebung austreten.

Gegenmaßnahmen:

Alle gasführenden Bauteile sind sturm- und windfest, sowohl in Bodennähe, als auch auf Podest-Höhe, ausgelegt. In näherer Umgebung sind keine Objekte vorhanden, deren lose Fragmente (z.B.: Äste von Waldgebieten) sicherheitsrelevante Anlagenteile der Biogasanlage durch Kollision gefährden könnten. Die Reißfestigkeit der Folienabdeckungen entspricht mit min. 500 N/5 cm den Vorgaben gemäß den Sicherheitsregeln für Biogasanlagen der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften und überschreitet diese. Sollten die Wetterschutzplanen dennoch einreißen, wird das Biogas durch die darunter befindliche Gasspeicherfolie eingeschlossen. Erst wenn die Gasspeicherfolie ebenfalls beschädigt wird, kann das Biogas begrenzt entweichen.
Die Stabilität der Dachabdeckung gegenüber Windlasten wird durch die kontinuierliche Beaufschlagung mit Tragluft gewährleistet. Damit wird ein leichter Überdruck unterhalb der Wetterschutzplane erzeugt und aufrecht gehalten, wodurch die Dachform auch bei äußeren Windeinflüssen konstant gehalten wird und keine Angriffsfläche für Windlasten bietet. Die Tragluftgebläse sind in das Notstromkonzept eingebunden und werden bei Stromausfall nach ca.1h mit Notstrom versorgt.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Gering aufgrund der geeigneten Dachabdeckungen der Gärbehälter, sowie organisatorische Maßnahmen zum Freihalten von Bewuchs.

mögliche Gefahr:

Eine Gefährdung von Leib und Leben entsteht nicht, da es bei erhöhten Windgeschwindigkeiten zu einer schnellen Verdünnung des Biogases kommt. Die Entstehung eines explosionsfähigen Gemisches ist demnach nur sehr kurzzeitig im Nahbereich zu befürchten. Selbiges gilt für die Entstehung toxischer Gefahren, welche sich ebenfalls innerhalb kürzester Zeit auf unschädliche Konzentrationen verdünnen.

4.2.3 Störung 3: Frostperioden

Beschreibung

Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt von Wasser, können Sicherheitseinrichtungen, welche im Freien installiert sind, von Frost betroffen sein. Dabei ist insbesondere die Über-/Unterdrucksicherung zu benennen, welche aufgrund der eingefrorenen Wasservorlage ihre Sicherheitsfunktion nicht mehr ausüben kann. Auch ist es möglich, dass Kondensat im Klemmschlauch bei Minustemperaturen gefriert und somit die Funktionstüchtigkeit des Klemmschlauches herabsetzt. In Folge dessen kann dieser die Foliendachhaut nicht mehr auf dem Behälter halten, was in ein großflächiges Versagen der Dachhaut und in unkontrollierbaren Gasfreisetzungen resultiert.

Gegenmaßnahmen:

Organisatorisch werden täglich Prüfungen an den Sicherheitseinrichtungen durchgeführt. Insbesondere werden die Über-/Unterdrucksicherung in Hinblick auf den verbleibenden Frostschutzmittelstand überprüft. Der Klemmschlauch wird ebenfalls auf Frostfreiheit überprüft zudem wird die Druckluft entfeuchtet und/oder es wird Frostschutz in den Klemmschlauch eingedüst. Die Substratleitungen sind größtenteils unterirdisch verbaut. Das Kondensat in Gasleitungen wird frostsicher abgeleitet.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Gering aufgrund geeigneter Gegenmaßnahmen

4.2.4 Störung 4: Schneefall

Beschreibung

Bei starken und andauernden Schneefall können sich Schneemengen auf den Foliendächer der folienbedeckten Gärbehälter ablagern. Diese wirken als Flächenlast ein und könnten somit ein mögliches Versagen der jeweiligen Dachhaut begünstigen. Hieraus würde wiederum eine Öffnung des Gasraumes zur Umwelt resultieren.

Gegenmaßnahmen:

Eine manuelle Räumung von Schneeschichten ist nur partiell im Bereich der Podeste möglich. Die Dachhäute sind konvex aufgebaut, so dass Schneeschichten einen schlechten Halt haben und abrutschen bevor sich unzulässig hohe Schneelasten ansammeln. Zudem ist davon auszugehen, dass durch den thermophilen Prozess bei ca.

35°C ein Abtaueffekt an der Dachoberfläche eintritt, was wiederum die Wahrscheinlichkeit der Ansammlung von Schneelasten verringert und ein Abrutschen der Schneeschichten begünstigt.

Sollten die Dachhäute statisch nicht hinsichtlich der lokal zu erwartenden Schneelasten geeignet sein, so kann die Tragluft zusätzlich erwärmt werden, wodurch das Abrutschen der Schneemassen begünstigt wird. Dazu wird organisatorisch geregelt, dass bei vorhergesagtem oder bereits eingetretenem Schneefall, die Schichtbildung auf den Foliendächern alle 2 Stunden auch außerhalb der Betriebszeiten visuell besichtigt wird. Sollte sich eine signifikante Zunahme der Schichtdicke erkennbar sein, sind Maßnahmen zu treffen um die Tragluft hinreichend zu erwärmen.
In der Biogasanlage Timphaus kann dies z.B. durch die Umleitung der Abwärme der Blockheizkraftwerke erfolgen, oder durch ein tragbares elektrisch betriebenes Heizgerät mit einer Heizleistung von mind. 5 kW. Der Betrieb erfolgt außerhalb des Explosionsbereiches. Ein Stromanschluss ist vorgesehen. Auf gas-betriebene Heizgeräte wird aufgrund der Brandgefahr verzichtet.

<u>Wahrscheinlichkeit des Eintretens:</u>
Gering aufgrund geeigneter Gegenmaßnahmen

4.2.5 Zusammenfassende Gefahrenanalyse zu umgebungsbedingten Gefahrenquellen

Gefährdung	Gegenmaßnahme
Blitzschlag	• Fangstangen als primäre Schutzmaßnahme • Organisatorische Blitzschutzmaßnahmen werden vorgenommen
Erdbeben	• Das Betriebsgelände befindet sich in keiner definierten Erdbebenzone. • Wegen der sehr geringen seismischen Auswirkungen sind gemäß DIN 4149, Teil 1, keine bautechnischen Erdbebennachweise erforderlich. • Im Bereich um das Betriebsgelände findet keine Bergbautätigkeit statt. Daher ist mit Senkungen nicht zu rechnen.
Benachbarte Anlagen, Verkehr, Hochspannungsleitungen	• Ausreichende Sicherheitsabstände zu Nachbaranlagen • Gemäß der örtlichen Lage aus Abschnitt 4.1 sind keine Gefährdungen durch benachbarte Anlagen, und/oder Hochspannungsleitungen zu erwarten.
Sturm	• Die Behälter sind aus Stahlbetonteilen gefertigt. • Es sind keine hohen Objekte (Bäume, Masten o.ä.) von ausreichender Höhe vorhanden, um beim Sturz die Dachhaut zu verletzen. • Die Wetterschutzplane ist entsprechend sturmfest ausgelegt und befestigt. • Stabilität der Dachhaut durch notstromunterstützte Tragluft
Sonneneinwirkung	• Die Wetterschutzplane ist UV-beständig ausgeführt. • Eine Überhitzung durch Sonneneinstrahlung hat keinen Einfluss auf die Stabilität der Folie oder des Prozesses.
Schneelasten	• Bei der vorgesehenen Neigung auf der glatten Außenfolie bleibt kein Schnee liegen. • Stabilität der Dachhaut durch notstromunterstützte Tragluft • Organisatorisch wird durch Betriebsanweisungen geregelt, dass vorhergesagtem oder bereits eingetretenen Schneefall die Dachhaut alle 2 Stunden auch außerhalb der Betriebszeiten visuell besichtigt wird. Sollte sich eine signifikante Zunahme der Schichtdicke erkennbar sein, wird die Tragluft erwärmt.
Hochwasser/Überschwemmungen	• Das Gelände ist nach heutigen Erkenntnissen nicht hochwassergefährdet.
Eingriffe Unbefugter	• Unterweisung Betriebsfremder • Beschilderung, zum Beispiel durch Warn-, Verbots-, Hinweisschilder • Ventile und Schieber sind verschlossen oder befinden sich in geschlossenen Räumen

4.3 Gefahrenanalyse / Risikobeurteilung zu den betrieblichen-/ anlagenbezogene Gefahrenquellen

4.3.1 Störung 1: Versagen der Zylinderwandungen – Substratfreisetzung

Beschreibung:
Undichtigkeiten an den zylindrischen Wandungen der Gärbehälter sind aufgrund der praxiserprobten Bauweise aus Stahlbeton nicht zu befürchten. Zudem werden die Behälter vor Inbetriebnahme einer Dichtheitsprobe unterzogen. Der innerbetriebliche Verkehr wird so geregelt, dass die Gefahr einer Beschädigung vermindert wird. An kritischen Stellen wird ein Anfahrtsschutz vorgesehen.
Nur bei grober Fahrlässigkeit (z.B. durch ein Abreißen von Leitungen) wäre ein Ausfluss von Gärsubstrat denkbar. Jeder Anschluss einer Substratleitung im unteren Bereich des Behälters ist mit geeigneter Befestigung und massiven Absperrschiebern ausgeführt. Wenn eine Leitung abreißen sollte, geschieht dies hinter der Absperrarmatur.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:
gering aufgrund der technischen Ausführungen.

mögliche Gefahr:
Eine Gefährdung von Leib und Leben entsteht nicht, da das Auslaufen des Gärsubstrates durch das Abreißen von Leitungen relativ langsam geschieht und der Betreiber frühzeitig Gegenmaßnahmen einleiten kann (z. B. Schieber schließen, Umpumpen in andere Behälter).

4.3.2 Störung 2: Überfüllung der Gärbehälter

Beschreibung:
Überfüllung der Behälter mit Inputstoffen/flüssigem Substrat über Oberkante der Zylinderwandungen.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:
Sehr gering aufgrund rechtzeitiger automatischer Abschaltungen

Gegenmaßnahmen

Registrierung von Füllstandsüberschreitung durch Überfüllsonden im Fermenter und Gärrestlager. Die Sonden lösen bei Kontakt eine Störmeldung aus und aktivieren die Telefonwählanlage. Gleichzeitig wird jegliche weitere Substratzufuhr durch Pumpenabschaltung unterbunden. Teilweise werden auch Schieber geschlossen

mögliche Gefahr:

Eine Gefährdung von Leib und Leben entsteht nicht.

4.3.3 Störung 3: unkontrollierte Gasproduktion in gasdichten Gärbehältern oder Biogasverbraucher-Ausfall

Beschreibung:

Der biologische Prozess der Fermentation kann nicht unmittelbar abgebrochen werden. Nach Einstellung der Fütterung ist mit einer weiterführenden Gasproduktion über einen längeren Zeitraum von mehreren Stunden zu rechnen. Bei Ausfall der Gasverbraucher und Notverbraucher kann sich somit ein Überdruck im Gasraum ausbilden.

Gegenmaßnahmen:

Bei Totalausfall der Gasverbraucher erfolgt eine Alarmmeldung an die Verantwortlichen. Zudem wird durch betriebliche Maßnahmen, wie z.B. Abschaltung der Rührwerke und Stoppen der Substratzufuhr, die Gasproduktion merkbar gesenkt.

Die Gasspeicher der Behälter besitzen ein ausreichend hohes Gasspeichervolumen, um eine Pufferzeit von mehreren Stunden bereitzustellen, bevor die Überdrucksicherungen ausgelöst werden. Diese Zeitspanne ist i.d.R. ausreichend, um den Normalbetrieb der Gasverwertungsanlage durch den Wartungs- und Reparaturservice oder mittels Komponentenaustausch wiederherzustellen.

Wenn wider Erwarten doch eine Überfüllung eintreten sollte, so ist nach vollständiger Ausschöpfung der vorhandenen Gasspeicherkapazität die Notgasfackel in der Lage, das überschüssige Biogas sicher zu entsorgen. Durch entsprechende Verringerung der Substratzufuhr kann die Pufferzeit vergrößert und somit der Zeitpunkt an dem das Biogas über die Notgasfackel freigesetzt wird, heraus gezögert werden. Als letzte Sicherung fungiert die mechanische Über-/Unterdrucksicherung, um einen unzulässigen Überdruck im Behälter zu vermeiden.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Gering

Eine übermäßige Gasproduktion ist bei geregeltem Anlagenbetrieb auszuschließen. Nur bei einer Störung, z. B. durch übermäßige Zufuhr von Frischsubstrat, ist diese Art der Anlagenstörung zu erklären. Die Fütterung erfolgt im Normalbetrieb in kleinen Dosierschritten.

mögliche Gefahr:

Eine Gefährdung von Leib und Leben entsteht nicht, da der Ausfall der BGAA mit einem Ausfall von Notgasfackel und Überdruck-/Unterdrucksicherung zusammen fallen muss. Zudem wird der Betreiber mittels Anlagen-Visualisierung über die aktuellen Gasspeicherstände informiert und kann bei Bedarf entsprechende Maßnahmen ergreifen. Es entsteht lediglich ein finanzieller Ausfall.

4.3.4 Störung 4: Stromausfall

Beschreibung:

Alle elektrischen Einrichtungen zum Erhalt des Betriebes sind bei einem vollständigen Netzausfall ohne Funktion.

Gegenmaßnahmen:

Bei einem Stromausfall wird zwangsläufig die Substratzufuhr unterbrochen. Die Biogasanlage ist so ausgelegt, dass bei totalem Netzausfall kein Behälter aus- oder überlaufen kann (die Anlage fällt dann in einen betriebssicheren Zustand). Lediglich die Gasproduktion läuft mit abnehmender Tendenz weiter. Bis zur Ausnutzung des Gasspeichervolumens der Gasspeicherhauben vergehen mehrere Stunden. Darauf erfolgt eine Verbrennung über die Notfackel bzw. Auslösung der Überdrucksicherungen.
Ein Notstromaggregat versorgt bei Stromausfall Anlagenteile wie beispielsweise Steuerung und Stützluftgebläse. Eine genaue Übersicht zu den zu versorgenden Anlagenteilen ist im Notstromkonzept festgehalten. Bei dem Notstromaggregat kann es sich um ein stationäres, der ein mobiles Aggregat handelt, welches innerhalb von <2h angeschlossen werden kann. Entsprechende Anschlüsse werden vorgesehen. Das Telefonwählgerät wird über eine unterbrechungsfreie Spannungsversorgung (USV) gespeist.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Mittel.

mögliche Gefahr:

Eine Gefährdung von Leib und Leben entsteht bei diesem Szenario nicht, da der totale Netzausfall mit dem Ausfall der Überdruck-/Unterdrucksicherung zusammen fallen muss. Eine batteriegepufferte Gleichstromversorgungseinheit (USV) versorgt die Telefonanlage, um bei Stromausfall oder defekten Sicherungen noch Warn- und Alarmmeldungen an die verantwortlichen Anlagenfahrer absetzen zu können.
Ein Notstromaggregat versorgt bei Stromausfall Anlagenteile wie beispielsweise Steuerung und Stützluftgebläse. Eine genaue Übersicht zu den zu versorgenden Anlagenteilen ist im Notstromkonzept festgehalten.

4.3.5 Störung 5: Explosionsfähige Atmosphäre durch Unterdruck in gasdichten Gärbehältern

Beschreibung:

Durch das Auslösen der Unterdrucksicherungen kann Umgebungsluft in den Gasraum des jeweiligen Behälters gezogen werden. Dort mischt sich der Luftsauerstoff mit dem Biogas, wodurch die OEG unterschritten wird und ein explosionsfähiges Gemisch im Behälter vorliegt. Die Entstehung von Unterdruck im Gasraum ist denkbar durch eine zu schnelle Abkühlung und der damit verbundenen Volumenverkleinerung des Gasraumes sowie durch die zu schnelle Entnahme von Gärsubstrat.

Gegenmaßnahmen:

Die Entnahme von Gärrest aus dem Gärrestlager wird in Anweisungen geregelt und überwacht. Auch hier bieten die vorhandenen Speicherkapazitäten der Dachhäute ausreichend Sicherheit, um das Auslösen der Unterdrucksicherungen im Fermenter und Gärrestlager zu verhindern. Die Entstehung eines Unterdrucks im Innern dieser Gasspeicher wird zudem sensorisch über den Unterdruckwächter erfasst.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Gering.
Unterdruck durch eine zu schnelle Abkühlung und die damit verbundenen Volumenverkleinerung ist auszuschließen. Setzt man die isobare Zustandsänderung bei einem Temperaturabfall von 30°C innerhalb kürzester Zeit voraus, bietet das Gasspeichervolumen der Dachhaut genügend Kapazität, um den Volumenverlust ohne Unterdruckgefahr auszugleichen.

mögliche Gefahr:

Entstehung von explosionsfähiger Atmosphäre ist durch die beschriebenen Maßnahmen verhindert.

4.3.6 Störung 6: Explosionsfähige Atmosphäre durch Entschwefelung

Beschreibung:

Zur biologischen Entschwefelung des Biogases wird in die Gasräume der Gärbehälter kontrolliert Außenluft eingeblasen. Eine lokale Unterschreitung der OEG und Entstehung von explosionsfähiger Atmosphäre kann dabei nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

Gegenmaßnahmen:

Im Nahbereich der Lufteintrittsöffnung sind keine Zündquellen installiert. Zudem wird der eindosierte Entschwefelungs-Luftvolumenstrom der aktuellen Gasproduktionsrate angepasst, um ein Unterschreiten der Oberen Explosionsgrenze der Biogasatmosphäre zuverlässig zu verhindern.
Eine Rückströmung von Biogas in die Luftleitung der Gärbehälter wird durch jeweils eine gasdichte Absperrklappe verhindert. Ein zusätzlicher Gasabsperrhahn ermöglicht den Austausch der Klappen. Ferner wird der Luftsauerstoffgehalt im Biogas durch das anlageneigene Gasanalysegerät ermittelt.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Sehr gering.

mögliche Gefahr:

Entstehung von explosionsfähiger Atmosphäre nur im Nahbereich der Entschwefelungsöffnung denkbar. Weitere Ausbreitung wird wirkungsvoll durch die beschriebenen Maßnahmen verhindert.

4.3.7 Störung 7: Menschliches Fehlverhalten

Beschreibung:

Zu den betrieblichen Gefahrenquellen zählen auch organisatorische Mängel wie z. B.:

- falsche Konstruktion der Biogasbehälter/Rohrleitungen,
- Zündung/Entzündung des Biogases durch offenes Feuer, Zigaretten, mechanische Funken,
- Freisetzungen beim Be- und Entladen von Inputstoffen und Gärrest (z. B. durch das Wegrollen eines LKW, fehlerhaft angeschlossene Kupplungen, defekte Ausrüstung, ungenügende Fachkenntnis).

Neben anlagenbezogenen Gefahren existieren ebenso Gefahren, die aus fehlender oder unzureichender Information der Arbeitnehmer resultieren. Durch Fehlbedienungen der Anlage oder Unwissenheit über die Gefahrenpotentiale der verwendeten Stoffe kann sich der Arbeitnehmer selbst, anderen Personen und/oder der Umwelt Schaden zuführen. Gefahren gehen dabei vor allem aus der Nichterkennung kritischer Anlagenzustände hervor, wie z. B.:

- Undichtigkeiten der Behälterwandungen, Behälterdachhaut und Rohrleitungen,
- Über- und Unterdruck in den Biogasbehältern,
- hohe Temperaturen in den Biogasbehältern, Rohrleitungen, BHKW und
- Überfüllen der Behälter (Fermenter, Gärrestlagerbehälter).

Gegenmaßnahmen:

Derartige Parameter werden kontinuierlich erfasst und würden in der Steuerung Alarme an den Betreiber oder ggf. sogar Abschaltungen auslösen, bzw. über Sicherheitseinrichtungen und Abschaltungen, die Anlage in einen sicheren Zustand überführen.
Größere Auswirkungen sind durch die Umsetzung des Sicherheitsmanagements (Befolgen von Arbeitsanweisungen etc.) nicht zu befürchten. Durch die Umsetzung des Sicherheitsmanagements wird den Gefahren mit Warn- und Hinweistafeln, regelmäßigen Unterweisungen, Bedienungsanleitungen und Betriebsanweisungen im Umgang mit verschiedenen Apparaten oder Stoffen begegnet.

Wahrscheinlichkeit des Eintretens:

Gering.

mögliche Gefahr:

Abhängig vom jeweiligen Fehler.

4.4 Ergebnisse einer Gefahrenanalyse

Wie erwähnt, müssen die in diesem Dokument enthaltenden Abschnitte keine vollständige Gefahrenanalyse widerspiegeln. Diese sind als ergänzend zu verstehen.

- Die Ergebnisse der Analysen fließen in die Auslegung und Konstruktion der Anlage ein. Ergebnisse einer Gefahrenanalyse (in der Planungsphase oder in der späteren Ausfüh Die Festlegung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile nach ihrer Funktion (vgl. Abschnitt 3.6.2),
- Sichere Anlagenauslegung (Maßnahmen wie z.B.: einzeln absperrbare Behälter, reißfeste Behälterabdeckung),
- Festlegung von Prüfungen und Wartungsintervallen (täglich, wöchentlich),
- Sicherheitsabstände,
- Festlegung von Prüffristen zu wiederkehrenden Prüfungen an sicherheitsrelevanten Anlagenteilen (Ausführungsphase).
- Veranlassung von Prüfungen durch nach § 29a BImSchG anerkannte Sachverständige.
- Einbindung von Not-Aus-Systemen,
- Einbindung von Sensor-Aktor-Kreisen in die Sicherheitskette,
- Einhaltung von Sicherheitsabständen,
- Festlegen von organisatorischen Maßnahmen zum Betrieb und der Überwachung, sowie die Dokumentierung in Betriebsanweisungen.
- Weitere konkrete Maßnahmen sind den Ausführungsdokumentationen des Anlagenerrichters zu entnehmen.

Um Restrisiken zu beurteilen wurden in einem externen Gutachten (Auswirkungsanalyse, Anhang B) Untersuchungen vorgenommen, welche aufgrund von sehr unwahrscheinlichen Gefahrenquellen wie z.B.: Dachhautriss hervorgerufen werden könnten. Diese Gefahrenquellen sind i.d.R. aufgrund der aus den Gefahrenanalysen resultierenden Schutzmaßnahmen als sehr unwahrscheinlich einzustufen. Die Folgende Betrachtung erfolgt unabhängig davon.

5 Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen /Sicherheitsmanagementsystem

Im Folgenden werden die grundlegenden Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen in Auswertung der vorigen Abschnitte dargestellt. Das aus den Gefahren resultierende Schutzziel ist es, die negativen Eigenschaften der gehandhabten Stoffe durch Umschließung oder Verdünnung von Mensch und Umwelt fernzuhalten.

5.1 Allgemeine Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen

5.1.1 Explosionsschutzmaßnahmen

Die Pläne zur Darstellung der explosionsgefährdeten Bereiche (Explosionsschutz-Zonenplan) wurden erarbeitet. Auf Grundlage dessen wurde ein Explosionsschutzdokument gemäß § 6 Absatz 9 der Gefahrstoffverordnung für den gesamten Betriebsbereich erstellt, in welchen die notwendigen Maßnahmen dargestellt werden.

Auf Grundlage des Explosionsschutzdokumentes wird die Prüfung gemäß §§ 15 und 16 Betriebssicherheitsverordnung für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen durchgeführt. Im Explosionsschutzdokument werden relevante Sachverhalte, die den Explosionsschutz innerhalb des Betriebsbereichs betreffen, betrachtet. Das Dokument enthält u. a.:

- die Festlegung der Zonen, in denen mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g.e.A.) gerechnet werden muss.
- die Festlegung sonstiger organisatorischer Maßnahmen zur Vermeidung von g. e. A. und zur Vermeidung von Zündquellen in Zonen.
- die Festlegungen zur Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche.

Explosionsschutzmaßnahme: Festlegung von explosionsgefährdeten Bereichen

Zum Schutz der Anlagen und Einrichtungen werden im Betriebsbereich auf der Grundlage der geltenden Vorschriften (u. a. Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV, Technische Regeln Betriebssicherheit TRBS, BGR 104/DGUV113-001 Explosionsschutz-Regeln) explosionsgefährdete Bereiche festgelegt.

Alle Bereiche an, in und um den Anlagenteilen, bei denen mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss und die entsprechend der Auftrittswahrscheinlichkeit eben jener Atmosphäre in Zonen eingeteilt wurden, sind im

Explosionsschutzzonenplan dargestellt. Die räumliche Ausdehnung und die konkreten Abmessungen der Zonen sind in den Plänen dargestellt. Der Explosionsschutzzonenplan ist in der betrieblichen Dokumentation hinterlegt und frei für alle Mitarbeiter verfügbar.

5.1.2 Brandschutzmaßnahmen

Bewegungsflächen für Feuer- und Löschkräfte

Die Zufahrt zur Anlage erfolgt aus südlicher Richtung über Ortstraße „An den Teichen". Durch freigelassene Brandgassen ist die Anlage aus nördlicher, westlicher und östlicher Richtung gut befahrbar. Die lichten Breiten von den Zu- oder Durchfahrten von mindestens 3,00 m und lichten Höhen von mindestens 3,50 m lt. Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken werden eingehalten.

Löschwasserversorgung

Die Sicherstellung der notwendigen Löschwasserversorgung von 96 m³/h für 2 Stunden wird über einen Löschwasserteich gewährleistet. Eine frostfreie Löschwasserentnahmestelle gemäß DIN 14244 wird hergestellt.

Feuerlöscheinrichtungen

Auf dem gesamten Betriebsgelände werden Feuerlöscheinrichtungen installiert und gebrauchsfertig gehalten. Die von Hand zu betätigenden Feuerlöscheinrichtungen können jederzeit schnell und leicht erreicht werden. Die Feuerlöscheinrichtungsstellen werden deutlich erkennbar und dauerhaft gekennzeichnet.
Bezüglich der Ausrüstung mit Feuerlöschern wird auf die BGR 133 „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern" hingewiesen. Weitergehende Brandschutzmaßnahmen sind mit der regional zuständigen Feuerwehrstelle abzustimmen.
Aus Brandschutzgründen ist das Lagern von Motor-, Altölen und anderen brennbaren Stoffen in Mengen über 200 kg im Schallschutzraum unzulässig.

Interne Abstände/ Feuerwiderstandsklassen

Bei der Materialauswahl werden auf nicht brandbegünstigende Materialien bevorzug. Schaltschränke werden entsprechend der Feuerwiderstandsklasse F 90 ausgeführt.

Brandmeldeanlagen (BMA)

An festgelegten Stellen der Biogasanlage mit besonderer Brandgefahr innerhalb von Räumen, werden Brandmeldeanlagen installiert. Bei Detektierung eines Brandes wird ein örtlicher akustischer- und optischer Alarm ausgelöst. Zudem erfolgt eine Weiterschaltung auf die Alarmkette der Steuerung. Z.B. werden BMA in den beiden BHKW-Aufstellungsräumen und im Aufstellraum für die Schaltschränke installiert.

In diesen Örtlichkeiten sind ebenfalls geeignete Feuerlöscheinheiten (Handfeuerlöscher) vorgehalten und im Feuerwehrplan kenntlich gemacht. Die Anzahl und Art der Handfeuerlöscher (Schaum oder CO2 etc.) wird in Abstimmung mit der Feuerwehr festgelegt.

5.1.3 Auslegungsmaßnahmen

Die Anlagenteile sind entsprechend dem Stand der Technik und den einschlägigen Regelwerken sowie Normen ausgelegt und errichtet. Dies gilt insbesondere für VDE-Vorschriften, der VAwS, DIN-Normen, BGV, ATEX-RL u.a. Der Betrieb erfolgt gemäß den Bestimmungen der BetrSichV.

Durch Prüfungen nach verschiedenen Regelwerken vor Inbetriebnahme und darauf folgend in regelmäßigen Abständen werden die installierten Schutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Funktion beurteilt. Durch konsequente Planung und baubegleitende Prüfungen werden die störfallrelevanten Anlagen unter Berücksichtigung der zutreffenden Regelwerke und des Standes der Sicherheitstechnik so ausgelegt und errichtet, dass für zu unterstellende Betriebsstörungen geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen sowie zur Begrenzung ihrer Auswirkung getroffen wurden.

5.2 Technische Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen

Die technischen Maßnahmen zur Verhinderungen von Störfällen resultieren u.a. aus den Ergebnissen der Risikobeurteilung

Betriebseinheit übergreifende Schutzmaßnahmen:

- Bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes der Biogasanlage Timphaus außerhalb der Betreuungszeit erfolgt durch die Steuerungstechnik und ein integriertes Modem eine automatische Störungsmeldung auf den Festnetz- bzw. Mobilfunknetzanschluss des Verantwortlichen.
- Schutzeinrichtungen wurden vor der Inbetriebnahme der Biogasanlage bzw. ihrer Komponenten angebracht und deren Funktionstüchtigkeit sichergestellt.
- Die Biogasanlage wird nicht betrieben, wenn eine oder mehrere der Schutzeinrichtungen unwirksam gemacht, demontiert, umgangen oder beschädigt wurden.

5.2.1 Schutzmaßnahmen - Gärbehälter

Fermentation

- Alle Behälter sind als Rundbehälter aus Stahlbeton hergestellt. Prinzipiell wird die technische Dichtheit eingehalten.
- Rohrleitungen und Armaturen sind in entsprechender Materialqualität und Wanddicke ausgelegt.
- Der Betriebszustand der Behälter wird durch Sensoren (Füllstand, Über-/Unterdruck, Temperatur, Gasbeschaffenheit) kontinuierlich überwacht.
  z.B.: wird beim Ansprechen des Druckwächters an den gasdichten Behältern örtlich Alarm- und Rufweiterschaltung ausgegeben.
- Das Entstehen von Unterdruck (Eindringen von Luft) wird durch die Drucküberwachung mit Auslösung von Notfunktion (Abschalten der Verbraucher) verhindert.
- Die verwendete Gasspeicherfolie erfüllt die Anforderungen gemäß den „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“ (Stand 2008).
- Am Gasraum der gasdichten Behälter ist eine Über- und Unterdrucksicherung angeschlossen, die dafür sorgt, dass kein Über- bzw. Unterdruck in den Behältern entsteht.
- Die zu- und abführenden gasführenden Leitungen sind in unmittelbarer Nähe zu den Gärbehältern mit einer Absperrarmatur ausgerüstet.
- Überwachung der Gasspeicherfolie auf Leckagen mindestens 1x pro Woche an der Luftaustrittsöffnung für das Tragluftgebläse mit manuellen Messgeräten.

5.2.2 Schutzmaßnahmen - Kondensatstrecke

- Innerhalb des Kondensatschachtes wird das Kondensat in einer Wasservorlage abgeschieden. Die Wasservorlage verhindert das unkontrollierte Entweichen von Gas.
- Die Kondensatvorlage ist durch den Feuchtegehalt des Biogases ständig vorhanden.

5.2.3 Schutzmaßnahmen – Gasverwertung, Notfackel

- Die Gasfackel ist mit einem Sicherheitsabstand von mindestens 5 m zu anderen Bauwerken errichtet. Die Notfackel wird druckgesteuert automatisch betrieben. Dem Brenner sind eine bauartzugelassene Flammenrückschlagsicherung und Gasregelstrecke gemäß DVGW vorgeschaltet.
- Alle wesentlichen Daten werden kontinuierlich erfasst und protokolliert.
- Erschütterungen durch den BHKW-Motor oder durch andere Antriebe in der Biogasanlage treten nicht auf, weil diese Aggregate ausreichend gedämpft sind.
- Beide Blockheizkraftwerke sind außerhalb des BHKW-Aufstellungsraums abschaltbar. Es kann sowohl die Gaszufuhr abgestellt als auch der NOT-AUS-Schalter gedrückt werden. Beide Abstelleinrichtungen sind außen gut erkennbar angebracht.
- Der Aufstellungsraum wird mit einer Gaswarneinrichtung auf Gasfreisetzungen überwacht. Der Standort der Sensoren befindet sich in der Nähe zum Gasverdichter und zur Gasregelstrecke. Bei Hauptalarm erfolgt eine Alarmgebung auf das Bereitschaftstelefon, einen von außen sicht- und hörbaren Alarm, sowie eine Stromlossachlung und die Belüftung des Raumes.
- Vor den Blockheizkraftwerken ist jeweils eine fernbetätigbare Sicherheitsabsperrarmatur installiert. Die Absperrarmatur wird automatisch durch die Gaswarnanlage geschlossen und in das Not- Aus der BHKW eingebunden. Alternativ kann die Handabsperrarmatur von geschützter Stelle aus betätigt werden. Das Gasfluss wird in jedem Fall sicher gestoppt.

5.2.4 Schutzmaßnahmen – Entschwefelung/Technikraum

- Rückschlagklappen in den Luftleitungen für die Entschwefelung, um Rückströmung von Biogas aus den Gärbehältern in den Luftleitungen und damit eine Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern.

- Um die Gefahr der Rückströmung von Biogas bei Versagen der Rückschlagklappen zu begegnen, werden Absperrarmatur in den Luftleitungen installiert.

5.2.5 Maßnahmen der Prozessleittechnik

Die Drücke, Temperaturen, Füllstände und ggf. unzulässige werden in den Behältern und nachgeschalteten Anlagenteilen kontinuierlich überwacht.
Bei Über- / Unterschreiten festgelegter Parameter werden Maßnahmen eingeleitet, welche ein Auftreten eines Störfalles wirksam verhindern. Dazu können Ab- oder Umschaltvorgänge oder Benachrichtigungen von Mitarbeitern gehören.

- Der Anlagenschaltschrank ist mit einem Hauptschalter und einem Not-Aus-Schalter für die Anlage ausgeführt. Für die Antriebe der Hauptkomponenten sind Schlüsselschalter zur Freigabe und zum Abschalten der Antriebe vorgesehen.
- Das Alarmwählgerät ist Akku-gepuffert und setzt bei Störmeldungen über die Telefonanlage der Reihe nach eine telefonische Alarmierung zu mindestens zwei voneinander unabhängigen Rufnummern der verantwortlichen Personen ab.
- Zusätzlich werden Störungen durch ein akustisches Signal angezeigt.
- Störungen, die im Zusammenhang mit der Auslösung der Gassensoren stehen, werden durch ein zusätzliches akustisches sowie ein optisches Signal in den entsprechenden Bereichen angezeigt.

5.2.6 Maßnahmen zur Verhinderung von Eingriffen Unbefugter

Außerhalb der Arbeitszeit sind die Zugänge zu den Betriebsgebäuden verschlossen. Die Eingangstüren sämtlicher Gebäude sind durch ein Schließsystem gesichert.

5.2.7 Maßnahmen zur Verhinderung mechanischer Störungen

Die Aufstellung der Anlagen, Auslegung der Komponenten, Konstruktion und Anlagenkonzepte berücksichtigen die möglichen mechanischen Einflüsse aus dem Verkehr, den Prozesszuständen und aus dem Betrieb.

- Beschädigungen an Verbindungselementen/Flanschen
- Undichtigkeiten an Ventilen und Armaturen
- Zerstörung/Beschädigung durch Fahrzeugverkehr

Die Behälter sind aus emaillierten Stahlelementen gefertigt. Rohrleitungen und Armaturen sind in entsprechender Materialqualität und Wanddicke ausgelegt.

5.2.8 Maßnahmen bei Störungen der Energiesysteme

Die Auslegung der Prozesstechnik ist ausfallsicher ausgeführt. Bei Ausfall von einzelnen Messungen oder Steuerungen führt dies zu keinen unkontrollierbaren Anlagenzuständen bzw. die mechanischen Schutzeinrichtungen greifen. Sicherheitsgerichtete Schaltungen werden bei der Prüfung vor Inbetriebnahme einem Testlauf unterzogen.

Die Biogasanlage ist mit einem Alarmsystem ausgerüstet, das bei Eintritt einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes das Betreiberpersonal über Telefon alarmiert. Ferner wird der Alarm auf dem Visualisierungssystem angezeigt und registriert.
Das Alarmwählgerät ist Akku-gepuffert, daher können bei totalem Energieausfall dennoch telefonische Alarmierungen zu mindestens zwei voneinander unabhängigen Rufnummern der verantwortlichen Personen abgesetzt werden.

Die Stromkreise der MSR-Schutz- und Überwachungseinrichtungen werden nach VDI/VDE 2180 getrennt von den Stromkreisen der MSR-Betriebseinrichtungen verlegt.
Die Auswahl der zu verwenden Bauteile richtet sich nach den Auswirkungen eines möglichen Versagens der Messtechnik.

5.2.9 Maßnahme Not-Aus

Die Biogasanlage bzw. deren Teilanlagen können im Gefahrenfall schnell abgeschaltet werden. Hierfür sind an verschiedenen Stellen in der Anlage Not-Aus-Schlagtaster für einzelne Betriebsbereiche angebracht.

An den Schlagtastern ist deutlich gekennzeichnet, welcher Anlagenbereich ausgeschaltet wird. Wird der betreffende Bereich nicht vollständig spannungsfrei geschaltet, so ist dies durch Warntafeln kenntlich gemacht. Um die Anlage bei einer Störung der Elektrik in einen sicheren Zustand zu überführen, ist die elektrische Steuerung der Sicherheitsfunktionen im Ruhestromprinzip ausgelegt.

5.2.10 Maßnahme Gassensoren

In der Biogasanlage Timphaus werden an definierten Stellen der Anlage Gassensoren eingesetzt, um gefährliche Betriebszustände und einen nicht bestimmungsgemäßen Betrieb festzustellen. Diese Sensoren detektieren i.d.R. die relevanten Gase Methan und Schwefelwasserstoff. Bei Auslösung werden sicherheitsgerichtete Abschaltungen der Anlage bzw. Teilanlagen durchgeführt. Gleichzeitig werden die relevanten Zwangsbelüftungen mit maximaler Leistung betrieben, um eine ausreichende Luftzufuhr und schnellstmögliche Verdünnung der Gase zu gewährleisten.
Gassensoren werde u.a. in den BHKW Aufstellungsräumen installiert. Die konkrete Anzahl, Installationsort und Arbeitsweise sind in der Betriebsanleitung der Anlage beschrieben. SIL-Einstufungen, welche aus den Ergebnissen der Gefahrenbewertung hervorgegangen sind, werden umgesetzt.

5.3 Organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen / Sicherheitsmanagement

Die Sicherheitsorganisation des Betriebsbereiches Biogasanlage Timphaus wurde entwickelt. Die wesentlichen Rahmenbedingungen sind in der Bedienungsanleitung beschrieben. Neben den anlagenbezogenen Gefahren existieren ebenso Gefahren, die aus fehlender oder unzureichender Information der Arbeitnehmer resultieren. Durch Fehlbedienungen der Anlage oder Unwissenheit über die Gefahrenpotentiale der verwendeten Stoffe kann der Arbeitnehmer sich, Anderen und/oder der Umwelt Schaden zuführen. Dem wird mit regelmäßigen Unterweisungen, Warn- und Hinweistafeln, Bedienungsanleitungen und Betriebsanweisungen im Umgang mit verschiedenen Apparaten oder Stoffen begegnet.

Grundsätzlich dient das Sicherheitsmanagementsystem dazu, für interne Vorschriften, Kontrollmechanismen und Kommunikation zu sorgen, damit der Fall des menschlichen Versagens weitestgehend reduziert wird.

Zur nachvollziehbaren Einführung des Sicherheitsmanagemtsystemes sowie zur dessen Umsetzung werden die Punkte des Anhang III der Störfallverordnung in Verfahrensanweisungen formuliert und bekannt gemacht.

5.3.1 Unternehmenspolitik

Betriebsbereich Timphaus	**Verfahrensanweisung** Sicherheitsmanagementsystem	Seite 1 von 3
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung		Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Unternehmenspolitik**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur Kenntlichmachung der Unternehmenspolitik und zur Darlegung wie diese Ziele erreicht werden sollen.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die Betriebsführung als oberste Hierarchieebene der Biogasanlage Timphaus

3. Zuständigkeit

Die Beachtung der Sicherheitsgrundsätze- und ziele der Betriebsführung sind auf die Geschäftsführung delegiert.

4. Inhalt

4.1 Unternehmenspolitik – 1 von 2

Die Unternehmenspolitik des Betreibers ist durch Grundsätze formuliert. Mit dem vorliegende Dokument legt der Betreiber firmenintern und nach außen dar, dass die Verhinderung von Störfällen ein wichtiges Unternehmensziel ist. Die Förderung des ungestörten Anlagenbetriebs, liegt dabei auch aus finanzieller Sicht im ureigensten Interesse des Betreibers.

Alle Prozesse des Betriebsbereiches Biogasanlage Timphaus sind auf die Sicherheitsansprüche eines Betriebsbereiches gemäß 12. BImSchV abgestimmt, um Ereignisse zu verhindern, die zu einem Störfall führen könnten bzw. bei dennoch Eintreten eines Störfalles (Dennoch-Störfall) dessen Auswirkungen auf ein Minimum zu reduzieren.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 3
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Unternehmenspolitik**	……..

4.1 Unternehmenspolitik – 2 von 2

Der Betreiber macht damit deutlich, dass die Pflichten zur Verhinderung von Störfällen und zur Begrenzung ihrer Folgen erfüllt werden. Die Umsetzung erfolgt primär über Unterlagen wie Betriebsanweisungen als Maßnahmen des Sicherheitsmanagementsystems.

Alle Personen, die sich im Betriebsbereich aufhalten oder tätig werden, kennen die Gefahren und geltenden Sicherheitsbestimmungen, sind mit den Örtlichkeiten (Ex-Zonen, Flucht- und Rettungswege, Feuerlöscher usw.) vertraut und zur Ausübung ihrer Tätigkeiten qualifiziert und unterwiesen (vgl. Verfahrensanweisung: Qualifikation des Anlagenpersonals). Betriebsfremde werden in diesem Sinne eingewiesen.

Als Gesamtziel gilt es, den sicheren Betrieb der Gesamtanlage zu gewährleisten und somit Arbeitnehmer, Nachbarn und Dritte sowie die Umwelt vor den Auswirkungen von Störfällen zu schützen.

4.2 Kenntlichmachung

Die Grundsätze werden durch Betriebs- und Verfahrensanweisungen kenntlich und gegenwärtig gemacht, sowie durch Schulungen im Bewusstsein der beteiligten Mitarbeiter weiter gefestigt.

Tätigkeiten und Handlungsweisen werden als Arbeits- und Betriebsanweisungen in schriftlicher Form festgehalten und kenntlich gemacht. Die Anweisungen werden in schriftlicher Form an den betreffenden Stellen des Betriebsbereiches ausgehängt.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 3
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Unternehmenspolitik**	……..

4.3 Sicherheitsgrundsätze- und Ziele der Betriebsführung

Folgende Grundsätze stehen im Mittelpunkt der Aktivitäten der Betriebsleitung im Rahmen des Sicherheitsmanagements:

- Der sichere Anlagenbetrieb hat einen hohen Stellenwert und wird im Falle von möglichen Gefährdungen innerhalb und außerhalb des Anlagengeländes den kommerziellen Interessen übergeordnet.
- Technische und organisatorische Maßnahmen zur Störfallverhinderung sind auf die Einhaltung und Aufrechterhaltung des Standes der Sicherheitstechnik auszurichten.
- Zur Vermeidung von Störfällen werden Anlagen oder Änderungen an bestehenden Anlagen systematisch geplant, fachgerecht errichtet und mit qualifiziertem Personal betrieben.
- Die sicherheitsrelevanten Anlagenteile werden gegen unbefugten Eingriff gesichert.
- Durch Unterweisungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb und zum Verhalten bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes und bei Störfällen soll Fehlverhalten der Beschäftigten vermieden werden.
- Zur Verringerung der Gefahrenquellen werden alle Mitarbeiter aufgefordert, an der Erkennung potentieller Gefahren teilzunehmen und diese dem Betriebsleiter zu melden.
- Vorbildlicher Arbeits- und Umweltschutz, Sicherheit im Betriebsbereich sowie die Beachtung und Einhaltung bestehender betrieblicher Festlegungen sind die Verantwortung und Verpflichtung aller Mitarbeiter.
- Die Mitarbeiter und Betreiber pflegen mit den Behörden und den Nachbarn in allen Fragen der Sicherheit und des Umweltschutzes eine vertrauensvolle und sachliche Zusammenarbeit.
- Für jeden Mitarbeiter sind Verantwortung, Kompetenz und Aufgaben zur Sicherheit der Anlagen und zur Gefahrenabwehr klar festgelegt und dokumentiert.

5.3.2 Organisation und Personal

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur Festlegung und Kenntlichmachung der verantwortlichen Personen auf dem Betriebsbereich Biogasanlage Timphaus sowie des Hierarchieaufbaus.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft alle Mitarbeiter der Biogasanlage Timphaus. Sie gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die mit dem operativen Betrieb zusammenhängenden Aufgaben und Verpflichtungen auf sicherheitstechnischem Gebiet sind auf die Geschäftsführung delegiert. Die Verantwortungsbereiche der für die Erfüllung der Anforderungen verantwortlichen Personen sind festgelegt.

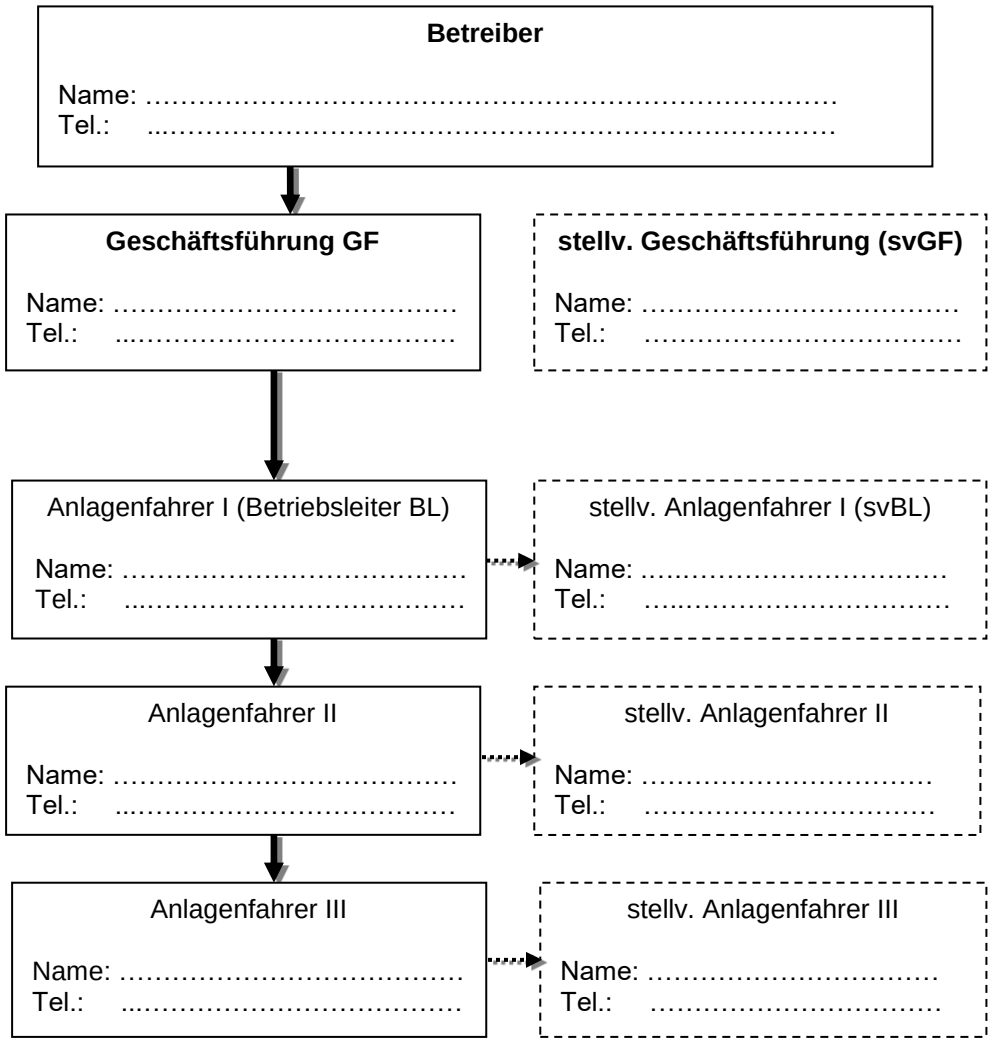
4. Inhalt

4.1 Organigramm – 1 von 2

Bei der Biogasanlage Timphaus handelt es sich um eine Anlagengröße mit überschaubarer Mitarbeiteranzahl und Organisationsstruktur. Der hierarchische Personalaufbau ist damit relativ flach strukturiert und im nachfolgenden Betriebsorganigramm abgebildet.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	.....

4.1 Organigramm – 2 von 2



- die Namen und Kontaktdaten sind vom Betreiber handschriftlich einzutragen. Bei personellen Änderungen ist diese Seite neu auszudrucken und entsprechend anzupassen. Die gemachten Änderungen sind in der Revisionstabelle im Abschnitt 1/auf Seite 5 dieses Dokumentes kenntlich zu machen.
- Sollte die Position des Anlagenfahrers III nicht vergeben sein, so ist dies handschriftlich zu streichen

.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	……..

4.2 Mitarbeiteranzahl und Organisationsstruktur

Auf dem Betriebsgelände sind i.d.R. bis max. 4 Personen gleichzeitig tätig. Außerhalb der Arbeitszeiten regelt ein Bereitschaftssystem die Zuständigkeiten bzw. welche Mitarbeiter / Anlagenfahrer automatisch per Mobiltelefon über eventuell auftretende nicht bestimmungsgemäße Zustände Anlage benachrichtigt werden.

4.3 Bereitschaftsdienst

Für den sicheren Betrieb ist es notwendig, dass mind. 1 Person ständig erreichbar ist. Dies kann auch über Mobiltelefon erfolgen. Ein ständiger Aufenthalt auf dem Gelände ist nicht zwingend erforderlich. Für den betrieblichen Bereitschaftsdienst sind alle im Organigramm genannten Personen zutreffend. Die Telefonnummer für das Bereitschaftstelefon lautet:

Bereitschaftstelefon: ……..

Das Betriebsgelände ist während der Arbeitszeit besetzt, diese ist:

Montag	…… Uhr bis ……. Uhr
Dienstag	…… Uhr bis ……. Uhr
Mittwoch	…… Uhr bis ……. Uhr
Donnerstag	…… Uhr bis ……. Uhr
Freitag	…… Uhr bis ……. Uhr
Samstag	…… Uhr bis ……. Uhr
Sonntag	…… Uhr bis ……. Uhr

In den nicht besetzten Zeiten ist das Betriebsgelände verschlossen.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 4 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	……..

4.4 Beauftragte

Als betrieblicher Ansprechpartner und Beauftragter im Notfall ist

Herr/Frau …….. Tel.: …… (handschriftlich eintragen)

benannt.

Ein Störfallbeauftragter im Sinne §58a BImSchG wird aufgrund der überschaubaren Anlagengröße und den bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs auftretenden Gefahren für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft absehbaren Auswirkungen nicht benannt.

4.5 Bestimmen der Verantwortlichkeiten

Bestimmen der Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und Aufgaben zur Anlagensicherheit und Gefahrenabwehr. Organigramm wird zeitnah nach Änderungen angepasst

…….
Verantwortlicher

4.7 Dokumentenablage

Zusammenstellung und Digitalisierung aller Dokumente zum Sicherheitsmanagement
Prüfen der Aktualität (Gesetze, Verordnungen, Regelwerke, Genehmigungsunterlagen, Anordnungen von Behörden u.a.)
Ablage der digitalen Dokumente in einem für jeden MA zugreifbarem Platz (Laufwerk o.ä.)

Turnus:
Jährlich im Monat

……..……

…….
Verantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 5 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	……..

4.8 Schulung und Unterweisung

		Turnus:	
4.8.1	Unterweisung der Beschäftigten zu Sicherheitsfragen	Jährlich am ……. des Monats	…….. Verantwortlicher
4.8.2	Ermittlung des Ausbildungsbedarfs der Mitarbeiter	Jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher
4.8.3	Kontrolle der Unterweisungs-, Ausbildungs- und Übungsmaßnahmen + Dokumentation und Ablage	Jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher
4.8.4	Planung und Durchführung von Ausbildungs- und Übungsmaßnahmen zu Handlungen der Gefahrenabwehr betriebsintern	Jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher

4.9 Qualifikationen des Anlagenpersonals – 1 von 2

Es darf nur Personal an der Biogasanlage arbeiten, welches:

- das 18. Lebensjahr vollendet hat,
- von geschultem Personal angelernt wurde,

Mindestens zwei Personen (in Vertreterregelung) des Anlagenpersonales (gemäß Organigramm) wurden in qualitätsgesicherten Fortbildungsmaßnahmen (z.B.: Fortbildung nach TRGS 529 Anlage 3) mit einer Dauer von 11 Stunden a 45 Minuten (zuzüglich Erfolgskontrolle) geschult und verfügt über eine -jährige berufliche Tätigkeit im Biogasanlagenbetreib oder mindestens dreimonatige Begleitung. (gemäß Abschnitt 2.6.2 und Anhang IV Teil 1 TRAS 120)

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 6 von 6
Punkt a) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Organisation und Personal**	……..

4.9 Qualifikationen des Anlagenpersonals – 2 von 2

Zur Aufrechterhaltung der Fachkunde der 2 Personen erfolgt 4-jährig ein Fortbildungslehrgang mit einer Dauer von 8 Stunden a 45 Minuten (zuzüglich Erfolgskontrolle) gemäß Anhang IV Teil 5 TRAS 120

Wartungs- und Reparaturarbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen (siehe Ex-Schutzplan) werden nur von Personen durchgeführt, die von einer Fachkraft für Arbeitssicherheit eingewiesen wurden.

Die Zuständigkeit des Personals für Bedienung, Wartung und Reparatur wird klar festgelegt. Das Personal ist mit ausreichender Schutzausrüstung ausgestattet. Durch Unterweisungen und Schulungen, welche die Sicherheit des Anlagenbetriebes und das allgemeine Sicherheitsbewusstsein betreffen, wird sichergestellt, dass alle Mitarbeiter über die erforderliche Qualifikation verfügen, die sie zur Durchführung der ihnen übertragenen Aufgaben benötigen. Die durchgeführten Unterweisungen werden dokumentiert und im Schulungsplan abgelegt. Im Schulungsplan sind ebenfalls die geplanten Unterweisungstermine genannt.

Verhaltensregeln bei Störungen und Störfällen sind in den Betriebsanweisungen festgelegt, über die die betroffenen Arbeitnehmer informiert werden.

4.10 Qualifikationen des Anlagenpersonals bei Neueinstellungen

Anzulernendes Personal, das sich in der Ausbildung befindet, darf nur unter Aufsicht einer erfahrenen Person an der Biogasanlage tätig werden. Neu eingestellte Mitarbeiter werden ebenso wie auf dem Werksgelände tätiges Personal von Fremdfirmen, vor einer Arbeitsaufnahme in die wesentlichen Regelungen der Ablauforganisation eingewiesen und mit den Grundkenntnissen und den für ihre Tätigkeiten erforderlichen Sicherheitsbestimmungen vertraut gemacht. Die Unterweisung wird dokumentiert. Dies betrifft insbesondere den Alarmierungsplan, das Freigabeverfahren für Arbeiten an sicherheitsrelevanten Systemen sowie das Verhalten beim Umgang mit Gefahrstoffen oder die Benutzung von Körperschutzmitteln.

5.3.3 Ermittlung und Bewertung der Gefahren von Störfällen

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 2
Punkt b) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Ermittlung und Bewertung von Gefahren und Störfällen**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur Ermittlung und Bewertung von Gefahren sowie Störfällen in allen Lebenszyklen der Anlage.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die Biogasanlage Timphaus sowie Teilbereiche, Nachbaranlagen und geplante erweiterte Anlagenbereiche.
Diese Verfahrensanweisung gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die Zuständigkeit für die Analyse und Ermittlung von Gefahren und Maßnahmen zur Verhinderung obliegen dem Planer, Errichter, sowie allen Mitarbeitern der Biogasanlage Timphaus.

4. Inhalt

4.1 Planungs- Umsetzungsphase (Planung von Neuanlagen, Änderungen)

Dieser Abschnitt des Anhangs III der Störfallverordnung wurde bereits in den Abschnitten 4 und 5 des Konzepts zur Verhinderung von Störfällen der Biogasanlage Timphaus beleuchtet.
Mit der Planung und der Realisierung von neuen Anlagen bzw. Anlagenänderungen werden ausschließlich Firmen betraut, die den Nachweis der Eignung in der Planung und im Bau von vergleichbaren Anlagen erbringen können. (Fachkunde nach Anhang IV Teil 4 TRAS 120)

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 2
Punkt b) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Ermittlung und Bewertung von Gefahren und Störfällen**	……..

4.2 Ermittlung und Bewertung von Gefahren und Störfällen bei laufender Betrieb

Im Folgenden werden die notwendigen Überwachungsmaßnahmen zur Erhaltung des Sicherheitsmanagements auf diesem Gebiet dargelegt.

4.2.1	Systematisches Untersuchen der Ursachen von Beinaheunfällen und Störungen sowie Anfertigen von Untersuchungsberichten	Turnus zu Überwachung: bei Störungen	…….. Verantwortlicher
4.2.2	Einbeziehen der Mitarbeiter in den Prozess der Ursachenfindung und der Ableitung von Gegenmaßnahmen nach Beinaheunfällen und Störungen	Turnus zu Überwachung: bei Störungen	…….. Verantwortlicher
4.2.3	Auswerten von Untersuchungsberichten zum Störgeschehen und Maßnahmen zur Verhinderung von Ereignissen	Turnus zu Überwachung: bei Störungen	…….. Verantwortlicher

5.3.4 Überwachung des Betriebes

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur Überwachung des sicheren Betriebsablaufes.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die Biogasanlage Timphaus sowie Teilbereiche, Nachbaranlagen und geplante erweiterte Anlagenbereiche.
Diese Verfahrensanweisung gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die Zuständigkeit für die Überwachung des sicheren Betriebsablaufes obliegt der Betriebsführung sowie der Geschäftsleitung. Die Meldung meldepflichtiger Ereignisse erfolgt durch alle Mitarbeiter.

4. Inhalt

4.1 Eigenüberwachung nach TRAS 120 Abschnitt 2.6.3, Anhang VI – 1 von 4

Es wurde in einem Uberwachungskonzept festgelegt welche Maßnahmen zur Überwachung des Betriebes erfolgen

- Funktionsfähigkeit sicherheitstechnischer Einrichtungen,
- Gasfüllstand in den Folienfächern,
- Überwachung des Ansprechverhaltens (Anzahl, Dauer) von Über- oder Unterdrucksicherungen
- Zwischenraum der Tragluftdächer
- Aktivkohlefilter auf Brandgefahren

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.1 Eigenüberwachung nach TRAS 120 Abschnitt 2.6.3, Anhang VI – 2 von 4

Folgende Mindestmaßnahmen sind zur Eigenüberwachung nach Anhang VI TRAS 120 durchzuführen:

Kontrollmaßnahme	Kontrollhäufigkeit	Anlagenteile*
Sichtkontrolle der angelieferten Chargen vor Aufgabe in Substratzuführeinrichtungen auf Fremdkörper, die zur Bildung mechanischer Funken oder zur Verstopfung der Aufgabe, von Armaturen oder Pumpen führen können.	stichprobenartig	Silo, Vorlagebehälter
Fördereinrichtungen und Rührwerke kontrollieren bzw. beobachten (z. B. ob Vibrationen, ungewöhnliche Geräusche auftreten, sofern gemessen, Leistungsaufnahme protokollieren).	täglich	Fermenter, Gärrestlager
Kontrolle, ob eine ausreichende Durchrührung der Gärbehälter erfolgt.	täglich	Fermenter, Gärrestlager
Füllstände in den Behältern kontrollieren, Abgleich mit den vorgegebenen Stoffströmen.	täglich	Fermenter, Gärrestlager
Kontrolle des Membransystems (z. B. Klemmschlauch, abgeschmierte Seildurchführungen sofern keine automatische Überwachung stattfindet.	täglich	Fermenter, Gärrestlager
Zwischenraumüberwachung des Membransystems[13] - Ablesen und und Dokumentieren - Auswertung	täglich wöchentlich	Fermenter, Gärrestlager, 5
Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Über- und Unterdrucksicherungen - z. B. Funktionsfähigkeit von Heizungen bei beheizten Aggregaten - z. B. Füllstände der Sperrflüssigkeiten, Konzentration Frostschutzmittel überprüfen	monatlich/ wöchentlich[14] wöchentlich/ täglich[14]	Fermenter, Gärrestlager,
Kondensatabscheider kontrollieren gegebenenfalls bei Frostgefahr Frostschutzmittel überprüfen.	wöchentlich/ täglich[14]	Kondensatschacht
Einstellung der Luftdosierung bei biologischer Entschwefelung in Abhängigkeit von der Biogasproduktion kontrollieren.	täglich	Entschwefelung im Fermenter, Gärrestlager,
Regelmäßige Kontrolle des Sauerstoffgehalts im Biogas, soweit keine automatisierte kontinuierliche Überwachung erfolgt.	täglich	Entschwefelung im Fermenter, Gärrestlager,Luftgebläse
Schaltschränke kontrollieren, ob Störlampen leuchten oder Schalterstellungen nicht dem Regelbetrieb entsprechen.	täglich	Schalt- und Elektroraum
Kontrolle der Erfassung von Silagesickersaft.	wöchentlich	Silo
Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Entwässerung, der befestigten Flächen und der Abwasserauffangeinrichtungen.	wöchentlich	gesamte Anlage
Sichtprüfung auf Flüssigkeitsleckagen, z. B. an Vorlagen, Behältern und Rohrleitungen.	wöchentlich	gesamte Anlage
Kontrolle von benachbarten Gewässern auf Veränderungen.	wöchentlich	gesamte Anlage

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.1 Eigenüberwachung nach TRAS 120 Abschnitt 2.6.3, Anhang VI – 3 von 3

Folgende Mindestmaßnahmen sind zur Eigenüberwachung nach Anhang VI TRAS 120 durchzuführen:

Kontrollmaßnahme	Kontrollhäufigkeit	Anlagenteile*
Sichtkontrolle der gasführenden Anlagenteile auf Beschädigung, Dichtheit und Korrosion, Kontrolle mit Handmessgerät auf mögliche Gasleckagen (z. B. an Behältern, Verdichtern, Gasverbrauchern, z. B. BHKW, Gasfackel).	wöchentlich	gesamte Anlage
Kontrolle der Fluchtwege	wöchentlich	gesamte Anlage
Kontrolle, ob brennbares Material oder Zündquellen in den explosionsgefährdeten Bereichen vorhanden sind.	wöchentlich	gesamte Anlage
Kontrolle der Sicherung zugänglicher Schieber gegen unbefugtes Öffnen oder Schließen.	wöchentlich	gesamte Anlage
Kontrolle der Sicherungen der Gesamtanlage gegen unbefugtes Betreten.	wöchentlich	gesamte Anlage
Füllstandüberwachung im Sickersaftbehälter auf Verschmutzung kontrollieren[15].	wöchentlich	Silo
Füllstandüberwachung auf Verschmutzung kontrollieren[16].	wöchentlich	Vorlagebehälter
Füllstandüberwachung Flüssigkeitsschloss auf Verschmutzung kontrollieren.	wöchentlich	Kondensatschacht
Überwachung Auffangraum auf Verschmutzung kontrollieren.	wöchentlich	Pumpenraum, Gärrestentnahmestation
Funktionstest der Zusätzlichen Gasverbrauchseinrichtungen.	monatlich	Fackel
Kontrolle, ob Ölablagerungen vorhanden sind, eventuelle Ölablagerungen an BHKW entfernen und Ölauffangwannen säubern.	monatlich	BHKW
Sichtkontrolle von technischen Lüftungen, Funktionskontrolle, wenn Prüfschalter vorhanden (z. B. im Maschinenraum des BHKW).	monatlich	BHKW
Sichtkontrolle der Gassensoren gemäß DGUV-Informationen T023 (Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz) und T021 (Gaswarneinrichtungen für toxische Gase, Dämpfe und Sauerstoff) der Berufsgenossenschaft Rohrstoffe und chemische Industrie (BG RCI).	monatlich	BHKW
Kontrolle des Anfahrschutzes	monatlich/ täglich[17]	gesamte Anlage
Kontrolle sonstiger nicht genannter Sicherheitseinrichtungen[18].	monatlich[19]	gesamte Anlage
Funktionsfähigkeit aller Absperrarmaturen für Gase und Flüssigkeiten kontrollieren, um zu vermeiden, dass diese sich festsetzen.	monatlich	gesamte Anlage
Sichtkontrolle von Ölabscheidern soweit vorhanden.	monatlich	gesamte Anlage
Kontrolle der Leckageüberwachungssysteme der Behälter und Rohrleitungen.	monatlich[20]	gesamte Anlage

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 4 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.1 Eigenüberwachung nach TRAS 120 Abschnitt 2.6.3, Anhang VI – 4 von 4

Folgende Mindestmaßnahmen sind zur Eigenüberwachung nach Anhang VI TRAS 120 durchzuführen:

Kontrollmaßnahme	Kontrollhäufigkeit	Anlagenteile*
Äußere Sichtkontrolle aller Behälter, Schächte, Auffangeinrichtungen sowie der Umwallung auf bauliche Mängel.	halbjährlich	gesamte Anlage
Sichtkontrolle der elektrischen Anlagen auf äußere Beschädigungen.	halbjährlich	gesamte Anlage
Kontrolle der Alarmierungskette (z. B. erfolgt die Störungsmeldung fehlerfrei auf das hinterlegte Mobilfunktelefon).	halbjährlich	gesamte Anlage
Notstromaggregate und unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) auf Funktionsfähigkeit kontrollieren.	halbjährlich	gesamte Anlage
Kontrolle der persönlichen Schutzausrüstung (PSA).	halbjährlich	gesamte Anlage
Sichtkontrolle der Feuerlöscher auf Vorhandensein und Funktionsbereitschaft.	halbjährlich	gesamte Anlage
Prüfung der Sulfat- und Sulfitkonzentration im Anmaischwasser und in regelmäßig zugesetzten flüssigen Substraten.	jährlich[21]	Vorlagebehälter

Ergänzungen:

……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..
……	……	……..

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 5 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.2 Regelungen

Der Betrieb der Anlage erfolgt nach einschlägigen Regelungen, gemäß der vom Herstellern gelieferten Bedienungsanleitungen, in denen die Verfahren und Anweisungen für einen sicheren Betrieb und die technische Sicherheitsausstattung sowie das Vorgehen bei Wartungs- und Reparaturarbeiten beschrieben sind. Regelmäßige Prüfungen und Überwachungen sind wesentliche Kontroll- und Vorbeugungsmaßnahmen zur Störfallverhinderung.

4.2.1	Überwachen der Einhaltung von Betriebsanweisungen für den Anlagenbetrieb, die Lagerung, die Befüll- und Entleerungsvorgänge, die Instandhaltung, den An und Abfahrbetrieb, Probebetrieb, die Überwachung des Normalbetriebs	Turnus zu Überwachung: Laufend während des Betriebes	…….. Verantwortlicher
4.2.2	Überprüfen der Wirksamkeit, Aktualität und Verständlichkeit von Betriebsanweisungen, Verfahrensanweisungen u.a.	Turnus zu Überwachung: Laufend während des Betriebes mindestens 1x jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher
4.2.3	Dokumentieren aller Aufzeichnungen im Rahmen betrieblicher Überwachung	Turnus zu Überwachung: Jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher
4.2.4	Überprüfen des Meldesystems für Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb	Turnus zu Überwachung: Jährlich im Monat …….……	…….. Verantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 6 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.3 Feuer- und Rauchverbot

Auf dem gesamten Werksgelände gelten ein generelles Rauchverbot und ein Verbot offener Flammen. Rauchen ist nur in ausgewiesenen Bereichen erlaubt. Schweißarbeiten oder funkenziehende Tätigkeiten sind nur mit Freigabeschein und den damit verbundenen Auflagen zulässig. Das Feuer- und Rauchverbot wird durch gut sichtbare Hinweisschilder kenntlich gemacht.

4.4 Wartung, Prüfungen – 1 von 2

Um die Anlagen in einem Zustand zu erhalten, der den ordnungsgemäßen Betrieb sicherstellt, ist eine regelmäßige Kontrolle sowie Instandhaltung und Wartung notwendig. Dazu wurde im Rahmen der Eigenüberwachung nach TRAS 120 Abschnitt 2.6.3 ein Prüf- und Instandhaltungsplan erstellt. Die vorgeschriebenen Fristen für wiederkehrende Prüfungen und Wartungsarbeiten sind hier genannt.

Folgende Schwerpunkte sind bei den Kontrollen zu benennen:

- Gasdichtheit der Gasspeicherfolien,
- Gasdichtheit der Anlagenteile; Verrohrungen; Rohrverbindungen; Armaturen, 3-jährig
- Gasdichtheit von konstruktiv auf Dauer technisch dichten Anlagenteilen; 12-jährig
- Prüfung mittels methansensitiven, optischen Verfahrens, 3-jährig
- Substratdichtheit der Behälter; Verrohrungen,
- Korrosionserscheinungen,
- Zustand von elektrischen Anlagen; Ex-Anlagen; Potentialausgleichen;
- Funktionstüchtigkeit der Über-/Unterdrucksicherungen, etc.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 7 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.4 Wartung, Prüfungen – 2 von 2

Zuständigkeiten

Überprüfen und Aktualisieren des Prüf- und Instandhaltungsplanes (Zuständigkeiten, Wartungsintervalle)	Turnus zu Überwachung: 3-jährig	…….. Verantwortlicher

- Die Wartungen von sicherheitstechnischen Einrichtungen werden durch geeignetes Fachpersonal vorgenommen.
- Mit der Montage, Installation, Instandhaltung, Instandsetzung oder Reinigung der Anlage oder Anlagenteilen dürfen nur solche Fachbetriebe beauftragt werden, die über die notwendigen Geräte und Ausrüstungsteile für eine gefahrlose Durchführung der Arbeiten und über das erforderliche Fachpersonal verfügen.
- Alle Belange der Wartung, Instandhaltung und der erstmaligen sowie wiederkehrenden Prüfungen werden in einem Betriebshandbuch dokumentiert (Prüffristen, Nachweise usw.).

4.5 Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden durch Unfälle beim innerbetrieblichen Transport

Der innerbetriebliche Transport erfolgt zum Teil in geschlossenen Systemen und zum Teil in offenen Fahrzeugen, sowie im Radladerbetrieb oder LKW zur Versorgung der Anlage. Die Transporte innerhalb der Betriebseinheit sind von der Verkehrsführung so angelegt, dass keine sicherheitsrelevanten Bauteile dadurch betroffen sind.

4.6 Prüfung Feuerwehrplan (TRAS 120 Abschnitt 2.2 (2))

Zuständigkeiten

Der Feuerwehrplan ist alle zwei Jahre von einer gemäß DIN 14095 sachkundigen Person zu prüfen	Turnus zu Überwachung: 2-jährig	…….. Verantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 8 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.7 Erkennen von Fehlbedienungen

Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb, z. B. durch Fehlbedienung, werden über MSR-Einrichtungen von der Anlagensteuerung erfasst und können so vom Mitarbeiter erkannt werden. Die Abweichungen können vom Mitarbeiter durch entsprechenden Eingriff in die Abläufe behoben werden.
Bei sicherheitstechnisch bedenklichen Anlagenzuständen werden automatische Abschaltungen ausgelöst bzw. es wird alarmiert, so dass entsprechende störfallverhindernde Maßnahmen eingeleitet werden können.

Die Anlagen und die Bedienungselemente sind eindeutig gekennzeichnet. Auf diese Weise werden auf Verwechslungen basierende Fehlhandlungen der Mitarbeiter auf ein Minimum begrenzt.

4.8 Fremdfirmen

Es existiert ein Arbeitserlaubnisverfahren für Fremdfirmen. Dieses wird vom Mitarbeiter zur Einweisung des Fremdbetriebes genutzt.
Neu eingestellte Mitarbeiter werden ebenso wie auf dem Werksgelände tätiges Personal von Fremdfirmen, somit vor einer Arbeitsaufnahme in die wesentlichen Regelungen der Ablauforganisation eingewiesen und mit den Grundkenntnissen und den für ihre Tätigkeiten erforderlichen Sicherheitsbestimmungen vertraut gemacht. Die Unterweisung wird dokumentiert.
Dies betrifft insbesondere den Alarmierungsplan, das Freigabeverfahren für Arbeiten an sicherheitsrelevanten Systemen sowie das Verhalten beim Umgang mit Gefahrstoffen oder die Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA).

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 9 von 9
Punkt c) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung des Betriebes**	……..

4.9 Zugänglichkeit-Eingriffe Unbefugter

Das gesamte Betriebsgelände der Biogasanlage Timphaus ist eingezäunt und mit einem Schließsystem gesichert. Für Außenstehende ist das Verbot des unbefugten Betretens durch Beschilderungen kenntlich gemacht.

Mutwillige Eingriffe mit dem Ziel des Einleitens einer Betriebsstörung durch betriebseigene Mitarbeiter oder Mitarbeitern von Fremdfirmen, welche sich mit einer Erlaubnis auf dem Betriebsgelände aufhalten, werden durch die elektronische Überwachung sowie die speicherprogrammierbare Steuerung erfasst und elektronisch dokumentiert. Diese Dokumentation ist ohne Inkenntnissetzung des Anlagenverantwortlichen/Betreibers nicht durch Mitarbeiter der unteren Hierarchiestufe lösch- oder überschreibbar. Somit kann jeder Versuch der mutwilligen Manipulation aufgezeichnet und nachverfolgt werden. Darüber sind alle Mitarbeiter und die Mitarbeiter von temporären Fremdfirmen unterrichtet und geschult. Somit wird eine abschreckende Wirkung erzielt und die Mittarbeiter werden im Hinblick auf die sichere Bedienung der Anlagentechnik sensibilisiert.

5.3.5 Sichere Durchführung von Änderungen

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 5
Punkt d) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Sichere Durchführung von Änderungen**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur sicheren Durchführung von technischen und baulichen Änderungen an allen Anlagenteilen der Biogasanlage Timphaus.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die Biogasanlage Timphaus sowie deren Teilbereiche und geplante erweiterte Anlagenbereiche.
Diese Verfahrensanweisung gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die Zuständigkeit für die Durchführung von technischen und baulichen Änderungen obliegt der Betriebsführung sowie der Geschäftsleitung. Die Meldung der Notwendigkeit von Änderungen erfolgt durch alle Mitarbeiter.

4. Inhalt

4.1 Anmeldung einer Änderung

Änderungen an den Anlagen, die über Wartungs- und Reparaturmaßnahmen hinausgehen, bedürfen eines formellen Verfahrens, bei dem neben den zuständigen Mitarbeitern des Werkes auch Sachverständige einer ZÜS gem. BetrSichV sowie die Aufsichtsbehörde beteiligt werden. Ebenso ist die Änderung nach §7 (2) StörfallV der zuständigen Behörde mind. 1 Monat vor Baubeginn anzuzeigen.

zuständige Behörde	…….. Handschriftlich eintragen
Meldung von Änderungen an die zuständigen Stellen/Behörden	…….. UnterschriftVerantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 5
Punkt d) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Sichere Durchführung von Änderungen**	……..

4.2 Sichere Durchführung von Änderungen – 1 von 2

Folgender tabellarischer Aufbau zeigt die zu treffenden Maßnahmen, den Turnus und die Zuständigkeiten für diesen Abschnitt des Sicherheitsmanagements.

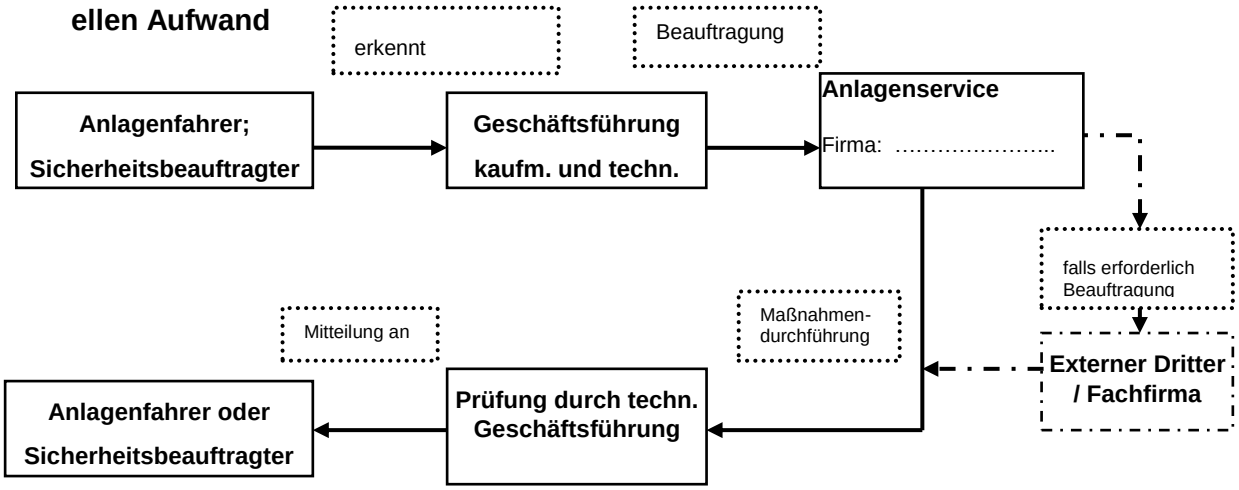
4.2.1	Festlegen projektbezogener Verantwortlichkeiten für Planung und Errichtung geänderter Anlagenteile	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.2	Ermitteln von notwendigen Prüfungen nach gesetzlichen Vorschriften	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.3	Veranlassung der Überarbeitung von Dokumenten	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.4	Meldung von Änderungen an die zuständigen Stellen/Behörden	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.5	Erstellen von Konzepten / Plänen für die Inbetriebnahme bzw. Stilllegung	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.6	Überprüfen und Bewerten von Fremdleistungen	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher
4.2.7	Aktualisieren von Konstruktionsunterlagen, Prüfplänen und Fließbildern nach Änderungen in der Anlage	Turnus zu Überwachung: Während/nach Änderung der Anlage	…….. Verantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 5
Punkt d) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Sichere Durchführung von Änderungen**	…….

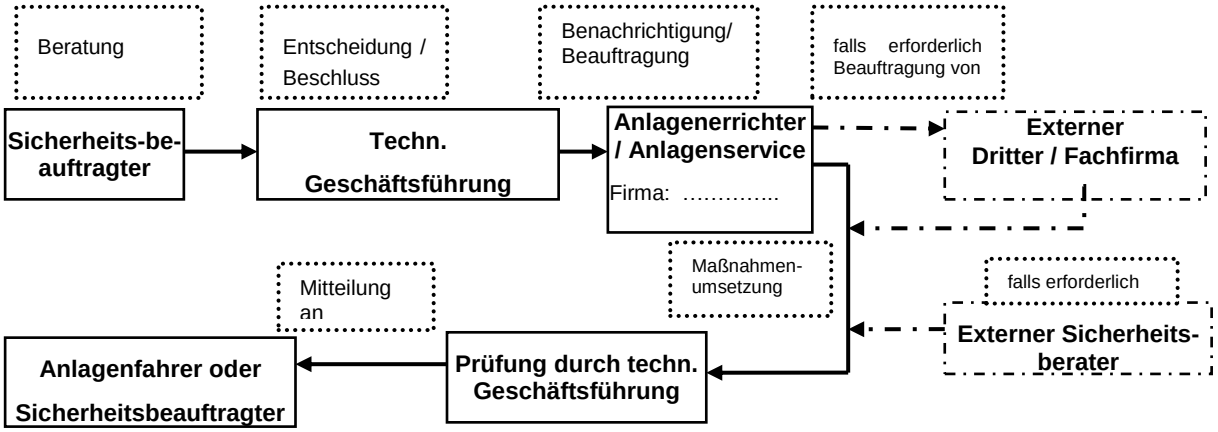
4.2 Sichere Durchführung von Änderungen – 2 von 2

Um den sicheren Betrieb während des Lebenszyklus der Anlage weiterhin zu gewährleisten sind Entscheidungen notwendig, welchen ggf. mit einem finanziellen Aufwand verbunden sind. Um größere Komplikationen und zeitliche Verluste beim Entscheidungsprozess zu vermeiden, wird entsprechend nachfolgender Schemen vorgegangen.
Unterschieden wird dabei nach:

- **Kurzfristigen Entscheidungen im Hinblick auf die Sicherheit mit geringem finanziellen Aufwand**



- **langfristige Entscheidungen im Hinblick auf die Sicherheit mit höherem finanziellen Aufwand**



Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 4 von 5
Punkt d) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Sichere Durchführung von Änderungen**	……..

4.3 Vorgehensweise – 1 von 2

Es ist sicherzustellen, dass bei der Änderung der bestehenden Anlage oder von Anlagenteilen sowie bei der Entwicklung, Planung, Errichtung und Montage neuer Anlagen oder neuer Anlagenteile durch die Realisierung des Standes der Sicherheitstechnik schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Beschäftigten, die Allgemeinheit und die Nachbarschaft vermieden werden sowie auch kostenintensiven Nachbesserungen vorgebeugt wird. Im Einzelnen werden dabei die nachfolgenden Punkte berücksichtigt.

1. Bei einer sicherheitstechnischen Grundlagenermittlung soll festgestellt werden, ob im Grundsatz ein Sicherheitskonzept realisierbar ist und damit das Projekt weiter verfolgt werden kann. Im Einzelnen werden folgende Teilschritte durchlaufen:
   - Ermittlung und Zusammenstellung der sicherheitstechnischen Kenndaten für die zum Einsatz kommenden Stoffe und verfahrenstechnischen Grundoperationen
   - Festlegung geeigneter Werkstoffe
   - Ermittlung der Art und Größe der Gefährdungspotentiale
   - Prüfung alternativer Lösungen (Möglichkeit Gefährdungspotentiale zu vermeiden oder zu reduzieren)
   - Zusammenstellen der sicherheitstechnischen Randbedingungen des Verfahrens

2. Es wird die wirtschaftlichste Alternative mit den am wenigsten verbundenen Risiken ausgewählt
3. Es wird für die zu realisierende Alternative ein ausführliches Konzept erstellt:
   - detaillierte Beschreibung der Änderungen
   - Regelung zur Budgetierung, Investition und Finanzierung
   - Terminlicher Rahmenplan
4. Das Konzept für die Änderung wird vorgelegt.
5. Nach Freigabe wird die Änderungsmaßnahme realisiert.
6. Vor der Inbetriebnahme erfolgt eine sicherheitstechnische Abnahme der Änderung. Diese erfolgt durch den Objektleiter bzw. bei Bedarf durch Sachverständigen. Es wird ein Abnahmeprotokoll erstellt.
7. Es erfolgt die Inbetriebnahme, wenn keine sicherheitstechnischen Mängel festgestellt wurden.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung** Sicherheitsmanagementsystem	Seite 5 von 5
Punkt d) des Anhang 3 der Störfallverordnung		Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Sichere Durchführung von Änderungen**	……..

4.3 Vorgehensweise – 2 von 2

1. Für die Änderung wird in Abhängigkeit von der Sicherheitsrelevanz der vorgesehenen Änderung ein Sicherheitskonzept erarbeitet bzw. festgeschrieben, welches die Gesamtheit aller organisatorischen und technischen Maßnahmen einer Anlage zur Verhinderung schädlicher Umwelteinwirkungen und sonstiger Gefahren, erheblicher Nachteile und Belästigungen für die Mitarbeiter, die Allgemeinheit und die Nachbarschaft darstellt. Dabei werden für die sicherheitsrelevanten Teile des Betriebsbereiches systematische Gefahrenanalysen zur Ermittlung und Bewertung von Risiken, Störungen und Störfällen durchgeführt.
2. Die Dokumentation der durchgeführten Änderungen sind in das Sicherheitskonzept einzuarbeiten, insbesondere bei Änderung eines Betriebsbereiches, dem Einsatz eines gefährlichen Stoffes oder der Veränderung der Menge, Art oder physikalischen Form eines gefährlichen Stoffes, gegenüber der bereits erfolgten Betrachtungen (z.B. Explosionsschutzdokument).

Hinweise:
Bei relevanten baulichen Veränderungen wird auch eine entsprechende Änderung der Bedienungsanleitung des Betriebsbereiches vorgenommen. Bei Änderungen welche den aktuellen Genehmigungsbescheid betreffen, erfolgt eine Änderungsanzeige an die zuständige Behörde.

5.3.6 Planung für Notfälle

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Planung für Notfälle**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur Festlegung von Maßnahmen und Verhaltensweisen im Notfall sowie Alarmierung verantwortlichen Personen für die Biogasanlage Timphaus.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die Biogasanlage Timphaus sowie deren Teilbereiche. Sie gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die Zuständigkeit für die Festlegung von Maßnahmen und Verhaltensweisen im Notfall obliegt der Betriebsführung sowie der Geschäftsleitung. Für die Einhaltung der vorgegebenen Abläufe und Maßnahmen sind die Mitarbeiter verantwortlich.

4. Inhalt

4.1 betrieblicher Ansprechpartner und Beauftragter im Notfall

Als betrieblicher Ansprechpartner und Beauftragter im Notfall ist

Herr/Frau …… Tel.: ……... (handschriftlich eintragen)

benannt.

4.2 Prüfung Zugehöriger Dokumentation (TRAS 120 Abschnitt 2.6.1.1)

Zuständigkeiten

Notfallpläne, Alarmplane und Notstromkonzepte sind mindestens alle drei Jahre zu überprüfen	Turnus zu Überwachung: 3-jährig

…….. Verantwortlicher

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Planung für Notfälle**	……..

5 Alarmplan

5.1 Benachrichtigungsliste – intern

(handschriftlich eintragen)

Funktion	Name	Tel.
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..

5.2 Benachrichtigungsliste – extern

(handschriftlich eintragen)

- nur bei größeren Ereignissen:

Stelle/Behörde	Name/Anschrift	Tel.
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..
……..	……..	……..

5.3 Bereitschaft

Zuständig für die Entgegennahme und Weiterleitung von Alarmierungen bzw. Meldungen über Betriebsstörungen und Störfälle ist die 24-Stunden-Rufbereitschaft (mit kurzfristiger Handlungskompetenz). Die Telefonnummer für das Bereitschaftstelefon lautet:

Bereitschaftstelefon: ……

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Planung für Notfälle**	……..

6 Notfallplan

6.1 Verhaltensanweisungen im Störfall – 1 von 2

Ausfall der Stromversorgung

Nach Meldung der Ausfall der Stromversorgung

1. sind die Maßnahmen des Notstromkonzeptes umgehend und mit Priorität umzusetzen.

Mechanische Defekte

Ein mechanischer Defekt an der bestehenden Anlagentechnik kann Folgeschäden (Brand, Explosion etc.) nach sich ziehen. Um diese zu bekämpfen, ist wie folgt vorzugehen:

1. Verständigung des zuständigen Betriebsleiters.
2. Abstimmung der weiteren Vorgehensweise mit Betriebsleiter.

Defekt am Gasspeicher:

1. Benachbarte außerbetriebliche Bereiche durch Zuruf informieren.
2. Sofort Rührwerke abstellen.
3. Zündquellen im Umkreis > 20 m vermeiden.
4. Alle gasführenden Leitungen zum/vom betreffenden Gärbehälter absperren.
5. Benachrichtigung Fachfirma oder Hersteller.
6. Wenn möglich: Reparatur des Lecks in der Folie (Selbstschutz beachten!).
7. entsprechende Schutzausrüstung nutzen (Absturzsicherung, Gaswarngerät etc.)

Gasleitungen defekt:

1. durch Schieber bzw. Steckscheiben verschließen.
2. Areal im Umkreis > 20 m absperren
3. Gasförmiges Material durch Lüften verdünnen und Zündquellen fernhalten.
4. Bei den Arbeiten die erforderliche persönliche Schutzausrüstung verwenden.

Substratleitungen defekt:

1. Durch Schieber bzw. Steckscheiben verschließen.
2. Lokal Wall aufschütten (geeignetes Werkzeug wird ständig am Standort bereit gehalten) um das flüssige Material (Gärrest) am Fließen zu hindern.
3. Betroffene Fläche absperren.
4. Material absaugen mit geeignetem Gerät oder durch Feuerwehr/Entsorgungsfirma.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 4 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Planung für Notfälle**	……..

6.1 Verhaltensanweisungen im Störfall – 2 von 2

Substrataustritt bei Behälterversagen:

1. Sofort Benachrichtigen von Entsorgungsfirmen zum Absaugen des Substrates.
2. Wenn möglich lokal Wall aufschütten (geeignetes Werkzeug wird ständig am Standort bereit gehalten) um das flüssige Material (Gärrest) am Fließen zu hindern.
3. Betroffene Fläche absperren.
4. Bei den Arbeiten die erforderliche persönliche Schutzausrüstung verwenden.
5. Material absaugen mit geeignetem Gerät oder durch Feuerwehr/Entsorgungsfirma.

Austritt von brennbaren Flüssigkeiten:

1. Feuer- und Heißarbeiten vermeiden,
2. Betroffene Fläche absperren.
3. Feuerwehr benachrichtigen

Austritt von Öl oder Additiven:

1. flüssiges Material mit Bindemittel aufnehmen und fachgerecht entsorgen.
2. Bindemittel wird ständig am Standort bereit gehalten.
3. Reinigungsmaterial und verunreinigte Verpackungen in verschließbare Behälter füllen.

Defekt von Pumpen, Gebläsen, Rührwerke etc.:

1. sofort abstellen (ggf. Not-Aus)
2. gegen Wiedereinschalten sichern (Sicherung, Motorschutzschalter)
3. Gerät als Defekt kennzeichnen
4. Ersatz beschaffen bzw. Reparatur beauftragen

6.2 Notfallpläne für Gasalarm, Brandalarm

Die nachfolgenden Notfallpläne (Gasalarm, Brandalarm) sind (sofern im Rahmen der Detailplanung keine weiteren Alarm- und Gefahrenabwehrpläne erstellt werden) auf dem Biogasanlagengelände mehrfach an gut sichtbaren Stellen auszuhängen.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung** Sicherheitsmanagementsystem	Seite 5 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	**Planung für Notfälle**	Freigegeben: ……
Verteiler: Alle Mitarbeiter		

Notfallmaßnahmenplan

Verhalten bei Gasfreisetzung

Folgende Maßnahmen sind Situationsabhängig anzuwenden – Nur bei einer Dachhaut-Öffnung oder der unkontrollierten Freisetzung größerer Mengen an Biogas im Störfall. Anwendung bei kleinerer temporärer Leckagen oder der Auslösung eines örtlichen Gassensors nicht zwingend - an dieser Stelle nach dem Betriebshandbuch vorgehen!

Diese Maßnahmenkette wird sowohl von der der betrieblichen Einsatzleitung, als auch von jedem Mitarbeiter einzeln befolgt.

Sofortmaßnahmen

1. Ruhe bewahren!
2. Feuer und weitere Zündquellen weiträumig vermeiden!
3. Alarmierung von Mitarbeitern in der Nähe durch direkten Zuruf.
4. Nächstgelegenen Not-Aus-Taster betätigen.
5. Alle Mitarbeiter und Mitarbeiter von vor Ort befindlichen Fremdfirmen haben den Sammelplatz (Schaltwarte) aufzusuchen, dabei ist die Windrichtung am Windrichtungsanzeiger zu beachten.

6. Keine weiteren Gebäude außer Schaltwarte betreten!
7. Türen und Fenster der Schaltwarte geschlossen halten.
8. Vollzähligkeit der Mitarbeiter feststellen.
9. Telefonische Alarmierung weiterer Mitarbeiten auf dem Betriebsgelände.
10. Notrufe absetzen:

    - **Feuerwehr+Rettungsdienst Tel.: 112**
    - **Örtl. Feuerwehr** (wenn bekannt) ……

WER alarmiert?
WAS ist passiert?
WO ist es passiert?

Maßnahmen bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte

11. Bei Wahrnehmung von Gasgeruch innerhalb der der Schaltwarte das Gebäude und den Gefahrenbereich weiträumig verlassen, dabei ist die Windrichtung am Windsack zu beachten.
12. Bergung Verletzter, sofern ohne eigene Gefahr möglich (Gebäude sind zu meiden).
13. Tieferliegende Bereiche meiden.
14. Freisetzungsstelle lokalisieren und Leckgröße feststellen, dabei Personenschutz beachten.
15. Feuerwehrzufahrt räumen sowie Einweisung der eintreffenden Feuerwehrkräfte. Geschäftsführung informieren.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung** Sicherheitsmanagementsystem	Seite 6 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	**Planung für Notfälle**	Freigegeben: ……
Verteiler: Alle Mitarbeiter		

Notfallmaßnahmenplan

Verhalten bei großflächigen Brand

Folgende Maßnahmen sind Situationsabhängig anzuwenden – bei Bränden der Dachhaut, Flammenausbreitung auf andere Anlagenteile bzw. große Rauchentwicklung ohne genaue Lokalisierung. Anwendung bei kleineren, kontrollierbaren Bränden nicht zwingend.
- an dieser Stelle nach dem Betriebshandbuch vorgehen!

Diese Maßnahmenkette wird sowohl von der der betrieblichen Einsatzleitung, als auch von jedem Mitarbeiter einzeln befolgt.

Sofortmaßnahmen

1. Ruhe bewahren!
2. Von der Brandquelle entfernen.
3. Alarmierung von Mitarbeitern in der Nähe durch direkten Zuruf.
4. Mitarbeiter in Gebäuden durch Öffnen der Türe und Zuruf alarmieren, dabei Gebäudeinnere nicht betreten!
5. Brandnest(er) lokalisieren. Dabei Selbstschutz gewährleisten.
6. Entstehungsbrand möglichst mit Handfeuerlöscher löschen. Dabei Selbstschutz gewährleisten.
7. Brennbare Flüssigkeiten nicht mit Wasser löschen!
8. Wenn der Löscherfolg nicht umgehend eintritt:

   - Bergung Verletzter, anschließend Transport zum Sammelplatz,
   - Not-Aus betätigen,
   - Lüftungsanlagen abschalten und Türen schließen.
   - Alle Mitarbeiter und Mitarbeiter von vor Ort befindlichen Fremdfirmen haben den Sammelplatz (Schaltwarte) aufzusuchen.

9. Keine weiteren Gebäude außer Schaltwarte betreten!
10. Vollzähligkeit der Mitarbeiter feststellen.
11. Telefonische Alarmierung weiterer Mitarbeiten auf dem Betriebsgelände.
12. Notrufe absetzen:

- **Rettungsdienst** **Tel.: …… 112**
- **Örtl. Feuerwehr** (wenn bekannt) ……

WER alarmiert?
WAS ist passiert?
WO ist es passiert?

Maßnahmen bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte

13. Bergung Verletzter, sofern ohne eigene Gefahr möglich .
14. Feuerwehrzufahrt räumen sowie Einweisung der eintreffenden Feuerwehrkräfte.
15. Geschäftsführung informieren.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 7 von 7
Punkt e) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Planung für Notfälle**	……..

7 Kenntlichmachung

Das Verhalten in Störfallsituationen wird in Betriebsanweisungen festgelegt bzw. geschult. Notfallpläne mit den Kontaktdaten der zu informierenden Personen bzw. Rettungsstellen hängen vielfach auf dem Betriebsgelände aus.

Flucht-, Rettungs- und Angriffswegen sind auf dem Anlagengelände ausreichend dimensioniert.

8 Notstromkonzept

Ein Notstromkonzept wurde erstellt und wird im Stromlosfall direkt verfolgt. Es wurde festgelegt welche Antrieb,-Anlagenteile mit Notstrom versorgt werden um die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen. Dabei ist auch die Stromleistung der Verbraucher sowie die Reaktionszeit bis zur Versorgung berücksichtigt.

Unabhängig der Festlegungen im Notstromkonzept der Biogasanlage Timphaus sind folgende Verbraucher mit Notstrom zu versorgen:

- Stützluftversorgung,
- Druckluftversorgung für Klemmschläuche.

verfügbar sein.

5.3.7 Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems zur Umsetzung des Störfallkonzepts

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 3
Punkt f) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems zur Umsetzung des Störfallkonzepts**	.....

1. Zweck

Sicherstellung, dass Erfahrungen mit Störfällen, Beinahestörfällen und dem Versagen von Schutzmaßnahmen der Biogasanlage Timphaus ordnungsgemäß dokumentiert und abgelegt werden.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die gesamte Biogasanlage Timphaus und dabei insbesondere die organisatorischen Vorkehrungen.
Diese Verfahrensanweisung gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems obliegt der Betriebsführung sowie der Geschäftsleitung. Die Mitarbeiter sind verpflichtet Abweichungen zu melden.

4. Inhalt

4.1 Systematische Überprüfung und Bewertung

In der Betriebsphase der Anlage werden Unzulänglichkeiten im sicherheitstechnischen Bereich von den Mitarbeitern erkannt und systematisch minimiert. Gefahren- oder Fehlerquellen werden sofort behoben, wenn dies ohne Gefahr für die eigene Sicherheit möglich ist und in jedem Fall dem zuständigen Vorgesetzten gemeldet.
Die systematische Auswertung sowie die Untersuchung sonstiger störfallrelevanter Vorfälle und von meldepflichtigen Ereignissen erfolgt im Sinne von § 19 StörfallV.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 3
Punkt f) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems zur Umsetzung des Störfallkonzepts**	……..

4.2 Erfassung und Auswertung von Störungen

Die Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems wird durch eine systematische Auswertung von meldepflichtigen Ereignissen im Sinne von §19 StörfallV sowie sonstiger störfallrelevanter Vorfälle untersucht. In der Betriebsphase werden Unzulänglichkeiten im sicherheitstechnischen Bereich von den Mitarbeitern des Betriebsbereiches erkannt und systematisch minimiert.

Gefahren- oder Fehlerquellen werden sofort behoben, wenn dies ohne Gefahr für die eigene Sicherheit möglich ist und werden in jedem Fall dem zuständigen Verantwortlichen gemeldet. Die Auswertung dieser Störungen erfolgt durch den Störfallbeauftragten.

Durch die Erfassung und Auswertung von Störungen oder sicherheitstechnischen Schwachstellen können vorbeugende Maßnahmen getroffen werden, um das Sicherheitsniveau der Anlagen ständig weiter zu verbessern. Neben der Beobachtung des Betriebsverhaltens wird auch die Entwicklung zum Stand der Sicherheitstechnik gezielt verfolgt.

Es werden dabei nicht nur Störungen im eigenen Betrieb, sondern auch in vergleichbaren Betrieben und bei vergleichbaren Verfahren berücksichtigt (Literaturauswertung und Kommunikation in Fachkreisen).

4.3 Dokumente

Neben der Beobachtung des Betriebsverhaltens der Anlage wird auch die Entwicklung zum Stand der Sicherheitstechnik gezielt verfolgt. Zur Verfolgung des Standes der Sicherheitstechnik stehen interne und externe Unterlagen zur Verfügung.

Interne Unterlagen sind z. B. Stör-/Mängelmeldungen, Schadens- und Reparaturberichte, Sachverständigenprüfberichte, Schichtbücher, Bauprüf-/Bauüberwachungsberichte.

Externe Unterlagen sind: Meldungen der Hersteller über Erfahrungen aus Herstellung, Montage, Inbetriebsetzung, Betrieb und Instandhaltung, Fachliteratur, Gesetze und Verordnungen, Regeln, Richtlinien und Normen.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 3
Punkt f) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Überwachung der Leistungsfähigkeit des Sicherheitsmanagementsystems zur Umsetzung des Störfallkonzepts**	……..

4.4 Maßnahmen zur Überwachung der Wirksamkeit

4.4.1	Durchführen interner Audits zum Sicherheitsmanagement	Turnus zu Überwachung: Regelmäßig, alle …… Monate	…….. Verantwortlicher
4.4.2	Bekanntmachen von Veränderungen in den vorhandenen Dokumenten zum Sicherheitsmanagement	Turnus zu Überwachung: Bei Änderungen	…….. Verantwortlicher
4.4.3	Bereitstellen der erforderlichen Ressourcen (Schulungen, technische Ausrüstung, finanzielle Mittel) für die Umsetzung des Sicherheitsmanagements	Turnus zu Überwachung: Laufend während des Betriebes	…….. Verantwortlicher
4.4.4	Dokumentation der bei Übungen und im Betrieb gesammelten Erfahrungen	Turnus zu Überwachung: Regelmäßig, Mind. alle …… Monate	…….. Verantwortlicher
4.4.5	Auswerten von Störungen und Störfällen in Biogasanlagen (Internet, Zeitschriften) und Ableiten von Schlussfolgerungen für das Sicherheitsmanagement	Turnus zu Überwachung: Regelmäßig, Mind. alle …… Monate	…….. Verantwortlicher

5.3.8 Systematische Überprüfung und Bewertung

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 1 von 3
Punkt g) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Systematische Überprüfung und Bewertung**	……..

1. Zweck

Umsetzung des Sicherheitsmanagements zur regelmäßigen Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen des Sicherheitsmanagements.

2. Geltungsbereich

Diese Verfahrensanweisung betrifft die gesamte Biogasanlage Timphaus und dabei insbesondere die organisatorischen Vorkehrungen.
Diese Verfahrensanweisung gilt insbesondere für die verantwortlichen Personen und ist durch diese handschriftlich auszufüllen bzw. bei Änderungen zu aktualisieren.

3. Zuständigkeit

Die regelmäßige Überprüfung der Maßnahmen des Sicherheitsmanagementsystems obliegt der Betriebsführung sowie der Geschäftsleitung/ des Betriebsführers.

4. Inhalt

4.1 Überprüfung der Umsetzung des Konzept zur Verhinderung von Störfällen – 1 von 2

Analyse des erreichten Standes bei der Verwirklichung von Maßnahmen im Sinne der Handlungsziele zur Verhinderung von Störfällen ist mindestens alle zwei Jahre zu überprüfen.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 2 von 3
Punkt g) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Systematische Überprüfung und Bewertung**	i.A. Bayerköhler ……

4.1 Überprüfung der Umsetzung des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen – 2 von 2

Zur Überprüfung der Umsetzung des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen sowie des Sicherheitsmanagements werden Maßnahmen festgelegt und umgesetzt, welche in den Verfahrensanweisungen zu den Punkten a) bis f) des Anhang III der Störfallverordnung dargelegt sind. Diese Verfahrensanweisungen sind dem Konzept zur Verhinderung von Störfällen der Biogasanlage Timphaus zu entnehmen und richten sich direkt an die Vorgaben des Anhangs III der Störfallverordnung.

4.2 Vorgehensweise – 1 von 2

Alle Sicherheitsmaßnahmen sind im eingeführten Sicherheitsmanagementsystem beschrieben, dessen Wirkung regelmäßig validiert werden muss.

1. Zunächst wird eine kontinuierliche systematische Erfassung von neuen externen und internen Regelungen, Gefahren oder Unzulänglichkeiten des Sicherheitsmanagements durchgeführt. Um Änderungen des Vorschriften- und Regelwerkes im Betrieb zu registrieren sind die beauftragten Personen mit der Verfolgung der sicherheitstechnischen Entwicklung ihres jeweiligen Fachbereiches beauftragt. Dies geschieht über:
   - den Besuch von Schulungsmaßnahmen,
   - Fachzeitschriften sowie
   - durch Behördenkontakte.

Fernen werden herangezogen:

- die Erkenntnisse aus evtl. Anpassungen des Konzeptes zur Verhinderung von Störfällen,
- die Erkenntnisse aus regelmäßigen Sicherheitsbegehungen,
- die Erkenntnisse aus Vorkommnissen,
- der Realisierungsgrad der Sicherheitsziele.

Biogasanlage Timphaus	**Verfahrensanweisung**	Seite 3 von 3
Punkt g) des Anhang 3 der Störfallverordnung	Sicherheitsmanagementsystem	Freigegeben:
Verteiler: Alle Mitarbeiter	**Systematische Überprüfung und Bewertung**	.....

4.2 Vorgehensweise – 2 von 2

2. Jährlich werden alle dokumentierten Mängel des Sicherheitsmanagements in Form eines internen Audits bewertet.
3. Wird ein Änderungsbedarf festgestellt, werden die fehlerhaften Teile des Sicherheitsmanagementsystems detailliert analysiert. Ansonsten ist das Sicherheitsmanagementsystem validiert.
4. Auf Basis der unter 3 gezogenen Erkenntnisse werden die Maßnahmen, Methoden und anderen Systemteile korrigiert, außer Kraft gesetzt oder durch neue mehr Erfolg versprechende ersetzt. Grundsätzlich sind die Aspekte zur Bewertung von Korrekturmaßnahmen:
   - Die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen und Methoden muss gewährleistet sein.
   - Die Stimmigkeit des Gesamt-Sicherheitskonzeptes muss gegeben sein, d. h. es dürfen keine neuen Gefährdungen durch die Maßnahmen geschaffen werden.
5. Alle festgelegten Korrekturmaßnahmen werden schriftlich formuliert und den betrieblichen Mitarbeitern, die von den Maßnahmen betroffen sind, kommuniziert.
6. Die von den Maßnahmen betroffenen Personen setzten das geänderte Konzept um.
7. Das Ergebnis wird dokumentiert.

5.3.9 Angaben zu Inspektion, Wartung und Reparatur

Um die Anlage in einem Zustand zu erhalten, der den ordnungsgemäßen Betrieb sicherstellt, ist eine regelmäßige Kontrolle sowie Instandhaltung und Wartung notwendig. Die resultierenden Gefahren aus der Unterlassung einer regelmäßigen Anlagenkontrolle sowie, -instandhaltung und -wartung sind bereits sinngemäß oben aufgeführt. Dazu gehören u.a. Versagen der Umschließung von gefährlichen Stoffen oder Nichtregistrierung kritischer Anlagenzustände.

Das Verfahren sowie die Verantwortlichkeiten von planmäßigen und nicht planmäßigen Instandhaltungs- (Inspektion, Wartung, geplante Instandsetzung, Störungsbeseitigung) und Änderungsarbeiten sowie bei wiederkehrenden Prüfungen von u.a. überwachungsbedürftigen Anlagen, sind an den Bedienungsanleitungen der beiden Anlagenstrecken angelehnt und in den entsprechenden Wartungsplänen genannt. Hier werden Planung und Durchführung erforderlicher Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten organisatorisch geregelt, zentral erfasst und überwacht, sowie dokumentiert. Ferner wird die Anlagenwartung durch den Anlagenhersteller durchgeführt und begleitet. Grundlagen sind die einschlägigen rechtlichen Vorschriften, technischen Regelwerke, die diesbezüglichen Nebenbestimmungen der geltenden Genehmigungen sowie ergänzende Vorgaben zur Prüfung sicherheitsrelevanter Anlagenteile nach eigenem Ermessen.

Überwachungsbedürftige Anlagenteile gem. ProdSG

Für prüfpflichtige Anlagenteile (z. B. Druckbehälter) werden Unterlagen, wie z. B. Prüfbücher, geführt, in denen die Intervalle und die Durchführung der Prüfungen dokumentiert werden, und die der Terminüberwachung dienen. Die Prüfpläne mit den sicherheitstechnischen Merkmalen des jeweiligen Anlagenteils werden verwaltet und auf aktuellem Stand gehalten. Die Prüfmethoden entsprechen z. B. den jeweiligen technischen Richtlinien und/oder den Herstellerangaben.

Wartung von Schutzeinrichtungen:

Alle Schutzeinrichtungen dürfen nur unter folgenden Bedingungen entfernt werden:

- nach vollständigem Stillstand der jeweiligen Anlagenstrecke oder des betreffenden Anlagenteils,
- in drucklosem Zustand und
- mit Absicherung gegen Wiederanlauf des Systems durch Abschließen des Hauptschalters oder des betreffenden Motorschutzschalters.

Prüfung und Wartung für SRA

Konzepte für Wartung, Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen für die sicherheitsrelevanten Anlagenteile werden erarbeitet und in das Sicherheitsmanagement inkl. Plänen, Prüfbüchern etc. aufgenommen, um den störungsfreien Betrieb sicher zu stellen.

6 Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen

Schutzbarrieren

Die lokalen Bereiche einer freigesetzten Gasmenge gefährdeten Zone sind in einem externen Gutachten (Auswirkungsanalyse, Anhang B) rechnerisch ermittelt worden. Im Ergebnis dessen wurde festgestellt, dass keine außerbetrieblichen Objekte signifikant gefährdet werden.

Konstruktive Maßnahmen, um exponierte Bereiche zu verringern, wie z.B.: hohe Dämmmauern oder Verrieselungen, werden zur Begrenzung einer Biogasfreisetzung nicht angewendet, da die Freisetzung schon in einer Höhe von ca. 6 m erfolgt und ein weiterer Auftrieb des dichteneutralen Biogases nicht auszuschließen ist.

Planerische Maßnahmen

Der Standort des Betriebsbereiches wurde so gewählt, dass sich ausreichend große Sicherheitsabstände zu Wohnbebauungen und Ortschaften in näherer Umgebung ergeben. Schutzbedürftige Objekte sind aufgrund dieser Abstände nicht potentiell durch die größtmögliche Gasfreisetzung gefährdet.

Angrenzende Bereiche des Betriebsbereichs sind mit Ausnahme von eventuellem Glasbruch und kurzzeitiger zündfähiger Atmosphäre am Rand, nicht direkt negativ beeinflusst.

Einrichtungen zur Ersten Hilfe

In Absprache mit der BG sind Verbandkästen und Tragen in Bereichen mit besonderer Gefahr in ausreichender Anzahl installiert und entsprechend gekennzeichnet.

Eine Liste der nächsten Krankenhäuser und Durchgangsärzte ist in der Betriebsanweisung zur Ersten Hilfe aufgeführt.

Ersthelfer

Es werden Mitarbeiter in der Ersten Hilfe ausgebildet und nehmen kontinuierlich an Weiterbildungsmaßnahmen teil.

7 Anhänge

lfd. Nr.	Anhang
Ank. A	Lageplan Biogasanlage Timphaus
Anh. B	Auswirkungsanalyse
Anh. C	Übersicht über die vorhandenen Betriebsanweisungen

A Lageplan

Lageplan

Biogasanlage Timphaus

B Auswirkungsanalyse

C Übersicht über die vorhandenen Betriebsanweisungen

6.2.2 Ausbreitungsbetrachtungen

Aufgrund der geplanten Erhöhung der Biogaslagermenge handelt es sich bei der geplanten Änderung um eine störfallrelevante Änderung, die dazu führt, dass eine bestehende Gefahrensituation neu zu bewerten ist. Gemäß dem *LAI-Papier Vollzugsfragen zur Umsetzung der Seveso-II-Richtlinie in BImSchG und 12. BImSchV* vom 11.04.2018 ist eine erhebliche Gefahrenerhöhung an die Betroffenheit von benachbarten Schutzobjekten im Sinne des § 3 Abs. 5d BImSchG geknüpft.

Zur Beurteilung, ob die geplante Änderung bzw. Erweiterung und die damit verbundene Erhöhung der Biogaslagermenge Auswirkungen auf benachbarte schutzbedürftige Schutzobjekte hat, wurden für die geplante Änderung bzw. Erweiterung der Biogasanlage Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen durch Herrn Dipl.-Ing. (FH) Christian Zöfel, Sachverständiger nach § 29a der TÜV Nord Systems GmbH & Co. KG, erstellt. Auf Grundlage der durchgeführten Berechnungen empfiehlt der Sachverständige die Festlegung eines angemessenen Sicherheitsabstandes von 50 m. Da innerhalb dieses Sicherheitsabstandes eine Betroffenheit von schutzbedürftigen Gebieten ausgeschlossen werden kann, ist nicht von einer erheblichen Gefahrenerhöhung auszugehen.

Die Auswirkungsanalyse zur Ermittlung von angemessenen Abständen ist nachfolgend als Anlage beigefügt.

Anlagen:

- 6.2.2 Auswirkungsanalyse - Anlagenerweiterung.pdf

TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Prozesstechnologie Nordost

Trelleborger Straße 15
18107 Rostock

Tel.: 0381 7703-400
Fax: 0381 7703-403

rostock@tuev-nord.de
www.tuev-nord.de

TÜV®

Anhang A

zum
Störfallkonzept
§8 der 12. BImSchV

Auswirkungsanalyse

zur Ermittlung von angemessenen Abständen mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen

Projekt:	Biogasanlage Timphaus
Standort:	Straße H-Nr.: An den Teichen 27 PLZ Ort: 49393 Lohne OT Märschendorf
Auftraggeber/Betreiber:	Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG Landstraße 3 49393 Lohne OT Märschendorf
Bearbeiter:	TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG Trelleborger Straße 15 18107 Rostock
Auftragsnummer:	8123291018-100
Berichtsnummer:	8123291018-100-01

Sachverständiger:	Dipl.-Ing. (FH) Zöfel Bekanntgegeben nach §29b BImSchG
Telefon:	(0381) 7703 473 (0160) 888 0404
Email:	czoefel@tuev-nord.de

Das vorliegende Dokument umfasst 51 Textseiten. Eine Vervielfältigung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers (Betreiber) und der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG.

Rostock, 07.11.2024

Headquarters
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

Grosse Bahnstrasse 31
22525 Hamburg, Germany

Phone: +49 40 8557-0
Fax: +49 40 8557-2295
info@tuev-nord.de
tuev-nord.com/en

Chairman of the Supervisory Board
Jürgen Himmelsbach

Registration Office
Amtsgericht Hamburg
HRA 102137
VAT No.: DE 243031938
Tax No.: 27/628/00031

General Partner
TÜV NORD Systems Verwaltungsgesellschaft mbH, Hamburg

Registration Office
Amtsgericht Hamburg
HRB 88330

Managing Directors
Dr. Ralf Jung (CEO)
Ringo Schmelzer

Commerzbank AG, Hamburg
BIC (SWIFT-Code): COBADEFFXXX
IBAN-Code: DE73 2004 0000 0405 6222 00

Deutsche Bank, Hannover
BIC (SWIFT-Code): DEUTDE2HXXX
IBAN-Code: DE90 2507 0070 0026 3640 00

Inhaltsverzeichnis Seite

1 Einleitung ... 3

1.1 Veranlassung ... 3
1.2 Aufgabenstellung ... 3
1.3 Anlagenidentifikation ... 4

2 Verwendete Unterlagen und Erkenntnisquellen ... 6

3 Analyse möglicher Gefahren für die Umgebung und Nachbarschaft ... 8

3.1 Schutzbedürftige Gebiete – Definition ... 8
3.2 Beschreibung der Umgebung des Betriebsbereiches ... 12
3.3 Stoffliche Gefahren ... 15
3.4 Anlagenbeschreibung im Hinblick auf mögliche Gefahrenpotentiale ... 18
3.5 Bildung von Störfall-Szenarien anhand der Anlagenausführung ... 20

4 Beschreibung der Berechnungsgrundlagen ... 23

4.1 Vorgehen und Programmvorstellung ... 23
4.2 Auswahl der anzuwendenden Berechnungsmodelle zur Ausbreitungsberechnung ... 23
4.3 Auswahl der Randbedingungen und Eingabeparameter ... 25

5 Berechnungen ... 31

5.1 Szenario1: Gasfreisetzung durch Dachhautleckagen ... 31
5.1.1 Ergebnisse für Explosionsgefährdungen im Szenario 1 ... 33
5.1.2 Ergebnisse für toxische Gefährdungen im Szenario 1 ... 35
5.2 Szenario 2: Zündung der Biogaswolke im Dennoch-Störfall ... 36
5.2.1 Ergebnisse der Explosionsdruckberechnung im Szenario 2 ... 39
5.2.2 Ergebnisse der Wärmestrahlungsauswirkungen durch Zündung der Biogaswolke im Szenario 2 ... 42

6 Schlussfolgerungen ... 49

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Die Timphaus Erneuerbare Energien GbH & Co. KG betreibt eine Biogasanlage zur Erzeugung und Verwertung von Biogas, welche aufgrund des Vorhandenseins von gefährlichen Stoffen in größeren Mengen den Pflichten der 12. Bundes-Immissionsschutzverordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung) unterliegt. Die betreffende Biogasanlage wird im vorliegenden Dokument als Biogasanlage Timphaus benannt.
Da die Biogasanlage Timphaus den Pflichten der Störfallverordnung unterliegt, ist im Zuge des Genehmigungsverfahrens nach §16 Bundesmissionsschutzgesetz (BImSchG) die Ermittlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes gemäß §50 in Verbindung mit §3 Abs. 5c BImSchG mittels rechnerischer Verfahren gefordert.
Durch die vorliegende Abstandsermittlung ist es möglich Angaben zu den Auswirkungen zu machen, welche sich aus größeren Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes bzw. Störfällen ergeben können. Es kann somit die Fragestellung beantwortet werden, ob ein schutzbedürftiges Objekt aufgrund der Auswirkungen von Störungsfällen und Dennoch-Störfällen in der Biogasanlage Timphaus negativ beeinflusst werden.
Als Grundlage für die Betrachtung dienen die Leitfäden KAS 18 /7/ und KAS 32 /8/ der Kommission für Anlagensicherheit. Diese geben Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung des § 50 BImSchG.

1.2 Aufgabenstellung

Die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, Geschäftsstelle Rostock, nachfolgend TÜV NORD genannt, wurde durch die Timphaus Erneuerbare Energien GbH & Co. KG mit der rechnerischen Abstandsermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes gemäß §50 in Verbindung mit §3 Abs. 5c BImSchG, mittels rechnerischer Verfahren, durch einen nach §29b Bundes-Immissionsschutzgesetz bekanntgegebenen Sachverständigen beauftragt. Als Grundlage der Ermittlung sollen die Leitfäden KAS 18 /7/ und KAS 32 /8/ herangezogen werden.
Durch die beauftragten Untersuchungen können Detailkenntnisse über Entfernungen gewonnen werden, in welchen nicht mehr mit einer Gefährdung bei Störungen des

bestimmungsgemäßen Betriebs zu rechnen ist.[1] Dabei werden die in der Biogasanlage Timphaus vorkommenden störfallspezifischer Faktoren zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes gemäß §3 Abs. 5c BImSchG und zur Berechnung angewendet.
Die im Leitfaden KAS 18, Abs. 3.1 empfohlenen Entfernungsangaben[2] können somit eingehalten bzw. wenn das untersuchte Gefährdungspotential der Biogasanlage Timphaus es zulässt, unterschritten werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass nur die Einflüsse untersucht werden, welche gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen auf Personen in den angrenzenden bewohnten Flächen und Wohnbebauungen haben. Geruchs- und Schallemissionen wurden ggf. in separaten Stellungnahmen untersucht und sind nicht Bestandteile der vorliegenden Auswirkungsanalysen.

1.3 Anlagenidentifikation

Die Biogasanlage Timphaus befindet sich am Standort

Straße H-Nr.: An den Teichen 27
PLZ Ort: 49393 Lohne OT Märschendorf

In der Biogasanlage Timphaus wird der Stoff Biogas erzeugt und in großen Mengen gelagert. Dieser Stoff bestimmt im Wesentlichen das Störfallpotential der Anlage.
Biogas ist als entzündbares Gas mit dem Merkmal H220 einzustufen und ist daher gemäß Stoffliste im Anhang I der 12. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (12. BImSchV/Störfallverordnung) der Stoffgruppe 1.2.2 zuzuordnen. Für diese Stoffgruppe sind in der Stoffliste im Anhang I der 12. BImSchV die Mengenschwellen von 10.000 kg in der Spalte 4 und 50.000 kg in der Spalte 5 definiert.
Im Sinne des Störfallrechtes wird die maximal mögliche Biogasmenge in der Biogasanlage Timphaus betrachtet. Diese liegt oberhalb der Mengenschwelle von 10.000 kg (Spalte 4), aber unterhalb der Mengenschwelle von 50.000 kg (Spalte 5) im Anhang I der Störfallverordnung. Somit ist die Biogasanlage Timphaus als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung anzusehen und unterliegt damit den Pflichten der §§ 3-8 der Störfallverordnung.

[1] Sog. angemessener Abstand
[2] Sog. Achtungsabstände

Zudem ist gemäß Definition §3, Abs. 5a Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich in welchem gefährliche Stoffe (hier: Biogas) gelagert oder gehandhabt werden, als ein Betriebsbereich gemäß §3, Abs. 5a BImSchG zu betrachten.

2 Verwendete Unterlagen und Erkenntnisquellen

Folgende Verordnungen und Richtlinien werden u.a. als Erkenntnisquelle in ihren jeweils aktuellsten Fassungen verwendet:

/1/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit Verordnungen (BImSchV)
/2/ 12. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (12.BImSchV) – Störfall-Verordnung
/3/ VDI 3783 Blatt 1 – Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse
/4/ VDI 3945 Blatt 3 - Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell
/5/ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes–Immissionsschutzgesetz; Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft ; 2002
/6/ TNO – Yellow Book
/7/ Leitfaden KAS 18 (ersetzt SFK/TAA – GS – 1) - Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG; 11/2010
/8/ Leitfaden KAS 32 – Arbeitshilfe - Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18; 2. Fassung 11/2015
/9/ Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung; März 2004; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Als Grundlage der Abstandsbetrachtung und der dazu gehörigen Berechnung standen den Sachverständigen folgende Unterlagen und Informationen zur Verfügung:

/U1/ Lageplan - Biogasanlage Timphaus; M 1:1.000; Ersteller: ohne; Zeichnungs-Nr.: ohne; Projekt-Nr.: A1881-P04 Stand: 12.12.2023
/U2/ Schnittzeichnung Fermenter Nr. 10, Garrestspeicher Nr. 9+20, Hochfermenter Nr.19; Ersteller: Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG; Zeichnungs-Nr.: A1881-G9,10/01; Stand: 30.07.2018
/U3/ Schnittzeichnung Garrestspeicher mit Tragluftdach, M 1:200; Ersteller: von Lehmden Planungsbüro; Zeichnungs-Nr.: GP24-027_2.BE00/2-00; Stand: 07.10.2024
/U4/ Schnittzeichnung Garrestspeicher Nr. 9, Fermenter Nr. 10, M 1:100; Ersteller: Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG; Zeichnungs-Nr.: A1881-G19 u. 20/01; Stand: 12.12.2023

/U5/ Schnittzeichnung Hochfermenter Nr.19, Garrestspeicher Nr. 20; M 1:100; Ersteller: Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG; Zeichnungs-Nr.: A1881-G19 u. 20/01; Stand: 12.12.2023

/U6/ Kurzbeschreibung zur geplanten Änderung; TEE GmbH & Co. KG; Ersteller: offen; Stand: 25.10.2023; 4 Seiten

/U7/ Gasmengenberechnung als Abschnitt „6.1.2 Prüfung der Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung auf Biogasanlagen“ - Biogasanlage Timphaus; nach dem Berechnungsverfahren des BMU (Arbeitshilfe Biogasanlagen Version 1.2.xlsm); Stand ohne

/U8/ Messreihe zu Schwefelwasserstoffwerten; Zeitraum 18.05.2024 bis 20.09.2024; Ersteller: TEE GmbH & Co. KG; Herr Timphaus; Stand: 29.09.2024

Weitere Informationen wurden per E-Mail-Verkehr am 15.04.2024 übermittelt.

Weiterhin wurden folgende Informationsquellen herangezogen:

/I1/ GESTIS Stoffdatenbank (Stand 04.12.2013) (http://www.dguv.de/ifa/Gefahrstoffdatenbanken/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp)

/I2/ Sicherheitsdatenblatt Biogas und Information BIOGAS der BG Chemie vom 07.01.2019

/I3/ ProNuSs 9 (Version 9) – Programmbeschreibung

3 Analyse möglicher Gefahren für die Umgebung und Nachbarschaft

3.1 Schutzbedürftige Gebiete – Definition

Die Analyse möglicher Gefahren für die Umgebung und Nachbarschaft erfordert vorwegnehmend eine Identifizierung und Definition von möglichen Schutzzielen in der Umgebung. Auftragsgemäß sollen mögliche Auswirkungen auf schutzbedürftige Gebiete entsprechend §50 BImSchG untersucht und beurteilt werden.
Die textliche Fassung des §50 BImSchG erläutert nicht eindeutig was als schutzbedürftiges Gebiet zu bewerten ist. Daher wird im Folgenden die ergänzende Definition des Leitfadens KAS18 /7/, welcher zur Umsetzung § 50 BImSchG heranzuziehen ist, angewendet:

Quelle: KAS 18, Abs. 2.1.2:

„Folgende Gebiete, Nutzungen und/oder Objekte sind als schutzbedürftig i. S. d. Vorschrift einzustufen:

a) *Baugebiete i. S. d. BauNVO, mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen, wie Reine Wohngebiet (WR), Allgemeine Wohngebiete (WA), Besondere Wohngebiete (WB), Dorfgebiete (MD), Mischgebiete (MI) und Kerngebiete (MK), Sondergebiete (SO), sofern der Wohnanteil oder die öffentliche Nutzung überwiegt, wie z. B. Campingplätze, Gebiete für großflächigen Einzelhandel, Messen, Schulen/Hochschulen, Kliniken.*
b) *Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie*
    - *Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie z. B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser,*
    - *öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, z. B. Einkaufszentren, Hotels, Parkanlagen. Hierzu gehören auch Verwaltungsgebäude, wenn diese nicht nur gelegentlich Besucher (z. B. Geschäftspartner) empfangen, die der Obhut der zu besuchenden Person in der Weise zuzuordnen sind, dass sie von dieser Person im Alarmierungsfall hinsichtlich ihres richtigen Verhaltens angehalten werden können.*

c) *Wichtige Verkehrswege z. B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen. Was wichtige Verkehrswege sind, hängt letztendlich von deren Frequentierung ab. Orientierungswerte zur Einstufung von Verkehrswegen finden sich in Ref. Nr. B 18 der „Fragen und Antworten zur Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie). Sie dienen als Orientierungshilfe zur Auslegung der Richtlinie zur Beherrschung der Gefahren bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen. Sie sind jedoch nicht verpflichtend und schließen eine andere vernünftige Auslegung nicht aus*

Des Weiteren bezieht sich §50 BImSchG auch auf unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete. Wogegen der Leitfaden KAS 18 das Schutzziel Mensch als Voraussetzung beinhaltet.

Eine weitere Definition findet sich in § 3 Abs. 5d BImSchG:

„(5d) Benachbarte Schutzobjekte im Sinne dieses Gesetzes sind ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete, öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete, Freizeitgebiete, wichtige Verkehrswege und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete.“

Deren Definitionsgrenzen wurden im LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022 detaillierter wiedergegeben:

<u>Ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete</u>

Gemäß LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022

„Ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind Gebiete, in denen die Größe der dem Wohnen dienenden Nutzungseinheiten insgesamt mehr als 5 000 m² Bruttogrundfläche beträgt, soweit Landesbaurecht nichts anderes bestimmt.
Einzelne Wohngebäude werden in der Regel nur dann erfasst, wenn sie einem Wohngebiet vergleichbare Dimensionen aufweisen.“

Öffentlich genutzten Gebäude und Gebiete

Gemäß LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022

„Öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind bauliche Anlagen, die öffentlich zugänglich sind und die für die gleichzeitige Nutzung durch mehr als 100 Besucher bestimmt sind soweit Landesbaurecht nichts anderes bestimmt.

- *Hierzu können Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie:*
- *Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie z. B. Schulen, Kindergarten, Altenheime, Krankenhäuser,*
- *Öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, z. B. Einkaufszentren, Verbrauchermärkte, Schnellrestaurants, Parkanlagen, Flughafenterminals, Bahnhöfe oder Busbahnhöfe gehören.*

Hierzu gehören auch Verwaltungsgebäude, wenn diese nicht nur gelegentlich Besucher (z. B. Geschäftspartner) empfangen. Soweit Besucher der Obhut der zu besuchenden Person in der Weise zuzuordnen sind, dass sie von dieser Person im Alarmierungsfall hinsichtlich ihres richtigen Verhaltens angehalten werden können, handelt es sich nicht um ein öffentliches Gebäude.

Freizeitgebiete

Gemäß LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022

„Freizeitgebiete sind Gebiete, die der Erholung dienen. In Art. 13 Abs. 2 der Seveso-III-Richtlinie wird der Begriff Erholungsgebiete benutzt. Freizeitgebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind Gebiete, die dazu bestimmt sind, von einer unbestimmten Anzahl von Personen zur Gestaltung ihrer Freizeit genutzt zu werden und in denen sich regelmäßig mehr als 100 Personen gleichzeitig aufhalten. Dazu können unter anderem Flächen für Volksfeste, Jahrmärkte oder Musikkonzerte sowie

- *Gelände für Freilichtveranstaltungen,*
- *Sportplätze,*
- *Autokinos,*
- *Freizeitparks,*
- *Vergnügungsparks,*
- *Abenteuer-Spielplätze (Robinson-Spielplätze, Aktiv-Spielplätze),*
- *Kinderspielplätze*
- *Sonderflächen für Freizeitaktivitäten, z.B. Grillplätze,*

- *Campingplätze*
- *Kleingartengebiete*
- *Badeplätze,*
- *Sommerrodelbahn*
- *(Aufzählung in Anlehnung an Ziffer 1 der Freizeitlärm-Richtlinie der LAI vom 06.03.2015) zählen.“*

Wichtige Verkehrswege

Gemäß LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022

„Der Vorschlag der Kommission (FAQ zu Dir. 2012/18/EC-Seveso-III vom 1.3.2016, No. 5, Ref. 034), an dem die Mitgliedstaaten inklusive Deutschland mitgearbeitet haben, kann herangezogen werden. Der Kommissionsvorschlag lautet: „Die praktische Bewertung eines Verkehrsweges als „wichtiger Verkehrsweg“ ist immer von den individuellen Gegebenheiten abhängig, da die Verteilung der Verkehrsdichte stark schwanken kann. Verkehrsdichten unterhalb der folgenden Werte sollten nicht als „wichtige Verkehrswege“ betrachtet werden.

- *Straßen mit weniger als 10.000 PKW in 24 Stunden,*
- *Schienenwege mit weniger als 50 Personenzügen in 24 Stunden*

Verkehrswege mit Verkehrsdichten oberhalb der folgenden Werte sollten jedenfalls als „wichtige Verkehrswege“ betrachtet werden:

- *Autobahnen (zulässige Höchstgeschwindigkeit > 100 km/h) mit mehr als 200.000 PKW in 24 Stunden oder mehr als 7.000 PKW in der verkehrsreichsten Stunde,*
- *Andere Straßen (zulässige Höchstgeschwindigkeit < 100 km/h) mit mehr als 100.000 PKW in 24 Stunden oder mehr als 4.000 PKW in der verkehrsreichsten Stunde,*
- *Schienenwege mit mehr als 250 Personenzügen in 24 Stunden oder mehr als 60 Personenzügen in der verkehrsreichsten Stunde (beide Fahrtrichtungen).*

Flughäfen sollten jeweils gesondert bewertet werden.“ Terminals von Flughäfen oder Kreuzfahrtschiffen, Schiffshäfen und Bahnhöfe gelten nicht als wichtige Verkehrswege, sondern ggf. als öffentlich genutzte Gebäude. Bei der in vielen Fällen erforderlichen Einzelfallbetrachtung ist das Schutzgut Mensch und nicht die allgemeine oder wirtschaftliche Bedeutung des Verkehrswegs maßgeblich.“

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete

Gemäß LAI Beschluss „Hinweise und Definitionen zum angemessenen Sicherheitsabstand nach § 3 Abs. 5c BImSchG“ vom 13.09.2022

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete im Sinne von § 3 Abs. 5d BImSchG sind folgende Gebiete, sofern sie zu Betriebsbereichen benachbart sind, sich demnach außerhalb des Betriebsbereichs befinden:

1. *Natura 2000-Gebiete gemäß §§ 31, 32 BNatSchG,*
2. *Naturschutzgebiete gemäß § 23 BNatSchG,*
3. *Nationalparke, nationale Naturmonumente gemäß § 24 BNatSchG,*
4. *Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten gemäß § 25 BNatSchG,*
5. *gesetzlich geschützte Biotope gemäß § 30 BNatSchG, sofern sie Gebietscharakter besitzen.*

Nicht zu den unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen bzw. besonders empfindlichen Gebieten im Sinne des § 3 Abs. 5d BImSchG gehören folgende Schutzgebiete des BNatSchG:

6. *Naturschutzdenkmäler gemäß § 28 BNatSchG,*
7. *Landschaftsschutzgebiete gemäß § 26 BNatSchG,*
8. *Naturparke gemäß § 27 BNatSchG,*
9. *Geschützte Landschaftsbestandteile gemäß § 29 BNatSchG,*
10. *Gebiete, die gemäß Landesbiotopkataster als naturschutzwürdig eingestuft sind, sofern sie nicht zu 5. zählen,*
11. *Schutzgebiete, die aufgrund regionaler oder internationaler Abkommen und Programme ausgewiesen wurden*

3.2 Beschreibung der Umgebung des Betriebsbereiches

Zur Untersuchung möglicher Einwirkungen auf die Nachbarschaft, sind zunächst eine Betrachtung der näheren Umgebung, sowie die Identifizierung möglicher Schutzziele notwendig. Die Definition der Schutzziele richtet sich dabei nach dem Leitfaden KAS18, Abs. 2.1.2.

Anmerkung:

Alle erwähnten Abstandsangaben beziehen sich auf den äußeren Radius des nächstgelegenen Gasbehälters/Fermenters zum jeweiligen Objekt/Gebäude.

Abstandsbetrachtungen zu außerbetrieblichen Gebäuden/Objekten

Der Standort der Biogasanlage Timphaus befindet sich in einem überwiegend unbebauten, agrarwirtschaftlich genutzten Außenbereich. In direkter Nachbarschaft sind Stallungen im westlichen Bereich nach ca. 40 m anzufinden. Diese stehen jedoch in einem Betrieblichen Zusammenhang zur Biogasanlage und sind nicht als schutzbedürftig einzustufen.

Die ersten, als schutzbedürftig im Sinne des §50 BImSchG einzustufenden Wohnbebauungen, werden mit einer Hofstelle mit integrierten Wohneinheiten in ca. 140 m südlicher Richtung erreicht. Weitere zu Wohnzwecken genutzte Gebäude sind als allerinstehende Wohnhäuser in ca. 240 m Richtung Ost-Nordost, ca. 380 m Richtung Süden und 570 m Richtung Süd-Südosten anzufinden.

Abbildung 1: Satellitenbild vom Anlagenstandort /Quelle: Google Maps 2024/

Bis auf die genannten Objekte ist das Anlagengelände insbesondere in nördlichen bis südlichen Richtungen überwiegend von ebenen landwirtschaftlich genutzten Nutzflächen umgeben.

Als nächst gelegenes Schutzziel mit der geringsten Entfernung zu einem sicherheitsrelevanten Anlagenteil, werden die bereits erwähnten

- Hofstelle mit integrierten Wohneinheiten in ca. 250 m Richtung Norden (W)

identifiziert.

Abstandsbetrachtungen zu Verkehrsflächen

In ca. 90 m westlicher Richtung verläuft die Bundesautobahn A1 in Nord-Süd-Achse. Diese ist aufgrund der hohen Frequenz als schutzbedürftig einzustufen. Weitethin sind im mittleren und weiteren Umfeld nur Ortsstraßen und vereinzelte Feld- und Landwirtschaftswege anzufinden.

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete

Besonders empfindliche Gebiete unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes sind im mittleren Umfeld < 500 m nicht anzufinden.

3.3 Stoffliche Gefahren

Aufgrund der Anlagencharakteristik der Biogasanlage Timphaus ist insbesondere gasförmiges Biogas als störfallrelevanter Stoff auf dem Betriebsgelände einzustufen, welcher das Potential eines Störfalles beinhaltet und Auswirkungen auf die Nachbarschaft hervorrufen kann.

Stoffliche Risiken Biogas

Biogas ist ein wasserdampfgesättigtes Stoffgemisch, welches sich aus Methan und Kohlenstoffdioxid, sowie geringe Mengen an Schwefelwasserstoff und weiteren Spurengasen zusammensetzt. Störfallrelevant wirkt vor allem dessen Fähigkeit zur Bildung explosionsfähiger Gemische mit der Umgebungsluft. Biogas ist dem H-Satz 220 – extrem entzündbares Gas Kategorie 1, zuzuordnen und ist somit nach der Stoffliste Nr. 1.2.2 des Anhanges I der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) /2/ einzustufen. Darüber hinaus enthält es einen geringen Bestandteil an Schwefelwasserstoff, welches nach selbiger Stoffliste als akut toxisch einzustufen ist.
Insgesamt bestehen für Biogas somit explosionstechnische und toxische Gefahren.

Die Zusammensetzung von Biogas kann je nach Verfahrensprozess variieren. Angaben zur Zusammensetzung sind im Sicherheitsdatenblatt /I2/ enthalten. Biogas besteht demnach im Durchschnitt zu ca. 40 - 75 % aus Methan und ca. 20 - 50 % aus Kohlendioxid /I2/.[3]

Explosionsgefährdung

Störfallrelevant wirkt bei Biogas vor allem die Fähigkeit zur Bildung explosionsfähiger Gemische mit der Umgebungsluft. Hauptverantwortlich dafür ist der Bestandteil Methan (CH_4) dessen Explosionsgrenzen wie folgt definiert sind[4].

Stoffeigenschaften Methan als Bestandteil von Biogas

Explosionsgrenzen CH_4:	UEG (untere Explosionsgrenze)	4,4 Vol. %
	OEG (obere Explosionsgrenze)	17 Vol. %

[3] Diese Werte sind als Standardwerte einzustufen. Die auf der untersuchten Biogasanlage angenommen Werte können davon abweichen und sind in den Randbedingungen zur Berechnung explizit dargestellt.

[4] Explosionsgrenzen von Methan gemäß GESTIS-Stoffdatenbank; Stand: 04.12.2013

Methan ist folgenden Einstufungen zuzuordnen:

- H220: Extrem entzündbares Gas - nach CLP Richtlinie 1272/2008

Entsprechend einem zu erwartenden Methangehalt von maximal ca. 55 Vol% und der Berechnungsmethode der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), Abteilung 2, Fachgruppe „Gase, Gasanlagen“, können die Explosionsgrenzen für die in dieser Anlage vorliegende Biogaszusammensetzung wir folgt definiert werden:

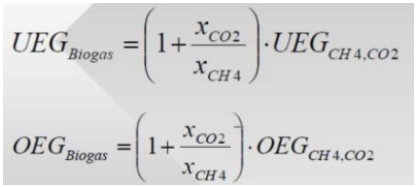


Abbildung 2: Berechnung der Explosionsgrenzen nach BAM Abteilung 2, Fachgruppe „Gase, Gasanlagen“

Dabei entspricht der Wert für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ nicht der UEG/OEG von Methan in Luft, da der inerte Anteil des im Biogas enthaltenden Kohlendioxids berücksichtigt werden muss. Um diese Randbedingung zu berücksichtigen muss der Wert für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ für das vorliegende CH_4/CO_2 Verhältnis aus dem Explosionsdreieck für Methan abgelesen werden.
Dabei können die Werte für „$UEG_{CH4, CO2}$“ bzw. „$OEG_{CH4, CO2}$“ als Methananteile am Schnittpunkt mit der Explosionsbereichskurve abgelesen werden.

Folgende Werte sind für das vorliegende Verhältnis von 55% Methan und 45% Kohlendioxid aus dem Explosionsdreieck für Methan abgelesen worden:

$UEG_{CH4, CO2}$ = 4,6 %
$OEG_{CH4, CO2}$ = 12,2 %

Damit ergeben sich aus der Berechnung nach Abbildung 2 folgende Explosionsgrenzen für Biogas (55 Vol% CH_4):

UEG (untere Explosionsgrenze) 8,3 Vol. %
OEG (obere Explosionsgrenze) 22,1 Vol. %

Toxische Gefährdung

Zu den primären toxischen Komponenten im Biogas zählen Schwefelwasserstoff (H_2S) und in einem geringen Umfang Ammoniak (NH_3). Da Ammoniak im Vergleich zum

Schwefelwasserstoff einen erheblich kleineren Anteil im Biogas ausmacht und ebenfalls geringere toxische Kennwerte aufweist wird in der weiteren Betrachtung toxischer Gefahren nur noch Schwefelwasserstoff betrachtet und Ammoniak wird nicht weiter berücksichtigt.

Dem kritischen Bestandteil im Biogas Schwefelwasserstoff H_2S, sind folgende H-Sätze nach CLP Verordnung 1272/2008 zugeordnet:

H220 - Extrem entzündbares Gas.
H280 - Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H330 - Lebensgefahr bei Einatmen.
H335 - Kann die Atemwege reizen.
H400 - Sehr giftig für Wasserorganismen.

Da H_2S als sehr giftig eingestuft ist, sind im Hinblick auf störfallrelevante Gefahren durch H_2S daher besonders die toxischen Risiken zu berücksichtigen. Aufgrund des geringen Anteils an H_2S im Verhältnis zu CH_4 im Biogas, ist die Explosionsfähigkeit von H_2S nach Auffassung der Sachverständigen durch die Betrachtung der Explosion von CH_4 mit abgedeckt und wird daher hier nicht separat untersucht.

In der einschlägigen Literatur finden sich u.a. folgende Werte zur Quantifizierung der Toxizität von H_2S in der Atemluft (bei störungsbedingten Freisetzungen):

	H_2S-Konzentration	Einwirkzeit
AEGL-2	41 ppm	≤ 10 min
EPRG-2	30 ppm	≤ 60 min
Irreversible Schädigungen	300 – 500 ppm	kurzzeitig
Letale Dosis	> 500 ppm	ca. 30 min
	> 1000 ppm	sofort
AGW	10 ppm	Kurzzeitgrenzwert

Definitionen

Der **ERPG-2-Wert** beschreibt die maximale luftgetragene Konzentration unterhalb derer angenommen wird, dass Individuen dieser 1 Stunde ausgesetzt werden können, ohne dass ihnen irreversible oder andere gravierende Gesundheitseffekte widerfahren.

Der **AEGL-2-Wert** ist die Konzentration in Luft, bei der angenommen wird, dass empfindliche Personen exponiert sein können, ohne dass irreversible oder andere ernste Gesundheitsbeeinträchtigungen auftreten oder dass die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt wird.

3.4 Anlagenbeschreibung im Hinblick auf mögliche Gefahrenpotentiale

In der Biogasanlage Timphaus wird in einem mesophilen Vergärungsverfahren aus pflanzlichen Inputstoffen Biogas gewonnen, welches anschließend in zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) energetisch verwertet wird, um Strom und Wärme zu erzeugen. Die elektrische Energie der BHKW wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die erzeugte thermische Energie dient zur Erwärmung des Gärsubstrats in den Gärbehältern und weiter zur Beheizung der benachbarten Stallungen sowie mehrere Wohneinheiten in der Umgebung genutzt. Die nach der Fermentation zurückbleibenden Gärreste werden als hochwertiger Dünger landwirtschaftlich in der Region verwertet.

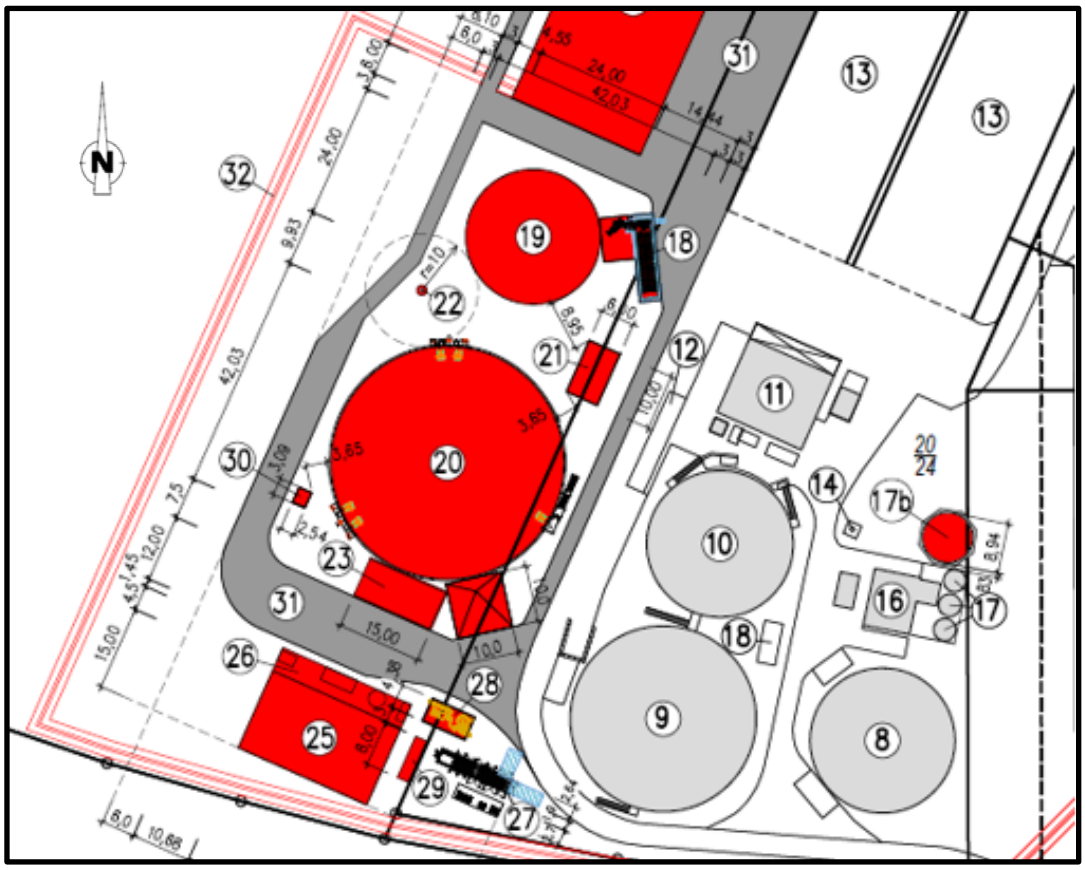


Abbildung 3: Ausschnitt aus Lageplan; Quelle: /U1/

Betrachtung möglichen Störfallpotentiales

In der Biogasanlage Timphaus werden in den Gasräumen der Gärbehälter nennenswerte Menge an Biogas erzeugt und zwischengelagert. Biogas ist als toxisch und hochentzündlich einzustufen und fällt unter die Nr. 1.2.2 der Störfall-Verordnung (vgl. Abschnitt: stoffliche Gefahren).

In Folgenden Anlagenteilen wird Biogas in einer störfallrelevanten Menge vorgehalten:

- Fermenter Nr. 10 – D = 25,5 m,
- Hochfermenter Nr. 19 – D = 24 m,
- Gärrestspeicher Nr. 9 – D = 32,7 m
- Gärrestspeicher Nr. 20 – D = 41 m

Mit Ausnahme des Hochfermenters Nr. 19 bestehen diese Behältertypen aus einem zylinderförmigen Mantel aus Stahlbeton in verschiedenen Durchmessern. Der Hochfermenter Nr. 19 ist dagegen aus einem zylinderförmigen Mantel mit beschichten Stahlblechteilen hergestellt. Über dem Flüssigkeitsspiegel in allen Behältern befindet sich der Gasraum, welcher bei dem Hochfermenter Nr. 19 mit einem festen Dach aus Stahlblechteilen abgedeckt ist. Bei den übrigen Behältern erfolgt die gasdichte Abdichtung zur Umwelt mit einem Foliendach. Die Folienhaube besteht jeweils aus zwei übereinanderliegenden Folien, welche einen Zwischenraum bilden. Dieser Zwischenraum wird mit einem außenliegenden Tragluftgebläse unter einen konstanten geringen Überdruck gehalten.
Die gasdichte Befestigung beider Folien am Behältermantel erfolgt mit einem Klemmschienensystem. Dabei hält eine aufgedübelte Klemmschiene die Dachhaut an der Behälterkrone.
Im Regelbetrieb ist der Fermenter im zylindrischen Mantel vollständig bis zum Freibord mit Substrat gefüllt. Dagegen können die Gärrestspeicher saisonal auch vollständig von Substrat geleert vorliegen. Damit ist das Gasvolumen und damit das Störfallpotential im Gärrestlanger ungleich höher als im Fermenter.
Welcher der aufgeführten Gärbehälter das größere Störfallpotential besitzt, wird in folgenden Abschnitten ermittelt.

3.5 Bildung von Störfall-Szenarien anhand der Anlagenausführung

Im Rahmen dieser Einzelfallbetrachtungen werden die Auswirkungen untersucht, die zu erwarten sind, wenn trotz störfallverhindernden und –auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen[5] in der Biogasanlage Timphaus sog. Dennoch-Störfälle auftreten. Diese Szenarien wurden in Konvention mit den im Leitfaden KAS 32 /8/ und den im Abschnitt 3.2 des Leitfadens KAS 18 /7/ beschriebenen Randbedingungen erarbeitet.

> Definition von Dennoch-Störfällen:
> „*Unter Dennoch-Störfällen werden Störfälle verstanden, die von vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen ausgehen und deren Eintritt daher durch störfallverhindernde Maßnahmen nach § 3 Abs. 1 StörfallV in der Regel nicht verhindert werden kann*.“ /SFK-GS 26/

In den vorliegenden Untersuchungen wird zur Quantifizierung möglicher Gefahren von solchen Szenarien Gebrauch gemacht, da durch die Verwendung von Dennoch-Störfällen die größtmöglichen Auswirkungen abgeschätzt werden können. Somit wird eine sehr konservative Betrachtungsweise ermöglicht. Zudem ist diese Untersuchung konform zum Leitfaden KAS 32 /8/.
In Zuge dieser Untersuchungen werden quantitative Berechnungen unabhängig von Eintrittswahrscheinlichkeiten vorgenommen.

Untersuchung von Störfallauswirkungen
Ausgehend der notwendigen Betrachtung eines größeren Störfalles mit möglichen Einwirkungen auf die Umgebung ist hier primär das stoffliche Störfallpotential des zuvor freigesetzten Stoffes zu betrachten. Das stoffliche Störfallpotential auf der Biogasanlage Timphaus geht primär vom Stoff Biogas aus, welcher auch als einzig relevanter störfallrelevanter Stoff in einer größeren Menge zu benennen ist.

Aus diesem Grund ist an den zu betrachtenden Szenarien gasförmiges Biogas beteiligt, welches aufgrund seiner Eigenschaften und der vorhandenen Menge als störfallrelevanter Stoff auf dem Betriebsgelände der Biogasanlage Timphaus einzustufen ist.
Bei der Szenarienbildung wird konservativ ungünstig unterstellt, dass größere Mengen an Biogas als gefährlicher Stoff, unkontrolliert in die Umgebung austreten. Dieses ist

[5] Gegenmaßnahmen nach § 3 Abs. 1 und § 3 Abs. 3 StörfallV

zusammenhängend in großer Masse in den Gärbehältern vorhanden und wird bei dem Hochfermenter Nr. 19 durch ein festes Dach aus Stahblechteilen und bei dem Fermenter Nr. 10 und den Gärrestspeichern Nr. 9 und 20 durch ein flexibles Foliendach von der Umgebung getrennt. Da das Versagen einer Folienabdeckung gegenüber einem festen Dach um ein Vielfaches wahrscheinlicher ist, wird im Folgenden die weitere Betrachtung der Behälter mit Foliendach vorgenommen.
Die umfängliche Betrachtung eines größeren Störfalles mit möglichen Einwirkungen auf die Umgebung, erfordert die Annahme der Freisetzung der größten zusammenhängenden Menge (GZM) auf dem Anlagengelände. Diese GZM ist nach Analyse der aktuell vorliegenden Anlagenkonzeption im gasdichten Gärrestspeicher Nr. 20 anzufinden.

Eine größere Leckage der Gasspeicherfolie, welche die Abgrenzung eines größeren Speichervolumens an störfallrelevanten Stoffen zur Umgebung darstellt, ist im Lebenszyklus einer Biogasanlage nicht vollkommen auszuschließen. Dabei kann ein Riss der Folie angenommen werden. Auch kann unterstellt werden, dass die Randbefestigung die Folie nicht mehr am Rand der Behälterkrone halten kann und somit ein Öffnungsquerschnitt freigelegt wird.
Zur Auswirkungsberechnung muss ein hypothetischer Öffnungsquerschnitt an der Folienhaube angenommen werden. Im anzuwenden Leitfaden KAS 32 /8/ sind zwei verschiedene Öffnungsquerschnitte an Foliendachhauben zu Prognostizierung von Störfallauswirkungen vorgegeben. Dabei wird unterschieden in einer Befestigung mit einer Klemmschiene und der Befestigung durch einen Klemmschlauch.

Im vorliegenden Fall der Biogasanlage Timphaus wird eine Klemmschienenbefestigung angewendet.
In Übereinstimmung mit dem Leitfaden KAS 32 /8/ wird folgendes Szenario untersucht:

- Biogas wird durch ein definiertes Leck von 3 m x 0,2 m Größe (0,6 m²) in der Dachhaut des Gärrestspeichers Nr. 20 kontinuierlich freigesetzt.

Diese Dimension ist gemäß Leitfaden KAS 31 /8/ für Gärbehälter anzusetzen. Mit der größten Gasmenge besitzt der Gärrestspeicher damit jeweils das größte Störfallpotential.

Abbildung 4 stellt den Aufbau des Gärrestspeichers Nr. 20 schematisch dar.

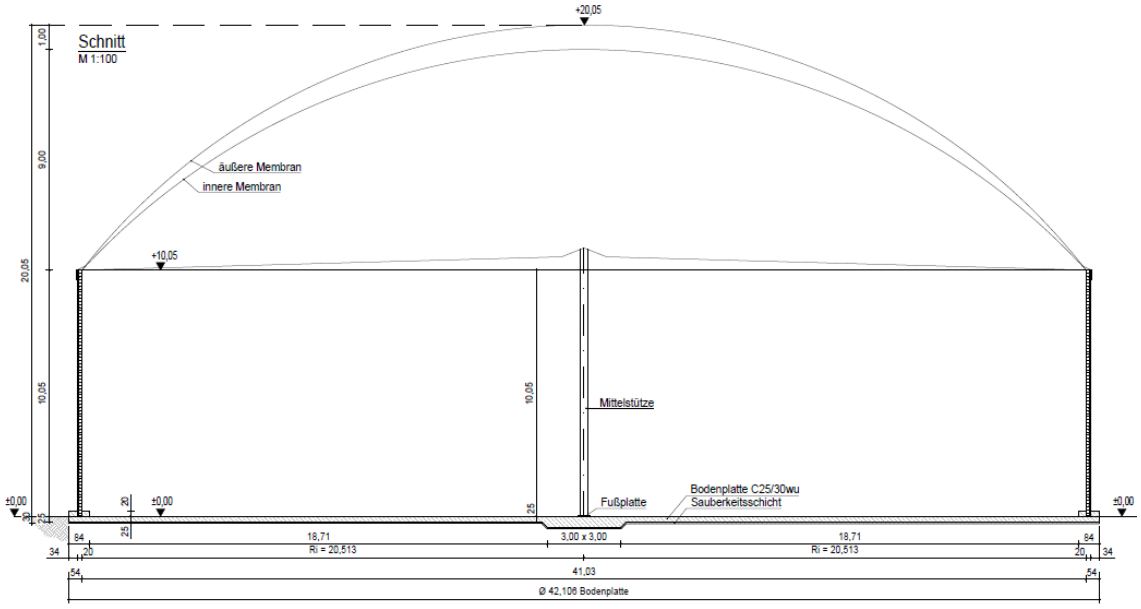


Abbildung 4: Schnittzeichnung Gärrestspeicher Nr. 20 – Quelle /U3/

Im Folgenden werden die sicherheitsrelevanten Anlagenteile betrachtet, bei denen die größten Störfallauswirkungen zu erwarten sind. Dementsprechend wird bei den Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen der Gärrestspeicher Nr. 20 als Biogasbehälter mit dem höchsten Störfallauswirkungspotential berücksichtigt.

Zudem wird konservativ davon ausgegangen, dass der beschädigte Gärrestspeicher zum Schadenszeitpunkt vollständig vom Substrat geleert ist und damit das größtmögliche Gasvolumen beinhaltet.

4 Beschreibung der Berechnungsgrundlagen

4.1 Vorgehen und Programmvorstellung

Primärer Bestandteil der Abstandsbetrachtung ist die Ausbreitungsberechnung der freigesetzten Gaswolke, in welcher Konzentrationen von toxischen und brennbaren Bestandteilen vorhanden sind.
In Folge dessen können einerseits die toxischen Risiken und andererseits die Gefährdungen durch die räumliche Ausdehnung einer explosionsfähigen gefährlichen Atmosphäre als Funktion des Abstandes zur Freisetzungsquelle dargestellt werden. Zusätzlich werden die Druckwellenauswirkungen und Wärmestrahlungsbelastungen einer möglichen Zündung der freigesetzten Gaswolke betrachtet und dargelegt.

Die Ausbreitung von freigesetzten Gasen und deren Auswirkungen erfolgt mit dem Programm ProNuSs in der Version 9.

Diesem Programm ist zur Berechnung der Gasausbreitung die Richtlinie VDI 3783 implementiert. Die Berechnungen der Auswirkungen des Explosionsdruckes einer Biogas-Gaswolkenexplosion erfolgt nach dem international anerkannten TNO-Multi-Energy-Modell. Die Berechnungen der explosionsfähigen Masse wird nach dem Lagrange`schen Partikelmodell berechnet.

4.2 Auswahl der anzuwendenden Berechnungsmodelle zur Ausbreitungsberechnung

Die Leitfäden der Kommission für Anlagensicherheit KAS 18 /7/ sowie die Vollzugshilfe zur Störfall-Verordnung /2/ empfehlen als Ausbreitungsmodell nach Stand des Wissens das in der VDI Richtlinie 3783 hinterlegte Gaußsche Ausbreitungsmodell.
Die Ausbreitung erfolgt aufgrund von turbulenten Diffusionsvorgängen, welche im Modell der VDI Richtlinie 3783-1 durch die Streuung wiedergegeben werden. Die Gaswolke erfährt nach der Freisetzung aufgrund der Zumischung von Umgebungsluft eine kontinuierliche Verdünnung der Gaskonzentration, bei gleichzeitigem Ansteigen des Wolkenvolumens.
Die Sachverständigen weisen darauf hin, dass Berechnungsergebnisse, welche mit dem Rechenmodell der Richtlinie VDI 3783-Blatt 1 berechnet wurden, für Entfernungen

< 100 m nicht mehr durch experimentelle Ausbreitungsversuche verifiziert sind. Die Ergebnisse für Nahbereiche < 100 m werden durch das verwendete Modell linear interpoliert und stellen Kalkulationen dar, die von der realen Situation abweichen, jedoch als konservativ zu bewerten sind.
Die Anwendung eines Freistrahlmodelles liefert zu konservative Ergebnisse, da die Außenturbulenz der Anströmung nicht berücksichtigt wird und damit eine zu geringe Einmischung von Luft in den Strahl Berücksichtigung findet. Dies ist am Beginn des Freistrahls mit einer im Vergleich zur Anströmung großen Freistrahlgeschwindigkeit und einem geringen Freistrahldurchmesser gerechtfertigt, jedoch ist davon auszugehen, dass sich die Turbulenz der Anströmung auf den Freistrahl auswirkt sobald der Austrittsimpuls abgebaut worden ist.[6] Entsprechende Berücksichtigung der Turbulenzeinflüsse ist aktuell in der Bearbeitung, jedoch liegen noch keine anwendbaren Vorgaben vor. Damit findet die Freistrahlberechnung in der vorliegenden Untersuchung keine Anwendung.

Die maximale explosionsfähige Masse wird nach dem Lagrange`schen Partikelmodell berechnet, welches in der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 beschrieben ist. Das Lagrange-Ausbreitungsmodell beruht auf einer stochastischen Beschreibung des turbulenten Transports in einem mit mittlerer Windgeschwindigkeit bewegten Koordinatensystem7.

Es wird zusätzlich darauf hingewiesen, dass die betrachteten Stofffreisetzungen ursachenunabhängig angenommen werden. Somit wird bei den im Folgenden beschriebenen Szenarien nicht betrachtet, ob die Freisetzung verfahrenstechnisch oder durch Eingriffe Unbefugter verursacht wurde.

[6] TÜ Bd.51 (2010) Nr. 10 - Oktober
[7] Quelle: VDI 3945 Blatt 3

4.3 Auswahl der Randbedingungen und Eingabeparameter

Ausflussmassestrom

Zur Untersuchung der bei einem Dachhaut-Riss freiwerdenden Gasmenge muss zunächst der Ausflussmassestrom berechnet werden. Dieser wurde unter Berücksichtigung der Ausflussfunktion (C) sowie der Ausflussziffer (K_{dg}) nach der folgenden Beziehung berechnet

$$\dot{m} = \frac{p_0 \cdot A \cdot C \cdot K_{dg}}{3600} \sqrt{\frac{M}{T \cdot Z}} \qquad \text{(Gl. 1)}$$

Aufgrund des hier angenommen Überdruckes[8] im Gasraum der Gärbehälter von 5 mbar wird von einem unterkritischen Druckverhältnis ausgegangen. Weiterhin ist die Ausflussziffer zur Berechnung des Ausflussmassestromes relevant. Die Ausflussziffer beschreibt die Geometrie des Lecks. Die liegt i.d.R. zwischen 0,38 (scharfkantig d.h.: hohe Reibungsverluste und verringerter Massestrom) und z.B.: 0,92 (runde Düse d.h.: wenig Reibungsverluste und erhöhter Massestrom). Da für den Riss einer flexiblen Folie keine Werte bekannt sind wird konservativ eine

- Ausflussziffer (K_{dg}) von 1

angenommen. Dies geht auch mit dem Leitfaden KAS 32 konform.
Weiterhin wird davon ausgegangen, dass sich der geringe Überdruck nicht sofort abbaut sondern in einem Zeitfenster konstant bleibt.

Meteorologische Stabilitätsklassen

Die meteorologischen Stabilitätsklassen haben Einfluss auf die Ausbreitung von Stoffkonzentrationen im Freiraum.
Zur Berechnung ist es möglich aus 3 Stabilitätsklassen zu wählen, um eine Gasausbreitung zu prognostizieren. Die Stabilitätsklassen werden im Wesentlichen von der Temperaturschichtung bestimmt.

[8] Angenommener Wert bei Versagen der Überdrucksicherung – entspricht Vorgaben aus KAS 32

Tabelle 1: Stabilitätsklassen

Temperaturschichtung	Beschreibung
indifferent	Gemäßigte Durchmischung
instabil	Starke Turbulenz, schnelle Vermischung
stabil	Keine Durchmischung

In der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 wird bei einer mittleren Ausbreitungssituation eine indifferente Temperaturschichtung ohne Inversion vorausgesetzt.

Da hier entsprechend dem Leitfaden KAS 18 /7/ von einer mittleren Ausbreitungssituation ausgegangen wird, wird zur weiteren Berechnung für alle Szenarien die Klasse:

- Indifferent

gewählt.

Windgeschwindigkeit

Die häufigste Windgeschwindigkeit als meteorologische Standortbedingungen der hier betrachtenden Anlage kann, unter Angabe der Positionsangaben des World Geodetic System 1984 (WGS 84) für den hier zu untersuchenden Standort, durch das verwendete Berechnungsprogramm ProNuSs v9 ermittelt werden. Dazu greift das Programm auf Erfahrungen bekannter Messdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur häufigste Windgeschwindigkeit im Bezugszeitraum 1981-2000 zurück.

WGS Daten des Standortes[9]:

- Länge 52.689472 (Nord)
- Breite 8.175223 (Ost)

Häufigste Windgeschwindigkeit für den hier zu betrachtenden Standort:
(Quelle: ProNuSs v9)

- 2,9 m/s

durchgeführt.

[9] Quelle: Google Maps 2024

Mit geringerer Windgeschwindigkeit steigt die Gefahr der Aufkonzentration von Gasmengen im Freiraum nach der Freisetzung. Eine Freisetzung der gesamten Gasmenge bei gleichzeitigem Vorhandensein von nahezu Windstille (1 m/s) und Inversionswetterlage würde zu höheren Ergebnissen führen, wäre jedoch hinsichtlich der sehr geringen Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens als exzeptioneller Störfall zu bewerten.

Weitere meteorologische Randbedingungen:

Zur quantitativen Abschätzung der Auswirkungen des Dennoch-Störfalls werden meteorologische Randbedingungen gewählt, welche mittlere Ausbreitungssituationen beschreiben.

- Umgebungstemperatur: 20 °C
- Witterung: kein Regen

Windrichtung:

Entsprechend der Aufgabenstellung soll eine windrichtungsunabhänige Begutachtung durchgeführt werden. Damit ist die Ermittlung eines Schutzradius in alle Richtungen möglich. Durch angrenzende Bebauungen können die ermittelten Entfernungen reduziert werden, da diese Bebauungen als Schutzbarriere dienen können, welche Auswirkungen einer Gasfreisetzung eindämmen.

Bodenrauhigkeit

Auch die Bodenrauhigkeit hat Einfluss auf die Ausbreitung der Gaswolke im Freiraum. Die Bodenrauigkeit beschreibt die allgemeine Ausbildung des Geländes und den Einfluss der Geländeausbildung auf die Turbulenz der Atmosphäre, welche wiederum die Verteilung der Gaswolke beeinflusst.

Die Bodenrauhigkeit wird als mittlere Rauhigkeitslänge für verschiedene Geländetypen gewählt. Es sind Mittelwerte von z_0=0,2 m bis z_0=1,2 m wählbar. Es ist notwendig diese Wahl an den tatsächlich vorhandenen örtlichen Begebenheiten anzupassen.

Mit Blick auf die Nachbarschaft sind, in östlicher Richtung innerbetriebliche Bebauungen und Stallungen angesiedelt. Diese Objekte können Strömungshindernisse erwarten lassen. Dies wäre mit der Bodenrauhigkeitsklasse von 3-4 zu berücksichtigen. In südlicher bis westlicher Richtungen ist das Gelände dagegen von ebenen, unbebauten Nutzflächen umgeben, welche keine Strömungshindernisse erwarten lassen. Diese Bedingungen wären durch die Bodenrauhigkeitsklasse von 2-3 ausgeprägt.

Da mit geringerer Bodenrauhigkeit die Ausbreitungsgebiete steigen, wird für zur konservativen Betrachtung unter Berücksichtigung dieser Einflüsse eine Bodenrauhigkeitsklasse nach VDI 3783-1 von:

- 2

gewählt. Dies entspricht der mittleren Bodenrauhigkeit von:

- z_0 = 0,2 m

Dies deckt ebenfalls die Ausbreitung in südlicher Richtung ab, da in diesen Richtungen ebenfalls geringere Ausbreitungsgebiete zu erwarten sind.

Quellhöhe

Die effektive Quellhöhe beschreibt die Höhendifferenz zwischen der Freisetzungsquelle und der Geländeoberkante der tangierten Fläche, auf welcher die Auswirkungen untersucht werden sollen. Für die hier betrachtete Anlage kann eine Quellhöhe von:

- 10,05 m üOK

festgestellt werden. Dies berücksichtigt die Behälteroberkannte von 10,05 m ohne eine wesentliche Erdeindeckung. (Quelle: Schnittzeichnung Gärrestspeicher Nr. 20 /U3/)

Quellparameter

(Gärrestspeicher Nr. 20)

- Max. Biogasvolumen:[10] ca. 19.391 m³
- Max. Biogasmenge: ca. 25.208 kg[11]
  - davon Biogasmasse in Dachhaube ca. 8.230 kg
  - davon Biogasmasse in Zylinder ca. 16.979 kg
- Behälterradius: 20,5 m

[10] Berechnet nach dem Berechnungsverfahren des UBA, mit Anpassungen um den Angaben des Herstellers entgegen zu kommen.

[11] Gemäß Entscheidung des Ausschusses der Ländergemeinschaft Immissionsschutz „AISV - Anlagenbezogener Immissionsschutz und Störfallvorsorge“ aus dem Jahr 2011 wird eine Dichte von 1,3 kg/m³ angenommen.

Beurteilungswerte toxischer Gefahren

Als Kriterium für die Bewertung toxischer Gefahren wird im Leitfaden KAS 18 /7/ die Verwendung des ERPG-2-Wertes zur Flächennutzungsplanung empfohlen, u.a. da die Expositionsdauer von einer Stunde für die Zielrichtung der Flächennutzungsplanung als ausreichend zu bewerten ist. Da eine Exposition jedoch auch bereits bei kürzerer Dauer unter einer Stunde zu Schädigungen führen kann, wird in dieser Auswirkungsanalyse zusätzlich der AEGL-Wert für 10 Minuten zur Beschreibung der für Menschen gefährlichen Gaskonzentrationen, bei deren Überschreitung mit irreversiblen Schäden zu rechnen ist, als Grenzschwelle dargestellt. Zudem wird im Bericht der Störfallkommission SFK-GS-28 das AEGL-Konzept als wissenschaftlich ausgewogener als das ERPG-Konzept bewertet.

Zu den AEGL-Werten sind drei Wirkungsstufen in den jeweiligen Expositionszeiträumen bekannt. In Stufe 1 sind Augen- und Nasenreizungen sowie Unwohlsein, aber nicht lebensbedrohende oder andauernde Wirkungen zu erwarten. Stufe 2 beschreibt schwerere und irreversible oder andere ernste Gesundheitsbeeinträchtigungen, zudem ist die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt. In der Stufe 3 können empfindliche Personen lebensbedrohende Gesundheitsschäden erleiden. Im Folgenden wird zur Beurteilung die Wirkungsstufe 2 für die Auswirkungsdauer von 10 Minuten (dem zur Folge: AEGL-2-Wert für 10 Minuten) herangezogen.

Stoffliche Randbedingungen – Schwefelwasserstoffanteil im Biogas:

Toxische Gefährdungen werden primär durch den im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoff (H_2S) als Bestandteil des freigesetzten Biogasvolumens abgeschätzt.

Entsprechend Abschnitt 1.4 des Leitfadens KAS 32 ist für Biogasanlagen, welche überwiegend mit nachwachsenden Rohstoffen betrieben werden als Schwefelwasserstoffgehalt im freigesetzten Biogas ein Wert von 5.000 ppm (0,5 Vol %) zur Berechnung anzusetzen, sofern keine Detailkenntnisse zur Biogaszusammensetzung vorliegen.

Zur Erlangung dieser Detailkenntnisse wurde durch den Betreiber eine vollständige Messreihe für den Zeitraum vom Zeitraum 18.08.2024 bis 20.09.2024 mit kontinuierlichen täglichen Messungen des Schwefelwasserstoffwertes übermittelt /U8/. Der Messpunkt lag nach Betreiberaussagen in der Biogasleitung vor dem Aktivkohlefilter. Die Werte wurden per Unterschrift durch den Betreiber beglaubigt.

Innerhalb dieser Messreihe bewegte sich der gemessene Wert zwischen 3 und 72 ppm. Das Erreichen eines solch geringen Wertes ist dadurch begründet, dass in der Biogasanlage Timphaus im Regelbetrieb die H2S-Bildung durch die biologische Entschwefelung innerhalb der Gärbehälter während des Fermentationsprozesses reduziert wird.

Ausgehend dieser Erkenntnisse und um eventuelle Messfehler oder Fehler in der Entschwefelung sowie schwankende Inputzusammensetzungen oder Witterungseinflüsse zu berücksichtigen, wird der höchste Messwert aus /U8/ mit einem Sicherheitsbeiwert beaufschlagt. Damit wird zur vorliegenden Untersuchung ein konservativ hoher Schwefelwasserstoff-Anteil im Rohbiogas von

- max. 1.000 ppm H_2S

herangezogen.

Dies stellt einen weit überhöhten Wert dar, deckt jedoch auch das Szenario eines möglichen, temporären Versagens der Entschwefelungsmaßnahmen ab und erfolgt in Konformität zum Leitfaden KAS 32 /8/.

Weitere stoffliche Parameter

- Der Methangehalt beträgt 55 Vol%.
- Der Gasüberdruck beträgt 5 mbar bei einer Temperatur von 20° C.

5 Berechnungen

5.1 Szenario1: Gasfreisetzung durch Dachhautleckagen

Im Folgenden werden die Explosions- und die toxischen Gefährdungen durch eine kontinuierliche Biogasfreisetzung aus einem größeren Leck an der Dachhaut des gasdichten Gärrestspeichers Nr. 20 untersucht. Dieser Behälter stellt das größte Gefahrenpotential auf dem Biogasanlagengelände dar.
Dabei wird angenommen, dass zunächst die Wetterschutzplane an dem Gärrestspeicher Nr. 20 versagt und anschließend die darunterliegende Gasspeicherhaube ohne Benennung der Ursache aufreißt und somit ein Leck verursacht. Auch ist nicht auszuschließen, dass die Dachhautbefestigung versagt und die Folien nicht mehr an der Behälterkrone halten kann, wodurch ein größerer Öffnungsquerschnitt freigegeben wird.
Es sei darauf hingewiesen, dass das Versagen beider Schutzfolien oder der Befestigung als ein sehr seltenes, aber schon eingetretenes Szenario angenommen werden muss. Dieses soll daher auch zur weiteren Untersuchung herangezogen werden.

Szenario 1:	Biogasfreisetzung durch eine größere Dachhautleckage an dem gasdichten Gärrestspeicher Nr. 20

Es wird angenommen, dass die Folienbefestigung der Wetterschutzplane sowie der darunterliegenden Gasspeicherhaube am Gärrestspeicher Nr. 20 ohne Benennung der Ursache versagt und somit ein Leck von der Dimension 3 m x 0,2 m verursacht.
Die Dimensionierung des Lecks entspricht den derzeit geltenden Anforderungen des Leitfadens der Kommission für Anlagensicherheit KAS-32 für Behälter mit einem Foliendach und wurde zur vorliegenden Untersuchung herangezogen.
Es wird von dem Freisetzungsszenario des Gärrestspeichers Nr. 20 ausgegangen. Das gleichzeitige Versagen von mehr als einem Gärbehälter wird nicht unterstellt. Die Betrachtung erfolgt Ursache-unabhängig, dennoch kann zum Beispiel Materialversagen oder das Versagen der Dachhautbefestigung verantwortlich gemacht werden. Weiterhin wird unterstellt, dass ein solches Leck nicht innerhalb kurzer Zeit durch das Betriebspersonal zu schließen ist, bevor sich das Biogas vollständig entleert hat.

Quelldimensionen (Gärrestspeicher Nr. 20)

- Es wird ein Riss angenommen mit den Abmaßen[12]:
  Länge 3 m und Breite 0,2 m
  Es handelt sich entsprechend der Richtlinie VDI 3783-1 somit um eine Flächenquelle. Da eine Quellkante mit 0,2 m kleiner als 1 m ist, geht die Richtlinie VDI 3783-1 an dieser Stelle von einer waagerechten Linienquelle aus (Xq=0; Zq=0).

- Freisetzungshöhe: 10,05 m üOK
  (Ausgehend von 10,05 m Zylinderhöhe ohne nenneswerte Erdeindeckung)[13]

berechneter Ausflussmassestrom

Der nach der Gleichung 1 (vgl. Abschnitt 4.3) berechnete Ausflussmassestrom beträgt bei einer Ausflussziffer von 1:

- 20,726 kg/s

als kontinuierlichen Massestrom aus dem beschriebenen Leck.

Setz man sich mit dem Aufbau des hier zu betrachtenden Gärrestspeichers Nr. 20 und den vorliegenden Stoffeigenschaften auseinander, so wird deutlich, dass der nach der Gleichung 1 (vgl. Abschnitt 4.3) berechnete Ausflussmassestrom nicht für den gesamten Zeitraum konstant bleiben wird, sondern mit dem einhergehenden Druckabbau abfallen würde. Es ist davon auszugehen, dass das Biogas aufgrund der Druckentspannung auf den Umgebungsdruck zunächst sehr schnell austritt[14] und nach erfolgter Druckentspannung im weiteren Verlauf mit einem geringeren Volumenstrom freigesetzt wird und sich in Windrichtung verteilt.
Dieser Zeitpunkt des erfolgten Druckabbaus ist unter Annahme einer isothermen Zustandsänderung eines idealen Gases erreicht, wenn 96 m³ bzw. 124 kg spontan freigesetzt wurden, bis sich der Druck auf Umgebungsdruck entspannt hat. Dieser Zeitpunkt wäre mit dem nach Gleichung 1 berechneten Massestrom bereits nach ca. 5 - 6 Sekunden nach Beginn der Freisetzung erreicht. Konservativ wird nun jedoch angenommen, dass der Austrittsstrom durch die Gewichtskraft der zusammenfallenden Dachhaube

[12] Entsprechend KAS 32
[13] Quelle: Schnittzeichnung /U3/
[14] In Annahme einer isothermen Zustandsänderung würde die Druckentspannung auf Umgebungsdruck innerhalb einer kürzeren Zeitdauer erfolgen.

unterstützt wird und dadurch der berechnete Ausflussmassestrom solange konstant bleibt, bis sich die Dachspeicherhaube vollständig entleert hat.
Wenn man anschließend unterstellt, dass die zurückbleibende Gasmenge des zylindrischen Behältermantels von ca. 16.979 kg, innerhalb eines Zeitfensters von 600 Sekunden[15] an die Umgebung freigesetzt wird, würde dies einen Auflussmassestrom von 28,3 kg/s für die Freisetzung des Zylinders ergeben und damit oberhalb des errechneten Freisetzungsstromes von 20,71 kg/s liegen. Aus physikalischen Gesichtspunkten ist es jedoch nicht herzuleiten, dass der Ausflussmassestrom bei Freisetzung der Dachhaube, welcher noch durch die Druckdifferenz und die Gewichtskraft der zusammenfallenden Folienhaube unterstützt wird, geringer wäre als der Ausflussmassestrom aus dem Zylindermantel, wobei die Öffnung am oberen Rand des Zylinders zu lokalisieren ist. Die Freisetzung des Zylindermantels ist zwar denkbar, dennoch würde dies in einem größeren Zeitfenster als 600 Sekunden erfolgen, da der drucklose Ausflussmassestrom um mehrere Faktoren geringer ist als der Ausflussmassestrom aus der Dachhaube. Aus konservativen Gesichtspunkten wird daher weiter angenommen, dass der Ausflussmassestrom aus dem Zylindermantel und der Foliendachhaube mit 20,71 kg/s gleich groß sind. Somit beträgt die Dauer der gesamten Freisetzung ca. 1.216 Sekunden.
Mit diesen Parametern erfolgt die Durchführung der Berechnung nach der Richtlinie VDI 3783-1. Der zur Berechnung ermittelte Quelltherm berücksichtigt neben den dargestellten Freisetzungsmassesträmen ebenfalls die Anfangsverdünnung durch die Quelldimension einer Linienquelle.

5.1.1 Ergebnisse für Explosionsgefährdungen im Szenario 1

Ergebnisse für Explosionsgefährdungen durch Biogasfreisetzung nach VDI 3783-1

Die im Folgenden illustrierten Darstellungen stellen die Ergebnisse der Berechnungen unter den genannten Randbedingungen dar. Die Ergebnisse der Berechnungen für die Explosionsgefährdungen durch Biogas (Erreichen der UEG) für die mittlere Ausbreitungssituation sind in der Abbildung 5 dargestellt.

Die Ausbreitung gilt in Windrichtung und unter Unterstellung einer ungehinderten Ausbreitung ohne Hindernisse in Richtung einer möglichst freien Fläche, um eine ungehinderte Ausbreitung zu simulieren und damit den größten Schutzradius zu bestimmen.

[15] Eine standardisierte Annahme von 600 Sekunden in Konvention mit den Leitfäden KAS 18 und KAS 32

Mögliche Strömungshindernisse wurden bereits durch die Wahl der Bodenrauhigkeitsklasse berücksichtigt.

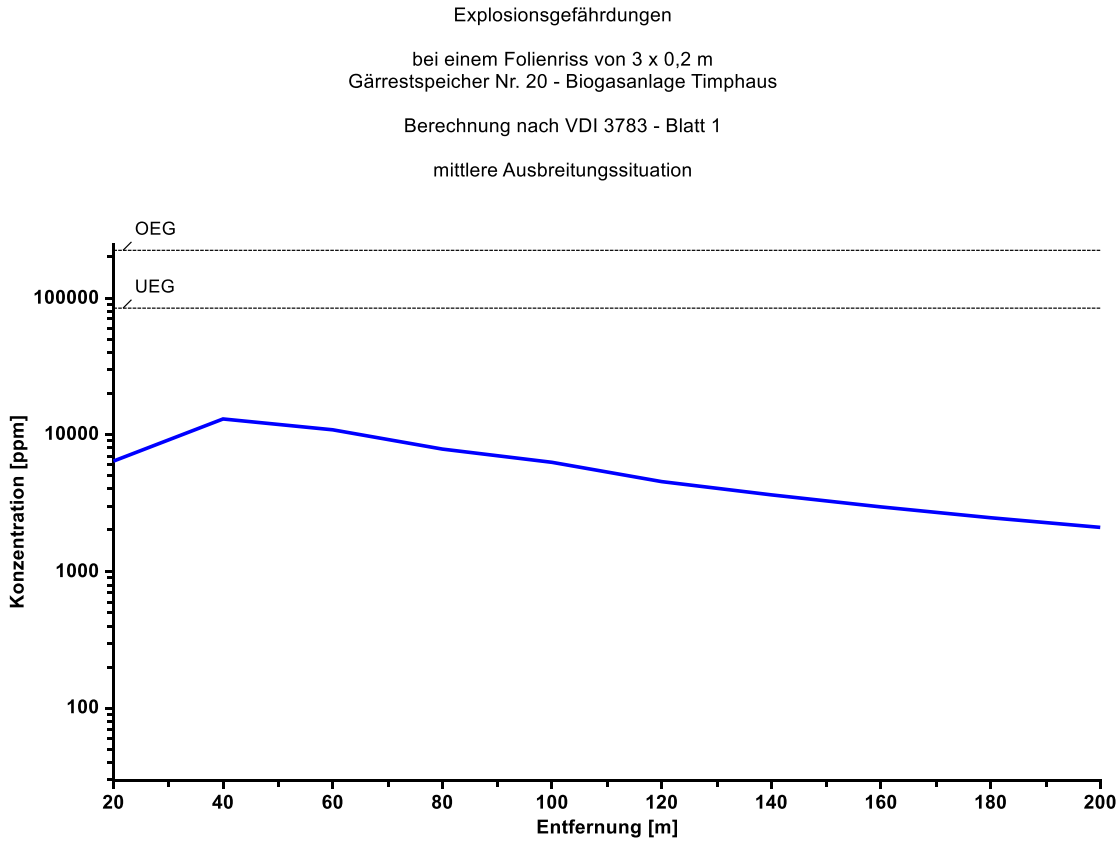


Abbildung 5: Zündfähigkeit in Entfernung von der Quelle (Gärrestspeicher Nr. 20)

Auswertung: Ausbreitung zündfähiger Atmosphäre

Die Berechnung nach der Richtlinie VDI 3783-1 hat ergeben, dass bei einer Freisetzung der maximalen Gasmenge aus dem Gärrestspeicher Nr. 20 aus einem Leck mit den beschriebenen Dimensionen, die UEG in Bodennähe bei Entfernungen < 20 m nicht erreicht wird. Es wird darauf hingewiesen, dass das Rechenmodell der VDI 3783 nicht für Nahbereiche geeignet ist und überschätzte Ergebnisse liefert. Daher wird die explosionsfähige Masse nach dem Lagrange`schem Partikelmodell, welches im Programmpaket AUSTALHaz umgesetzt wird, errechnet. Somit wurde eine maximale explosionsfähige Masse von 138 kg ermittelt, welche bei ca. 50 Sekunden nach Freisetzung erreicht wird. Die zündfähige Atmosphäre in Freisetzungshöhe wird aus Plausibilitätsgründen auf 20 m festgelegt.

Eine Zündung wäre nicht vollkommen auszuschließen. Die Folgen durch entstehende Explosionsüberdrücke bei einer Zündung werden in den folgenden Abschnitten ermittelt.

5.1.2 Ergebnisse für toxische Gefährdungen im Szenario 1

Ergebnisse für toxische Gefährdungen durch Biogasfreisetzung nach VDI 3783-1

Die toxischen Eigenschaften von Biogas werden primär durch den Schwefelwasserstoff (H_2S)-Anteil im freigesetzten Gasvolumen bestimmt. Daher sollen durch die folgende Ausbreitungsberechnung die Gefährdungsbereiche bestimmt werden, innerhalb derer irreversible gesundheitsschädliche Schädigungen von Personen angenommen werden müssen. Als Grenzwert für die toxischen Gefährdungen durch Schwefelwasserstoff wird der AEGL-2-Wert gewählt, welcher irreversible Schädigungen in einem Expositionszeitraum von 10 Minuten beschreibt.

In Konvention mit den Leitfäden KAS 18 und KAS 32 wird ebenfalls der ERPG-2-Wert dargestellt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass dieser Auswirkungen in einem Expositionszeitraum von >60 Minuten beschreibt. Eine Konzentration des Gases im Freiraum ist für diese Zeitdauer jedoch nicht zu erwarten.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die toxischen Gefährdungen durch H_2S als Bestandteil des größten freigesetzten Volumens von Biogas sind für die mittlere Ausbreitungssituation in der Abbildung 6 dargestellt.

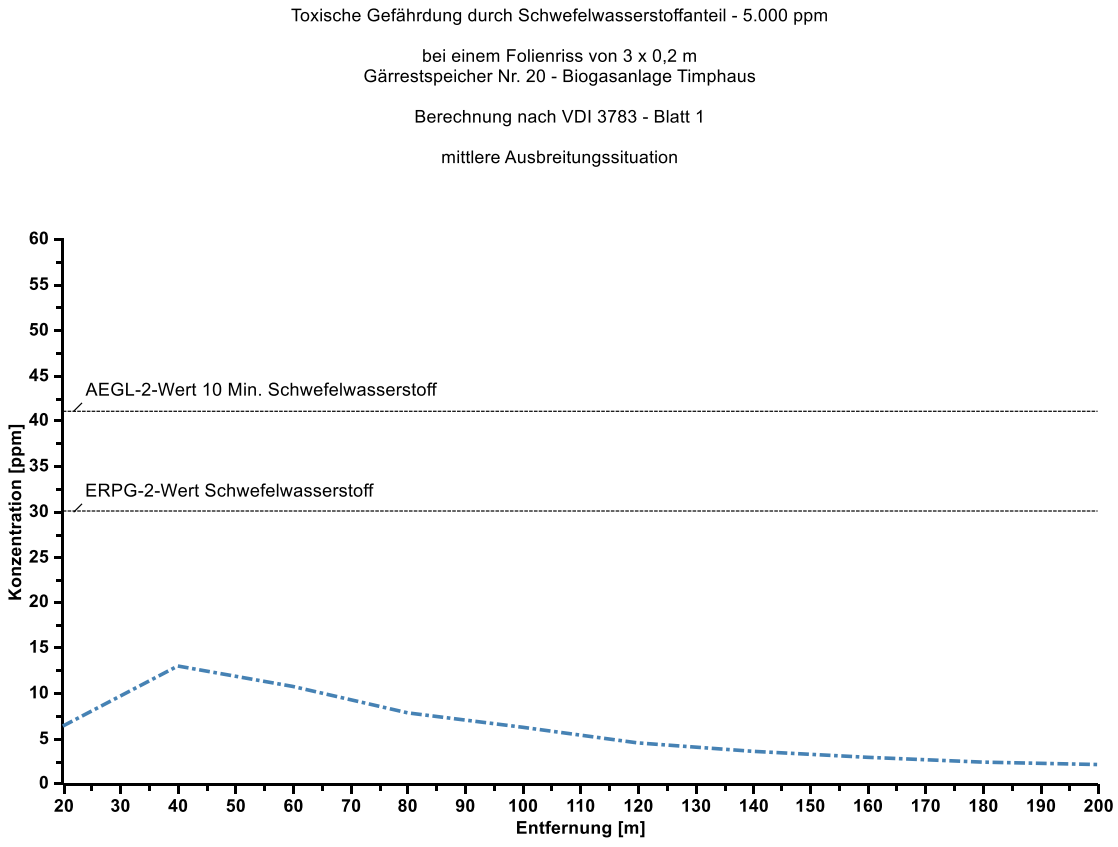


Abbildung 6: H2S-Konzentrationen in Entfernung von der Quelle (Gärrestspeicher Nr. 20)

Auswertung: Ausbreitung toxischer Atmosphäre

Als Ergebnis der Ausbreitungsberechnung wird festgestellt, dass unter den gegebenen Randbedingungen und der Verringerung der Schwefelwasserstoffwerte im Rohgas unterhalb von 1.000 ppm, sowohl der AEGL-2-Wert für eine Einwirkdauer von 10 Minuten, als auch der ERPG 2-Wert für 60 Minuten unterschritten werden.

Dies ist unter anderem auch darin begründet, dass die Freisetzungshöhe bei ca. 10 m üOK liegt und der Aufpunkt in Korrelation mit einem erwachsenen Menschen bei 2 m üOK (Kopfhöhe) festgelegt wurde. Das Gas wurde somit bereits vor Erreichen der Bodennähe hinreichend verdünnt. In höher gelegenen Bereichen können toxische Atmosphären oberhalb des AEGL-2-Wertes vorliegen.

5.2 Szenario 2: Zündung der Biogaswolke im Dennoch-Störfall

Die vorangegangenen Betrachtungen haben aufgezeigt, dass die untere Explosionsgrenze (UEG) im Bodenbereich nicht erreicht wird. Die explosionsfähige Masse wurde auf 138 kg berechnet. Konservativ kann angenommen werden, dass sich Gaskonzentrationen im Außenbereich hinter der Behälterwand aufkonzentrieren. Die Überschreitung der UEG in Freisetzungshöhe wird bei 20 m hinter der Behälterwand festgelegt.

Da Biogas primär als hochentzündlich einzustufen ist, werden im Folgenden die Folgen der Entzündung einer zuvor freigesetzten Gaskonzentration untersucht.

Szenario 2:	Zündung einer zusammenhängenden Biogaswolke im Freiraum

Ausgehend von einer wirksamen Zündung der freigesetzten Biogaswolke innerhalb der Explosionsgrenzen[16] kann eine Explosion der freigesetzten Biogasmenge unterstellt werden. Dabei ist der Begriff Explosion als Oberbegriff für eine Deflagration und eine Detonation zu verstehen.

[16] Wenn sich eine Wolke aus brennbarem Gas mit Luft zu einem brennbaren Gemisch mischt.

Da im vorliegenden Fall von einer unverdämmten Gaswolkenexplosion[17] auszugehen ist, wird in Verbindung mit dem Begriff Explosion eine Deflagration als schneller, unverdämmter Wolkenabbrand betrachtet.

Im Folgenden soll der hierdurch erzeugte Explosionsüberdruck und die Wärmestrahlungsauswirkung als primäre Auswirkungen ermittelt und untersucht werden. Dazu werden daher zunächst die Spitzenüberdrücke, welche bei Zündung der freigesetzten Biogaswolke möglich sind, berechnet und quantitativ dargestellt.

Zur Untersuchung des Ablaufes einer Gaswolkenexplosion wird das Multi-Energy-Modell nach TNO verwendet[18]. Die Berechnung der Explosionsüberdrücke wird mit dem Programm ProNuSs 9 durchgeführt, in welchem das genannte Modell implementiert ist.

TNO/Multi-Energy-Modell - Randbedingungen und Vorbetrachtungen

Gaswolken, welche wie in diesem Fall ursachenunabhängig explodieren, entwickeln im Freien nur sehr geringe Explosionsdrücke. Haupteinflussparameter ist der Grad der Turbulenz, der mit zunehmender Größe die Flammengeschwindigkeit und damit den Explosionsdruck ansteigen lässt. Diese Einflüsse der Turbulenz werden beim TNO-Modell durch die Wahl entsprechender Kategorien berücksichtigt, welche ansteigend von 1 bis 10 unterschiedliche Turbulenzgerade darstellen. Die Kategorie 1 hat einen geringen maximalen Explosionsüberdruck, während die Kategorie 10 eine starke Detonation beschreibt.

Die wesentliche Fragestellung zur Berechnung ist die Wahl einer zum Szenario korrespondierenden Kategorie. Zur Wahl der passenden Kategorie wird im ProNuSs-Handbuch /I3/ als Hilfestellung die Matrix von Kinsella angegeben. Darin können die vor Ort angefundenen Merkmale der Geländeausprägung in dem Merkmalen Zündenergie, Verblockung und Verdämmung berücksichtigt werden.

Zündungsenergie

Hoch: *Die Zündung der Gaswolke erfolgt durch eine sehr starke Zündquelle, wie z. B. eine Freistrahlzündung aus einem Gebäude heraus oder durch ein Behälterbersten infolge einer Primärexplosion.*

[17] Engl.: Unconfined Vapor Cloud Explosion (UVCE)

[18] Die Anwendung des TNT Modelles zur Untersuchung einer Zündung einer Gaswolke im Freiraum ist aus Sicht der Sachverständigen nicht geeignet. Das Modell nach Wiekema geht von einer Deflagration einer Schwergaswolke am Boden aus. Da es sich hier um eine Freisetzung einer dichteneutralen Gaswolke in Höhe handelt, welche auftretende Hindernisse berücksichtigen muss, ist aus Sicht der Sachverständigen das Multi-Energy-Modell zur Berechnung des Spitzenüberdruckes geeignet.

Gering: *Die Zündquelle ist ein Funken, eine Flamme, eine heiße Oberfläche usw.*

Verblockung

Hoch: *In der Gaswolke befinden sich dicht gepackte Hindernisse (Rohrleitungen, Behälter). Das gesamte Volumen der Hindernisse beträgt mehr als 30 % des Volumens im betrachteten Bereich. Die Abstände zwischen den Hindernissen betragen weniger als 3 m.*

Gering: *In der Gaswolke befinden sich Hindernisse (Rohrleitungen, Behälter). Das gesamte Volumen der Hindernisse ist geringer als 30 % des Volumens im betrachteten Bereich. Die Abstände zwischen den Hindernissen sind größer als 3 m.*

Keine: *In der Gaswolke befinden sich keine oder nur wenigen Hindernisse.*

Verdämmung

Hoch: *Die Gaswolke wird durch den Boden und auf zwei oder drei Seiten durch Wände begrenzt.*

Gering: *Die Gaswolke wird durch den Boden begrenzt und kann bei der Explosion nach allen Seiten expandieren.*

Die passende Kategorie wird somit anhand der örtlich gegebenen Parameter ausgewählt. Aufgrund der Gasfreisetzung aus dem Gärrestspeicher Nr. 20 in einer Höhe von ca. 8 m und den dem Sachverständigen bekannten Bebauungsplänen des Betriebsgeländes, ist bei der Modellrechnung generell nicht mit einer nennenswerten Verdämmung zu rechnen. Mit Blick auf die Nachbarschaft, sind im mittleren Umfeld keine Bebauungen anzufinden, welche eine nennenswerte Verdämmung erwarten lassen. Auch die Stallungen der benachbarten landwirtschaftlichen Anlage weisen eine ausreichende Entfernung auf, um keine nennenswerte Sekundärverdämmungen hervorzurufen.
Diese Faktoren werden bei der Wahl der korrespondierenden Kategorie in der Matrix von Kinsella berücksichtigt. Mit der Matrix von Kinsella als Hilfestellung, wird unter den drei Parametern geringer Zündenergie, geringe Verblockung und hohe Verdämmung die Kategorie 2 - 3 empfohlen. Konservativ wird die

- Kategorie 3

gewählt.

Ausgehend der Erkenntnis aus Szenario 1, dass die Biogasmenge nicht spontan, sondern innerhalb eines längeren Zeitfensters freigesetzt wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Verdünnung an den Wolkenrändern bereits weit fortgeschritten ist und sich einige Gasmengen im Randbereich der Biogaswolke bereits unterhalb der UEG verdünnt haben. Daher wird ein großer Teil der Gasmenge nicht mehr an der Entzündung teilnehmen. Dies wird im Berechnungsprogramm ProNuSs v9 zur Ermittlung der explosionsfähigen Masse berücksichtigt. Es wurde eine maximale explosionsfähige Masse von 138 kg nach 120 Sekunden ermittelt. Die explosionsfähige Masse wird in der vorliegenden Berechnung mit dem Faktor 2 multipliziert, um einen hinreichenden Sicherheitsbeiwert zu erreichen.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Explosionsdruckberechnung

Es werden die analogen Randbedingungen wie in den vorherigen Berechnungen angewendet, jedoch mit folgender Ergänzung:

Quellparameter

(Gärrestspeicher Nr. 20)

- explosionsfähige Masse (mit Faktor 2): ca. 276 kg [19]
- Wolkendurchmesser (in Austrittshöhe) ca. 20 m

Eingabeparameter TNO/Multi-Energy-Modell

- Kategorie: 3

Zur Berechnung wird mit dem Programm ProNuSs v9 für ein Gasgemisch, bestehend aus 55 % Methan und ca. 45 % Kohlendioxid, unter Berücksichtigung der vorhergegangenen Ergebnisse eine Ausbreitungsberechnung vorgenommen.

5.2.1 Ergebnisse der Explosionsdruckberechnung im Szenario 2

Die folgenden Abstandsangaben beziehen sich auf den Abstand vom Rand eines der freigesetzten Gärrestspeicher Nr. 20 und berücksichtigen die Drift der Gaswolke. Das

[19] Ergebnis der Berechnung aus Szenario 1

Berechnungsverfahren konstatiert eine Zündung im Mittelpunkt der Wolke. Die berechneten Entfernungsangaben sind auf die Freisetzungsquelle zurückgerechnet und stellen somit den Abstand zur Freisetzungsquelle dar.
Zusammenfassend ist der Explosionsdruckverlauf als Funktion über der Entfernung vom Behälterrand in der Abbildung 8 dargestellt.

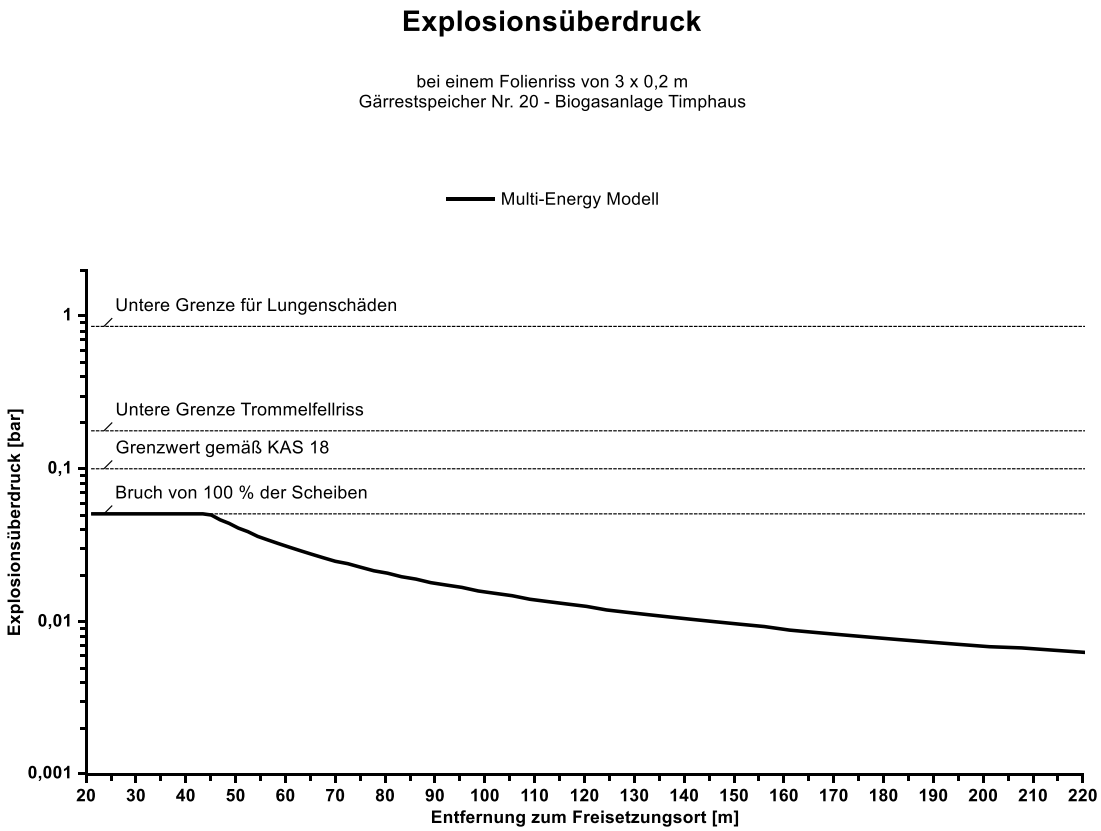


Abbildung 7: Explosionsüberdrücke – ausgehend Gärrestspeicher Nr. 20

Bewertung möglicher Auswirkungen durch Explosionsdruck

Folgende Schadensbilder sind dem Programm-Handbuch /I3/ entnommen und basieren auf Forschungsberichten des Umweltbundesamtes (UBA) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Tabelle 2: Glasschäden

Glasschäden		
Bruch von 100 % der Scheiben	0,05 bar	ca. 44 m

Tabelle 3: Personenschäden

Personenschäden		
Grenzwert gemäß KAS 18	0,1 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze Trommelfellriss	0,175 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze für Lungenschäden	0,85 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze für ernste Lungenschäden	1,85 bar	Nicht erreicht
Untere Letalitätsgrenze	2,05 bar	Nicht erreicht

Nach einer angenommenen Zündung liegt die maximale Entfernung für Glasschäden bei ca. 44 m. Der Toleranzbelastungswert für Spitzenüberdrücke ist gemäß dem Leitfaden KAS 18 /7/ mit 0,1 bar definiert und wird in diesem Fall nicht erreicht.

Es ist zu erwähnen, dass die Berechnung konservativ davon ausgeht, dass die Zündung des freigesetzten Biogases zu einem Zeitpunkt erfolgt, an dem die gesamte Menge freigesetzt wurde. Real ist jedoch mit einer Zündung vor Erreichen der maximalen Freisetzung zu rechnen, da sich dieser Prozess in einem längeren Zeitraum erstreckt.

Außerbetriebliche schutzbedürftige Objekte sind nicht signifikant oberhalb des Toleranzbelastungswertes von 0,1 bar gefährdet. Damit sind im aktuellen Planungsstand nur innerbetriebliche Bereiche tangiert. Diese Aussage kann auch auf die übrigen Behälter übertragen werden.
Weiter wird darauf hingewiesen, dass dieses Szenario sehr konservativ ungünstige Randbedingungen unterstellt, welche zudem gleichzeitig eintreten müssen (Windrichtung, geringe Windgeschwindigkeit). Von Trümmerflug ist nicht auszugehen, da es sich um eine unverdämmte Deflagration handelt und im unmittelbaren Umfeld keine losen Gegenstände anzufinden sind, welche nennenswerte Trümmer erwarten lassen.
Die berechneten Werte gelten für den ungehinderten Wirkungsweg zwischen Donator und Akzeptor. Durch natürliche sowie künstliche Hindernisse wie z.B. Wälle, Wände o.ä. können diese Werte abgeschwächt werden.

5.2.2 Ergebnisse der Wärmestrahlungsauswirkungen durch Zündung der Biogaswolke im Szenario 2

Der Abbrand der Gaswolke hat ebenfalls zur Folge, dass auch Wärmeeinstrahlungen entstehen, welche ungeschützte Objekte negativ beeinflussen könnten. Daher werden die Wärmeeinstrahlungen in Folge einer Zündung der Gaswolke im maximalen Ausmaße im Folgenden prognostiziert. Konservativ wird angenommen, dass eine Verschwächung der Strahlung durch Rußbildung ausgeschlossen ist. Die Berechnungen wurden mit dem Programm ProNuSs 9 durchgeführt.
Unter Berücksichtigung der real vorkommenden Gegebenheiten sind zwei Berechnungsmodelle anzuwenden:

- Modell *Gaswolkenbrand*
- Modell *Wärmestrahlung - Ebene Flamme über Erdgleiche*

Für beide Modelle wird als Randbedingung die Strahlungsintensität des abbrennenden Gases verwendet. Für Biogas (bzw. Methan) ist diese Strahlungsintensität bei ca. 200 kW/m² anzusetzen (Quelle: Chamberlain[20] und ProNuSs Handbuch /I3/).

Stoffparameter

- Strahlungsintensität: 200 kW/m²

Umgebungsparameter

- Rel. Luftfeuchtigkeit: 75%[21]
- Umgebungstemperatur: 20°C

[20] G. A. Chamberlain. Development in design methods for prediction thermal radiation from flares. Chem. Eng. Res. Des. Vol. 65 (1987)

[21] Konservativer Mittelwert ausgehend der Informationen des DWD mit Niedrigwerten bei 70-71% und Höchstwerten bei 88%. Jahresmittel liegt bei 79-81% / https://www.dwd.de/EN/ourservices/pbfb_verlag_berichte/pdf_einzelbaende/164_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3 /

Berechnung im Modell *Gaswolkenbrand*

Im Modell Gaswolkenbrand wird berechnet, wenn die freigesetzte Gaswolke entzündet wird und mit der gegebenen Flammengeschwindigkeit abbrennt. Dabei wird die ellipsenförmige Gaswolke (vgl. Szenario 1) zur Berechnung als liegender Zylinder angenähert. Folgende Abmaße der Wolke resultieren aus Szenario 2:

Modellparameter

(Gärrestspeicher Nr. 20)

- Gaswolkenlänge: ca. 20 m
- Gaswolkendurchmesser: ca. 3,7 m
- Höhe der Wolkenmittellinie über Boden: ca. 10 m

Die Gaswolkenlänge entspricht hierbei der im Szenario 1 berechneten Länge der zündfähigen Atmosphäre in Freisetzungshöhe. Der Gaswolkendurchmesser berechnet sich ebenfalls aus den Erkenntnissen des Szenarios 1, in welchem die zündfähige Masse mit 138 kg ermittelt wurde. Analog zur Explosionsdruckberechnung wird dieser Wert mit dem Sicherheitsfaktor 2 belegt, um einen hinreichenden Sicherheitsbeiwert zu erreichen. Bei einer angenommenen Gasdichte von 1,3 kg/m³ ergibt dies ein zusammenhängendes zündfähiges Gasvolumen von 212 m³. Aus der geometrischen Berechnung wird daraus der Wolkendurchmesser errechnet.

Nach der Entzündung der Gaswolke ist die Branddauer abhängig von den Flammengeschwindigkeiten des abbrennenden Gases. Aus verschiedenen Literaturquellen[22] sind Flammengeschwindigkeiten für LNG (verflüssigtes Methan) zu entnehmen. Diese Stoffwerte können in Näherung für Biogas (hier ca. 55 % Methan) herangezogen werden. Entsprechend diesen Literaturquellen sind Flammengeschwindigkeiten zwischen 6 m/s und 24 m/s ohne nennenswerte Hindernisse bekannt. Konservativ wird an dieser Stelle von dem geringsten Wert von 6 m/s ausgegangen. Damit wäre die freigesetzte Biogaswolke nach maximal ca. 2 - 3 Sekunden vollständig abgebrannt.

Berechnung im Modell *Wärmestrahlung - Ebene Flamme über Erdgleiche*

In diesem Modell wird angenommen, dass sich das nachströmende Gas aus dem Riss der Dachhaut nach der Entzündung einen stationären Zustand einnimmt und eine für die Dauer der Freisetzung eine Flamme mit annähernd konstanten Abmaßen ausbildet. Dabei wird im Modell die Wärmestrahlung ausgehend der Flammenfläche als strahlender

[22] P.A. Rodean, u.a.: Vapour Burn Analysis for the Coyote Series LNG Spill Experiments. Lawrence Livermore National Laboratory. UCRL-53530. (1984)

Körper berechnet. Zur Dimensionierung der Flamme werden die Abmaße der Wolke aus Szenario 1 herangezogen. Dabei wird von einer nach oben gerichteten Flamme ausgegangen, was einer realitätsnahen Annahme entspricht.

Modellparameter

(Gärrestspeicher Nr. 20)

- Höhe der strahlenden Fläche: 30 m
- Breite der strahlenden Fläche: 3 m
- Höhe der Unterkante der strahlenden Fläche: 10 m

Die Höhe der strahlenden Fläche entspricht der Gaswolkenlänge als Ergebnis aus dem Szenario, welche in diesem Fall nach oben gerichtet ist, addiert mit der Höhe der Behälterwandung. Die Breite der strahlenden Fläche entspricht der hier angenommenen Rissdimension, welche auch im Szenario zur Anwendung kam und KAS 32 konform ist (hier 3 m). Die Höhe der Unterkante der strahlenden Fläche entspricht der Höhe der Behälterwandung.

Ergebnisse

Abbildung 9 zeigt die maximale Bestrahlungsstärke ohne Hindernisse in 1 m Höhe über dem Boden im Modell *Gaswolkenbrand*. Es wird unter erschwerten Bedingungen davon ausgegangen, dass die bestrahlte Fläche/das exponierte Objekt in der Windrichtung (in Lee) befindet und somit mit der größtmöglichen Wärmestrahlung ausgesetzt ist. Die berechneten Entfernungsangaben sind auf die Freisetzungsquelle zurückgerechnet und stellen somit den Abstand zur Freisetzungsquelle dar.

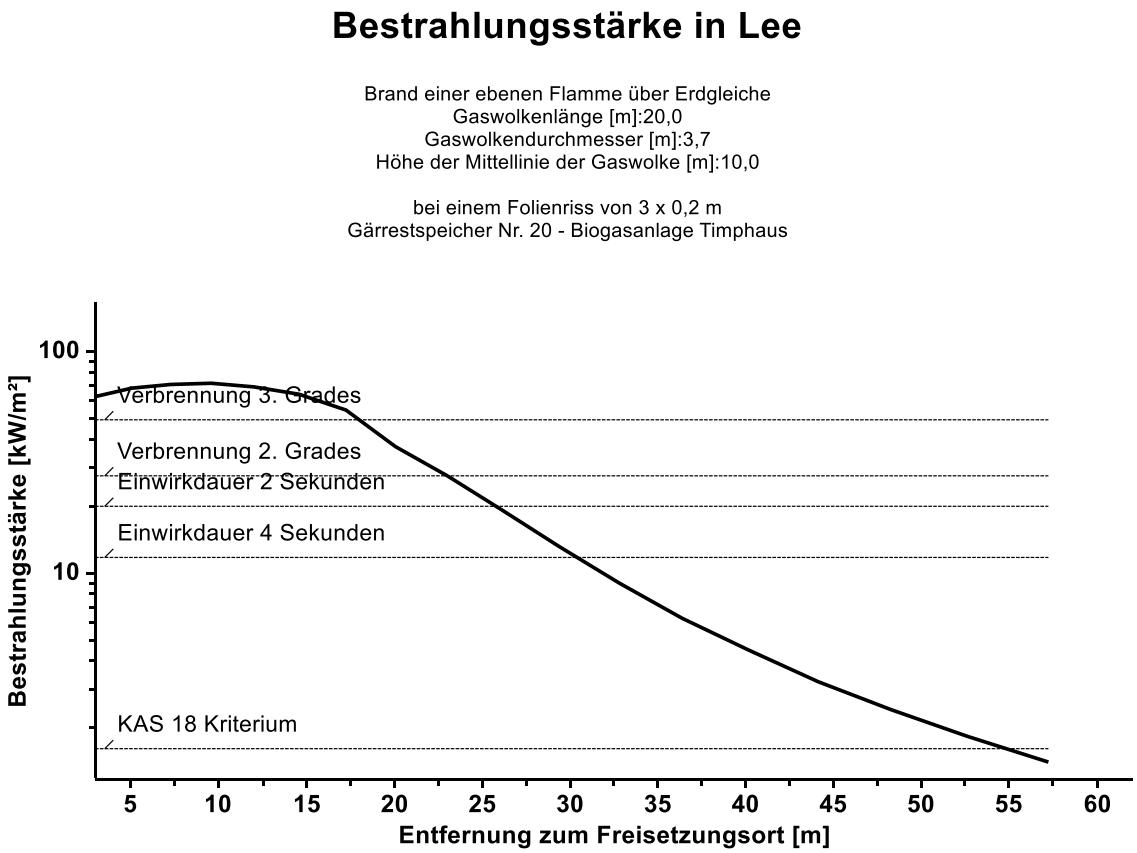


Abbildung 8: Wärmestrahlung ausgehend der Quelle – Gärrestspeicher Nr. 20 - Modell *Gaswolkenbrand*

Abbildung 10 zeigt die maximale Bestrahlungsstärke ohne Hindernisse in 1 m Höhe über dem Boden im Modell *Wärmestrahlung - Ebene Flamme über Erdgleiche* für den Gärrestspeicher Nr. 20. Die berechneten Entfernungsangaben sind auf die Freisetzungsquelle zurückgerechnet und stellen somit den Abstand zur Freisetzungsquelle dar.

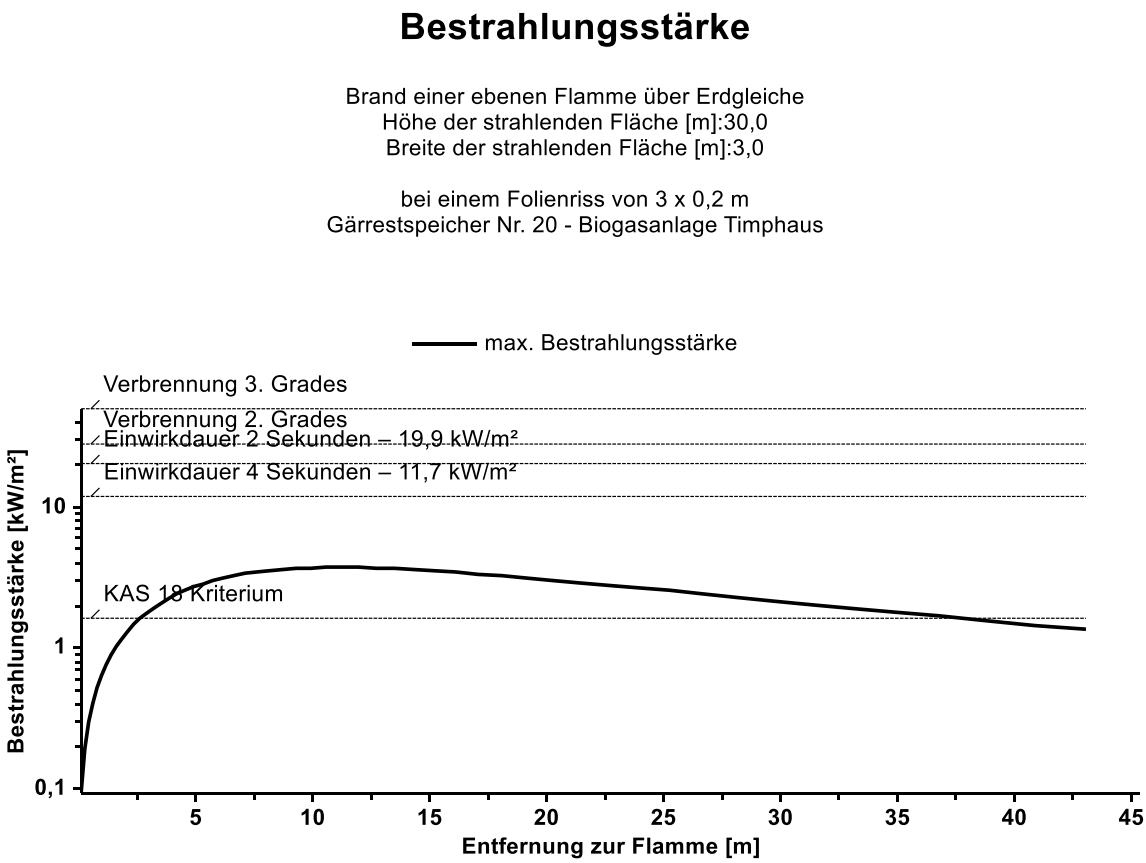


Abbildung 9: Wärmestrahlung ausgehend der Quelle – Gärrestspeicher Nr. 20- Modell *Ebene Flamme über Erdgleiche*

Der Leitfaden KAS 18 /7/ der Kommission für Anlagensicherheit empfiehlt eine Bestrahlungsstärke von 1,6 kW/m² als Grenze für nachteilige Wirkungen. Dieser Wert gilt für Brände mit beliebig langen Einwirkzeiten und wäre bei dem *Gaswolkenbrand*-Modell bei dem Gärrestspeicher Nr. 20 bei ca. < 55 m erreicht. Dieser Grenzwert gilt für Brände mit einer unbestimmt langen Branddauer und ist daher auf längere Einwirkzeiten[23] anzusetzen.

Jedoch ist bei der Untersuchung von Wärmestrahlungsauswirkungen die Branddauer bzw. Dauer der Strahlungseinwirkung zu berücksichtigen. Wie bereits erwähnt ist beidem Model einer abbrennenden Gaswolke (*Gaswolkenbrand*) nur mit einer kurzen

[23] z.B.: Brand eines Tanklagers etc.

Branddauer zu rechnen. Damit ist das Gaswolkenbrandmodell nicht geeignet um das Kriterium nach KAS 18 zu ermitteln. Dagegen kann bei dem Modell einer *ebenen Flamme* davon ausgegangen werden, dass sich die Flamme aufgrund des nachströmenden Gases aus dem beschriebenen Leck für den Zeitraum der Freisetzung aufrecht erhält. In diesem Modell wurde der KAS 18 Wert von 1,6 kW/m² für den Gärrestspeicher Nr. 20 bei bis zu 38 m überschritten.

Aus reellen Brandversuchen, welche im Merkblatt M-001 des Fachverbandes Biogas dokumentiert wurden ist bekannt, dass eine Flamme bei Abbrand des freiwerdenden Gases für eine längere Zeitdauer erhalten bleiben könnte. Jedoch wird die Ausdehnung der Flamme direkt nach der Zündung verringert bis ein stationärer Zustand eintritt, welcher durch das nachströmende Gas konstant gehalten wird. Dieser stationäre Zustand ist in seiner Ausdehnung um ein vielfaches geringer als vor der Zündung. Dabei handelt es sich um eine relativ kleine, nach oben gerichtete Flamme, deren Wärmestrahlung aufgrund der geringen Ausdehnung nicht zu größeren Auswirkungen führt. Damit ist die hier durchgeführte Betrachtung als sehr konservativ zu bewerten.

Folgende Tabelle stellt die errechneten Werte dar. Dabei wird auch das Erreichen der Schmerzgrenze ungeschützter Personen in Abhängigkeit der Strahlungsdauer und die Möglichkeit von Verbrennungen 2. und 3. Grades untersucht. Diese Werte wurden dem Leitfaden KAS 18 entnommen.

Tabelle 4: Wärmestrahlungswerte – Gärrestspeicher Nr. 20

Modell	**Gaswolken-brand**	**Ebene Flamme**
KAS 18 Kriterium		
1,6 kW/m²	Nicht erreicht (zu geringe Einwirkdauer)	ca. < 38 m
Erreichen der Schmerzgrenze		
Einwirkdauer 4 Sekunden – 11,7 kW/m²	ca. < 31 m	Nicht erreicht
Einwirkdauer 2 Sekunden - 19,9 kW/m²	ca. < 26 m	Nicht erreicht
Verbrennung 2. Grades - 27,4 bis 32,9 kW/m²	ca. < 23 m	Nicht erreicht
Verbrennung 3. Grades - 49 bis 64,5 kW/m²	ca. < 18 m	Nicht erreicht

Das Modell einer Freistrahlflamme mit längerer Abbrenndauer kann in diesem Fall nicht angewendet werden, da dieses einen Freistrahl voraussetzt, dessen Berechnung wiederum nach dem Freistrahlmodell zu konservative Ergebnisse, da die Außenturbulenz

der Anströmung und die damit eine zu geringe Einmischung von Luft in den Strahl nicht berücksichtigt wird. (Vgl. Abschnitt 4.2). Dies wurde durch die empirischen Untersuchungen der BAM[24], welche im Artikel „Ausflussziffer und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen“ in der „Technische Sicherheit“ Bd. 9 (2019), veröffentlicht wurden, bestätigt. Demnach bildet sich in maßstabsgetreuen, experimentellen Versuchen keine horizontale Freistrahlflamme aus, sondern ein auftriebsdomierte, senkrechte Flamme.

Grenzwerte für gesundheitlich schädigende Auswirkungen bzw. Verbrennungsgrade für die hier vorliegende kurze Einwirkdauer liegen nicht vor bzw. konnten der Literatur nicht entnommen werden. Die Sachverständigen weisen jedoch darauf hin, dass mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit mit schwerwiegenden Einwirkungen innerhalb kürzester Zeit gerechnet werden muss, wenn sich das exponierte Objekt zum Zeitpunkt der wirksamen Zündung innerhalb der Wolke, dessen Rand durch die Unterschreitung der UEG gekennzeichnet ist, aufhält.

Mit dieser Betrachtung erreichen die kritischen Wärmestrahlungsgrenzwerte keine schutzbedürftigen Bebauungen gemäß §50 BImSchG.

[24] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

6 Schlussfolgerungen

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die zu erwartenden Auswirkungen von Dennoch-Störfällen unter den beschriebenen Szenarien untersucht.
Diese Auswirkungen lassen sich unter den beschriebenen Randbedingungen wie folgt quantifizieren:

Störfallauswirkung	
- Szenario 1: Dachhautleckage (Riss 3 m x 0,2 m)	
- Zündwillige Atmosphäre - Überschreiten der UEG	
- in Bodennähe	nicht erreicht
- in Austrittshöhe	ca. 20 m
- Toxische Atmosphäre - AEGL-2-Wert für 10 Minuten	im Bodenbereich nicht erreicht
- Toxische Atmosphäre - ERPG-2-Wert für 60 Minuten	im Bodenbereich nicht erreicht
- Szenario 2: Zündung im Freiraum bei Freisetzung	
- Gefährdung durch Explosionsdruck (Kategorie 3)	
- Grenzwert nach KAS 18 (Personenschäden)	nicht erreicht
- Untere Grenze Trommelfellriss	nicht erreicht
- Glasbruch bei Zündung im Freiraum:	ca. 44 m
- Gefährdung durch Wärmestrahlung:	
- Grenzwert gemäß KAS 18 (Modell: Ebene Flamme)	ca. 38 m
- Schmerzen bei 4 Sekunden Branddauer:	ca. 31 m
- Schmerzen bei 2 Sekunden Branddauer:	ca. 26 m
- Verbrennung 2. Grades	ca. 23 m
- Verbrennung 3. Grades	ca. 18 m

Die dargestellten Abstandsangaben sind ausgehend Freisetzung des Gärrestspeichers Nr. 20 berechnet. Diese Behälter weist das größte Störfallpotential auf der Biogasanlage Timphaus auf. Damit sind hier auch die größten Abstände zu erwarten. Es kann empfohlen werden diese Radien auf alle gasdichten Behälter mit Foliendachabdeckung anzuwenden, um eine abschließende Betrachtung zu erreichen.

Nach Auswertung der Ergebnisse der untersuchten Szenarien mit ungünstigen Annahmen, kann zusammenfassend festgestellt werden, dass sich im aktuellen Planungsstand unabhängig von der Windrichtung, keine schutzbedürftigen Gebiete im Sinne des § 50

Satz 1 BImSchG sowie Leitfaden KAS 18 /7/ innerhalb einer zündfähigen und toxischen Atmosphäre oberhalb des ERPG-2-Wertes für 60 Minuten angesiedelt sind. Auch bei Übertragung der Ergebnisse des untersuchten Gärrestspeichers Nr. 20 auf den Fermenter, kann die gleiche Aussage getroffen werden. Die Möglichkeit eines Glasbruches unterhalb von 0,1 bar ist nicht als genehmigungsrelevant einzustufen.
Es wird darauf hingewiesen, dass hinsichtlich der Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände im Sinne § 3 Abs. 5c) BImSchG im Genehmigungsverfahren die Abstandskriterien gemäß Leitfaden KAS 18 anzusetzen sind. Diese sind für den Explosionsdruck bei 0,1 bar, für die Wärmestrahlung bei 1,6 kW/m² oder für toxische Auswirkungen bei dem ERPG-2-Wert für 60 Minuten festgelegt. In diesem Fall beträgt die größte Abstandsberechnung 38 m bis zum Unterschreiten des Grenzwertes von 1,6 kW/m² als Akzeptanzkriterium für die Wärmestrahlung.

- Der Sachverständige empfiehlt die Festlegung eines angemessenen Sicherheitsabstandes bei 50 m bedingt durch die Überschreitung des KAS 18 Kriteriums für Wärmestrahlungswerte von 1,6 kW/m².

Dieser Sicherheitsabstand gilt nur für heranrückende Neuansiedlungen und kann von jedem gasdichten Gärbehälter mit Foliendach, oder von der Anlagengrenze aus bemessen werden. Die vom Sachverständigen vorgelegte Empfehlung gilt nicht abschließend in der Entscheidung, sondern ist im Sinne des Leitfadens KAS 18, Abs. 3.2 als eine Orientierungshilfe für die Behörden mit Entscheidungsbefugnis zu verstehen:

> *„Das Gutachten sollte schlüssige, nachvollziehbare und bewertbare Aussagen enthalten, um die Behörden in die Lage zu versetzen, im Rahmen der vorzunehmenden Abwägung einen angemessenen Abstand I S. d § 50 Satz 1 BImSchG festsetzen zu können."*

Zudem gilt dieser ermittelte Sicherheitsabstand nur in der aktuellen Anlagenspezifikation. Sollten sich die technische Anlagenspezifikation hinsichtlich der möglichen Errichtung neuer gasdichter Gärbehälter mit größerem Gasvolumen, der Vergrößerung der Dachspeicherhaube mit höherem Gasvolumen, der Änderung der Folienbefestigung zu einem Klemmschlauchsystem oder der Änderung der Inputstoffe zu reiner Kofermentation, signifikant ändern, ist der oben genannte Sicherheitsabstand rechnerisch neu zu bewerten.
Es wird darauf hingewiesen, dass die hier herangezogenen Szenarien in Konvention mit den im Abschnitt 3.2 des Leitfadens KAS 18 /7/ beschriebenen Randbedingungen

stehen. Damit sind diese Szenarien entsprechend KAS 18 Abschnitt 2.2.2 /7/ über Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen nach BImSchG hinaus, auch zur Bauleitplanung anwendbar.

Zu den Berechnungsergebnissen ist zusätzlich zu erwähnen, dass diese als sehr konservativ zu betrachten sind. Dies wird auch durch die Annahmen nach Kapitel 3.2 des Leitfadens KAS 18 /7/ unterstützt, wonach der Verlust des gesamten Stoffinventars und der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen bei Szenarien zum land-use-planing nicht zu berücksichtigen sind, da diese Szenarien bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik als zu unwahrscheinlich angenommen werden.

Dipl.-Ing. (FH) Zöfel
nach § 29b BImSchG
bekanntgegebener Sachverständiger
der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

6.2.3 Information der Öffentlichkeit

Gemäß § 8a der 12. BImSchV werden die Angaben nach Anhang V Teil 1 der Öffentlichkeit auf elektronischem Wege dauerhaft zugänglich gemacht.

Die Information der Öffentlichkeit wird spätestens einen Monat vor Inbetriebnahme des geänderten Betriebsbereichs über ein Anlagenregister im Internet erfolgen. Der Link zum Anlagenregister wird der Genehmigungs- und Überwachungsbehörde nach Aktualisierung bzw. Eintragung im Anlagenregister mitgeteilt.

6.2.4 Interner betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan

Für den Betriebsbereich der Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG liegt ein interner Alarm- und Gefahrenabwehrplan vor, in dem für die Ereignisse, die eine Gefahrensituation darstellen, die zu alarmierenden externen und internen Stellen sowie die vom Personal zu ergreifenden Maßnahmen festgelegt sind. Im aktuellen Falle einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes bzw. eines Störfalles stellen diese Festlegungen eine Leitlinie dar.

Für alle festgelegten Vorgehensweisen sind die Verantwortlichkeiten und Weisungsbefugnisse im Alarm- und Gefahrenabwehrplan festgelegt. Das Verhalten in Störfallsituationen wird in Betriebsanweisungen festgelegt. Der Alarm- und Gefahrenabwehrplan ist vor Ort verfügbar. Ebenso hängen Alarmpläne mit den Kontaktdaten der zu informierenden Personen bzw. Rettungsstellen auf dem Betriebsgelände aus. Flucht-, Rettungs- und Angriffswegen sind auf dem Anlagengelände ausreichend dimensioniert.

Der Alarm- und Gefahrenabwehrplan wird im Rahmen der Erweiterung aktualisiert und der Genehmigungs- und Überwachungsbehörde spätestens zur Inbetriebnahme vorgelegt.

Der interne Alarm- und Gefahrenabwehrplan wird stets aktuell gehalten und bei Änderung, mindestens jedoch alle 3 Jahre auf Aktualität geprüft. Dies wird im Alarm- und Gefahrenabwehrplan festgeschrieben.

6.4 Vorgesehene Maßnahmen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor sonstigen Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen

Anlagen:

- 6.4.1 Erfüllung der Anforderungen der TRAS 120.doc

6.4.1 Erfüllung der Anforderungen der TRAS 120 im Hinblick auf das geplante Tragluftdach des neuen Gärrestspeichers

Allgemeines

Die TRAS 120 „Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen“ der Kommission für Anlagensicherheit beinhaltet die sicherheitstechnischen Anforderungen, die neben den Anforderungen an einzelne Apparate oder Maschinen einen störungsfreien Betrieb der gesamten Anlagen ermöglichen sollen. Die TRAS 120 stellt den Stand der Technik und den Stand der Sicherheitstechnik dar.

Bei beim Betrieb des neuen Tragluftdaches sowie bei der Ausführung des zugehörigen Membransystem werden die Inhalte der TRAS 120 als Erkenntnisquelle herangezogen. Die Art und Weise der Umsetzung der für den hier geplanten Tausch der vorhandenen Flexo-Dächer durch Tragluftdächer und für die Membransysteme zu berücksichtigenden relevanten Anforderungen der TRAS 120, Kapitel 3.5 (Membransysteme, Gasspeicher) sind nachfolgend dargestellt.

Kapitel 3.5.1 - Allgemeine Anforderungen an Membransysteme

(1) Planung, Auslegung, Herstellung, Errichtung und Inbetriebnahme

Seitens des Dachherstellers wird eine Statik vorgelegt. Die Dachstatik erfolgt unter Berücksichtigung der DIN EN 1190, der DIN EN 1191-1-3 inkl. nationalem Anhang und der DIN EN 1191-1-4 inkl. nationalem Anhang. Die genannten Regelwerke sind als technische Baubestimmungen eingeführt und verbindlich. Über die Berücksichtigung der weiteren Regelwerke trifft die Statik keine Aussage. Angaben zur Berücksichtigung der TRAS 320 folgen im weiteren Verlauf.

(2) Materialien der Membransysteme

Für das Membransystem und die Membranen liegen ein Produktdatenblatt und technische Datenblätter der Membranen vor, die dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt sind. Die dargestellten Eigenschaften der vorgesehenen Folien lassen erwarten, dass die Materialien des gewählten Membransystems den mechanischen, chemischen und thermischen Belastungen für den Einsatz in einer Biogasanlage innerhalb der zu erwartenden Standzeit standhalten. Der Hersteller sichert eine Garantiezeit zu.

(3) Temperatur- und UV-Beständigkeit der Materialien

Für das Membransystem und die Membranen liegen ein Produktdatenblatt und technische Datenblätter der Membranen vor, die dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt sind.
Die Temperaturbeständigkeit der Membranen beträgt laut Produktdatenblatt - 30° C bis + 70° C und entspricht somit den Anforderungen der TRAS 120.
Laut Produktdatenblatt des Herstellers ist das Membransystem UV-beständig. Die TRAS 120 verweist unter 3.5.1 (10) auf das Gutachten *„Beschreibung des Standes der Technik und der Sicherheitstechnik für Membransysteme von Biogasanlagen (Juni 2017)“*, in dem unter Kapitel 6.2 folgendes formuliert ist: *„Anforderungen an die UV-Beständigkeit sind als quantitativer Wert nicht spezifiziert, es handelt sich um eine Anforderung, die letztendlich über die Garantie erfüllt wird.“* Die Einhaltung der Anforderung muss für die Garantiezeit somit erwartet werden.

(4) Statische Nachweise für die gesamte Konstruktion

Seitens des Dachherstellers werden statische Berechnungen für die Dachkonstruktionen vorgelegt. Im Rahmen der statischen Nachweise werden u.a. die Membranen, die Stütze, die Gurte und die Befestigungselemente für die umgebungsbedingten Lasten wie z.B. Wind und Schnee berücksichtigt.

Seitens des Herstellers der Behälter werden statische Vergleichsrechnungen erstellt, in denen für jeden Behälter der Nachweis erbracht wird, dass dieser in der Lage ist, die ermittelten Lasten, die durch das neue Tragluftdach entstehen, aufzunehmen.

Laut Dachhersteller verbleibt kein Schnee auf der Außenmembran. Die gemäß TRAS 320 geforderte Berücksichtigung der Zuverlässigkeits- und Versagensfolgeklassen für das Gefahrenpotential Schnee (100-jähriges Ereignis) ist in der statischen Berechnung nicht enthalten. Entsprechend Punkt 8.1.2 der TRAS 320 kann auf eine detaillierte Betrachtung verzichtet werden, da die Temperatur aufgrund innerer Prozesse dauerhaft über 0° C liegt.

(5) Feuerwiderstandsklasse der Materialien

Für die Membranen liegen technische Datenblätter und allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse mit Angaben zum Brandverhalten vor, die dem Abschnitt 3.9 des Antrags beigefügt sind. Laut Produktdatenblatt und technischen Datenblättern des Herstellers ist das Material der Doppelmembran schwer entflammbar B1 nach DIN 4102.

(6) Montage des Membransystems

Die ausführende Firma besitzt die für eine ordnungsgemäße Ausführung erforderliche Fachkunde. Die Monteure sind speziell für die Montage von Membransystemen ausgebildet.

(7) Austausch der Komponenten der Membransysteme nach Ablauf der Standzeit

Nicht relevant für die Errichtung der Membransysteme.

(8) Überwachung der Dichtheit von Membransystemen

Gemäß Kapitel 3.5.1 Abs. 8 der TRAS 120 ist die Dichtheit von Membransystemen zu überwachen und hierzu mit einer zusätzlichen äußeren Umhüllung der Gasmembran zu betreiben, die eine ständige Überwachung des Zwischenraums ermöglicht. Entsprechend der Hinweise und Erläuterungen des Arbeitskreises Biogasanlagen der Kommission für Anlagensicherheit vom 12.04.2019 verlangt Kapitel 3.5.1 Absatz 8 nur, dass eine ständige Überwachung möglich sein muss. Dieses ist aufgrund der Art der Konstruktion gegeben.

Es erfolgt eine Überwachung der austretenden Stützluft. Bei Überschreiten des vorgegebenen Grenzwertes wird diese Überschreitung an die Prozessleittechnik weitergegeben und protokolliert.

Ein Produktdatenblatt des geplanten Systems zur Stützluftüberwachung mit Angaben verschiedener technischer Daten ist dem Abschnitt 3.9.1.5 dieses Antrags beigefügt.

(9) Einschalige Membransysteme

Nicht zutreffend.

3.5.2 – Membranen

(1) Methanpermeation der Innenmembran

Für die Innenmembran liegt ein technisches Datenblatt des Herstellers vor, welches dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt ist. Die dargestellten Eigenschaften lassen erwarten, dass die Anforderungen an die Methanpermeation erfüllt sind, auch wenn keine Angaben zur Temperatur aufgeführt sind.

(2) Mindestzugfestigkeit und Weiterreißkraft der Außenmembran

Für die Außenmembran liegt ein technisches Datenblatt des Herstellers vor, welches dem Abschnitt 3.9 dieses Antrags beigefügt ist. Die dargestellten Eigenschaften lassen erwarten, dass die Anforderungen an die Mindestzugfestigkeit und Weiterreißraft erfüllt sind.

(3) Ableitfähigkeit der Membranen

Der Oberflächenwiderstand bei einer Temperatur von 23°C und einer relativen Luftfeuchte von 30 % beträgt laut Datenblatt des Herstellers maximal 5 x 10^{10} Ω.

(4) Reflektionsgrad

Das vorliegende technische Datenblatt enthält keine Angaben zum Reflektionsgrad. Die TRAS 120 verweist unter 3.5.1 (10) auf das Gutachten *„Beschreibung des Standes der Technik und*

der Sicherheitstechnik für Membransysteme von Biogasanlagen (Juni 2017)“. Hier wird unter 6.2 festgestellt, dass alle befragten Hersteller eine graue Einfärbung empfehlen, um eine möglichst hohe Reflektion zu erreichen.

Im Hinblick auf ein einheitliches Landschaftsbild kommt analog zu den Dächern der vorhandenen Behälter eine Außenmembran in grauer Farbe (achatgrau, ähnlich RAL 7038) zum Einsatz. Der genannte Farbton erfüllt laut Aussage des Herstellers die hinsichtlich des Reflektionsgrades formulierten Anforderungen der TRAS 120.

(5) Bestehende Membransysteme

Für die Errichtung nicht relevant.

Kapitel 3.5.3 - Befestigung der Membranen

Die Anforderungen an die Befestigung der Membranen gemäß Kapitel 3.5.3 werden wie folgt eingehalten:

(1) Befestigungselemente

Seitens des Herstellers wird eine Statik aufgestellt und vorgelegt. Innerhalb der statischen Berechnungen werden auch die Befestigungselemente Wandanker und Stahlbänder sowie der Kronenring berücksichtigt.

(2) Lösbare Verbindungen an der Biogasmembran

Die Befestigung der Membran erfolgt mit einem Klemmschienensystem. Aufgrund des gewählten Befestigungssystems und den bisherigen Betriebserfahrungen mit diesem System ist davon auszugehen, dass alle lösbaren Verbindungen technisch dicht sind.

(3) Zusätzliche Anforderungen für Klemmschlauchsysteme

Ein Klemmschlauchsystem kommt nicht zum Einsatz.

(4) Befestigungssysteme mit Hilfsenergie (z.B. Klemmschlauchsystem)

Ein Klemmschlauchsystem kommt nicht zum Einsatz.

Kapitel 3.5.4 – Unterkonstruktionen

Bzgl. der Anforderungen an Unterkonstruktionen verweist die TRAS 120 auf Kapitel 2.6.4 und Kapitel 3.5.1 Absatz 4.

Kapitel 2.6.4 – Unzulässige Belastungen

Eine unzulässige Belastung der Unterkonstruktionen des Gasspeichers durch Erhöhung der Last, wie Ablagerung von Schwefel oder Substrat, oder durch Schwächung der Konstruktion, wie chemische Veränderung von Holz durch Wärme, Feuchtigkeit und Säuren, ist aufgrund der Betriebsweise des Fermenters (z.B. biologische Entschwefelung, Anordnung der Befüllleitung, konstante Substrattemperatur) nicht zu erwarten. Bestehende Unterkonstruktionen werden bei jeder Öffnung oder vor jeder Begehung einer Prüfung unterzogen.

Kapitel 3.5.1, Absatz 4 – Statische Nachweis für die gesamte Konstruktion

siehe oben, Kapitel 3.5.1

Kapitel 3.5.5 - Stützluftgebläse

(1) Nachweis eines ausreichenden Stützluftstroms

Seitens des Dachherstellers erfolgt die Aufstellung einer Statik, in der die verschiedenen Belastungszustände (z.B. Wind- und Schneelast) nachgewiesen werden.
Zur Sicherstellung des notwendigen Betriebsdruckes ist bereits ein Gebläse ausreichend. Da für die Stützluftversorgung des Tragluftdaches zwei Radialgebläse vorgesehen sind, ist davon auszugehen, dass der notwendige Betriebsdruck gegeben ist. Jedes der beiden Stützluftgebläse ist

in der Lage auch bei ungünstigen Druckverhältnissen ein ausreichend großes Luftvolumen bereitzustellen, so dass auch bei maximaler Entnahme von Biogas sichergestellt ist, dass der erforderliche Druck von ca. 2 mbar zwischen den Membranen gegeben ist. Der Druck ist sowohl für schwankende Innendrücke als auch für wechselnden Wetterbedingungen optimiert. Zusätzlich ist der Gasspeicher mit einer Druckmessung ausgestattet, die die Gasentnahme stoppt, bevor unzulässige Zustände im Gasspeicher auftreten.

Eine Betriebsanleitung des geplanten Systems zur Drucküberwachung mit Angaben zu verschiedenen technischen Daten ist dem Abschnitt 3.9.1.6 dieses Antrags beigefügt.

(2) Überwachung der Stützluftversorgung

Im Stützluftstrom befindet sich ein Manometer, mit dem die Funktion der Stützluftversorgung überwacht werden kann.

(3) Rückstromverhinderung und Redundanz

Das Dach verfügt über zwei Stützluftgebläse. Jedes der beiden Stützluftgebläse verfügt über eine Rückschlagklappe, die verhindert, dass bei Ausfall oder bei Abschaltung Stützluft entweichen kann.

(4) Notstromversorgung

Die Stützluftgebläse sind so ausgeführt, dass ein Notstromerzeuger direkt angeschlossen werden kann.

(5) Explosionsgefährdete Bereiche

Entsprechend der Herstellerangaben werden die Anforderungen der Gerätekategorie 3 erfüllt. Ein Datenblatt des Stützluftgebläses (Kleinradialventilator FRv 110/2/EX, Funken GmbH) ist als Anlage beigefügt.

(6) Abscheidung von Staub

Die Stützluftgebläse verfügen saugseitig über ein passives Filtergitter. Durch die Installation in einer Edelstahlhaube wird verhindert, dass die Einlassöffnung nicht direkt vom Wind angeströmt werden kann.

(7) Querströmung der Stützluft

Die beiden Stützluftgebläse verfügen über Auslässe, die sich öffnen, wenn der Druck höher ist als der Druck der gegenüberliegenden Auslässe.

(8) Überwachung der Stützluft hinsichtlich Leckagen

Die austretende Stützluft wird überwacht. Bei Überschreiten des vorgegebenen Grenzwertes wird diese Überschreitung an die Prozessleittechnik weitergegeben und protokolliert.

Ein Produktdatenblatt mit Angaben zum geplanten System der Tragluftüberwachung ist dem Abschnitt 3.9.1.5 dieses Antrags beigefügt.

Kapitel 3.5.6 – Füllstandsmessung

Die Füllstandsüberwachung erfolgt als optische Höhenmessung durch eine Seillängenmessung, bei der die Gasspeicherfüllstandsanzeige die aktuelle Höhe der Innenmembran anzeigt. Die Messung erfolgt mithilfe eines Seils, das über die Innenmembran geführt ist und sich mit der Membran hebt und senkt. Am Ende des Seils ist ein Gewicht zur optischen Darstellung angebracht. Das Gewicht wird mit einem Ausgangssignal ausgestattet, das für die BHKW-Steuerung erforderlich ist.

Datenblätter zum geplanten Seilzugsensor sind dem Abschnitt 3.9.1.7 dieses Antrags beigefügt.

Durchführung der regelmäßigen Dichtheitsprüfungen

In regelmäßigen Abständen (ca. 1 x jährlich) erfolgt eine Dichtheitsprüfung mittels geeigneter Gaskamera. Zusätzlich führt der Betreiber regelmäßige Sichtkontrollen durch, um mögliche Beschädigungen oder Korrosionserscheinungen rechtzeitig feststellen zu können.

Alarmierung bei Ansprechen der Über-/ Unterdrucksicherung und deren Funktionsprüfung

Bei Ansprechen der Über-/ Unterdrucksicherungen erfolgt eine telefonische Alarmierung an den Anlagenbetreiber. Auf dem Anlagengelände werden zusätzlich akustische und/ oder optische Signale ausgelöst.

Als Funktionsprüfung erfolgt vor Inbetriebnahme eine Druckprüfung der Über-/ Unterdrucksicherungen. Das Ergebnis der Druckprüfungen wird in einem Protokoll festgehalten. Darüber hinaus werden seitens des Betreibers regelmäßige Kontrollen der Funktionsfähigkeit der Über-/ Unterdrucksicherungen z.B. durch Überprüfung der Füllstände der Sperrflüssigkeiten oder der Frostschutzmittelkonzentration, durchgeführt.

7.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Arbeitsschutz

7.1.1 Technischer Arbeitsschutz

Zu allen Maschinen und Anlagenteilen der Biogasanlage sind Bedienungsanleitungen vorhanden, die über die Sicherheitseinrichtungen und Verhaltensregeln informieren. Die Anforderungen der Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (VSG) werden erfüllt.

Ebenfalls werden das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und die Biostoffverordnung (BioStoffV) eingehalten bzw. berücksichtigt.

Nachfolgend werden die Sicherheitseinrichtungen *für die neuen bzw. geänderten Anlagenteile* beschrieben:

Feststoffdosierer BIG-Mix

Der Feststoffdosierer ist in einer Einhausung untergebracht und verfügt über einen flüssigkeitsdichten Lagerbehälter aus Edelstahl mit innenliegendem Schubleistensystem und innenliegenden Misch- und Dosierschnecken, die mit Schneidmessern ausgestattet sind. Für eine optimale Befüllung des Feststoffdosierers ist die Einhausung ca. 2,00 m ins Erdreich eingelassen. Die Ladekante des Feststoffdosierers liegt ca. 1,50 m über der Geländeoberkante, so dass ein direktes Betreten des Lagerbehälters jedoch nicht möglich ist. Alle kraftbetriebenen beweglichen Maschinenteile sind mit Schutzabdeckungen versehen, wodurch ein Zugriff während des Betriebs verhindert wird. Der Start des Feststoffdosierers wird über eine Warnleuchte signalisiert. Über einen Hauptschalter am Schaltschrank kann der Feststoffdosierer vom Stromnetz getrennt werden. Ebenso kann der Feststoffdosierer über einen NOT-AUS-Schalter in einen sicheren Betriebszustand überführt werden. Die nachgeschalteten Feststoffförderer sind geschlossen ausgeführt. Für Wartungs- und Kontrollzwecke ist die Einhausung über eine Tür begehbar.

Flüssigfütterungssystem PreMix

Das Flüssigfütterungssystem PreMix ist als kompakte, geschlossene Einheit ausgeführt und besteht aus einer Exzenterschneckenpumpe, einem Nasszerkleinerer und einer Mix-Kammer. Die Aufstellung erfolgt in der Einhausung des Feststoffdosierers. Revisionsöffnungen des PreMix sind während des Betriebs geschlossen, so dass kein Eingriff in das laufende Verfahren vorgenommen werden kann. Die Förderschnecken für die Versorgung des PreMix sind ebenfalls geschlossen ausgeführt. Der Aufstellraum wird mit einem fest installierten Gaswarngerät überwacht. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Grenzwerte der Arbeitsstättenverordnung in der Umgebungsluft eingehalten werden.

Hochfermenter

Im bzw. am Hochfermenter befinden sich ein Zentralrührwerk sowie verschiedene Messeinrichtungen. In der Behälterwand sind Schaugläser installiert. Alle diese Einrichtungen werden über Arbeitsbühnen am Behälter bzw. dem sogenannten Walkway, der auf dem Behälterdach aufgelagert ist, erreicht. Der Zugang zu den Arbeitsbühnen und dem Walkway erfolgt über eine Treppenkonstruktion aus mehreren Treppenläufen mit Zwischenpodesten. Die Treppenkonstruktion ist an der Behälterwand befestigt. Es handelt sich dabei um eine verzinkte Stahlkonstruktion mit rutschhemmenden Gitterrostbelägen. Die gesamte Ausführung entspricht den Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (VSG 2.1). Die

Geländerhöhe beträgt ca. 1,30 m. Ein Handlauf ist ebenso vorhanden wie zwei Knieleisten und Trittschutzkanten.

Gärrestspeicher III

Im Gärrestspeicher befinden sich mehrere Tauchmotorrührwerke und Messeinrichtungen. In der Behälterwand sind Schaugläser installiert. Alle diese Einrichtungen werden von einem Bedienungspodest am oberen Rand des Behälters erreicht bzw. von dort bedient. Es handelt sich dabei um eine verzinkte Stahlkonstruktion mit rutschhemmendem Gitterrostbelag. Die gesamte Ausführung entspricht den Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (VSG 2.1). Die Geländerhöhe beträgt ca. 1,30 m. Ein Handlauf ist ebenso vorhanden wie zwei Knieleisten und eine 5 cm hohe Trittschutzkante. Das Hauptpodest zur täglichen Anlagenkontrolle und zur Erreichbarkeit der Messtechnik wird über eine 1 m breite Treppe mit beidseitigem Geländer, Handlauf und Knieleisten erreicht.
Die anderen Podeste, die lediglich zur halbjährlichen Rührwerkswartung erforderlich sind, werden mit einer gesicherten Anlegeleiter oder mit einer ortsfesten Steigleiter mit Rückenschutz erreicht.

Separator und Auffangbunker

Der Separator wird dauerhaft auf einer befestigten Fläche neben dem Auffangbunker für separierte feste Gärreste aufgestellt. Die rotierende Press- und Förderschnecke des Separators ist vollständig in einem Gehäuse untergebracht, so dass kein direkter Zugriff möglich ist. Der Auffangbunker besteht aus einer oberirdischen, begehbaren Bodenplatte, die lediglich an drei Seiten durch Wände eingefasst ist.

Gasaufbereitungsanlage

Die Gasaufbereitungsanlage ist in einem Container installiert. Innerhalb des Containers befinden sich ein Maschinenraum, ein Membranraum und ein Schaltraum. Die einzelnen Räume sind mit Brandmeldesystemen (Raucherkennungs- und Alarmsystem) und Gaswarnsystemen (Raumluft CH_4 und CO_2) mit optischer und akustischer Warnmeldung ausgestattet. Für Kontroll- und Wartungszwecke ist der Container an den erforderlichen Bereichen mit Türen ausgestattet. Die Türen öffnen grundsätzlich nur nach außen. Der Schaltraum ist gasdicht vom Technikraum abgetrennt und über eine eigene Tür begehbar. Am Container befinden sich NOT-AUS-Taster. Zur Sicherstellung der Luftwechselrate verfügt der Container über Be- und Entlüftungssysteme.

Warmwasserspeicher

Der Warmwasserspeicher wird auf einer freien Fläche neben den bereits vorhandenen Warmwasserspeichern aufgestellt.

Beim geplanten Warmwasserspeicher handelt es sich um einen Druckbehälter, der aufgrund seiner Betriebsdaten (Druck, Volumen, Temperatur) dem Artikel 4, Absatz 3 der Druckgeräterichtlinie DGRL 2014/68/EU unterliegt und daher gemäß § 14 der Betriebssicherheitsverordnung als Arbeitsmittel vor Inbetriebnahme durch eine zugelassene Überwachungsstelle auf seinen ordnungsgemäßen Zustand überprüft wird. Entsprechend der Herstellerempfehlungen wird der Warmwasserspeicher zudem regelmäßig auf äußere Dichtheit überprüft.

Gemäß BetrSichV, Anhang 2, Abschnitt 4, Satz 2a sind wiederkehrende Prüfungen im Sinne der §§ 15 und 16 der Betriebssicherheitsverordnung aufgrund der o.g. Einstufung nicht erforderlich.

Gebäude (Einhausung Feststoffdosierer Lagerhalle, Technik- und Pumpengebäude, Technikgebäude)

Die neu geplanten Gebäude und Hallen sind für Kontroll- und Wartungszwecke mit Türen ausgestattet. Die Türen öffnen grundsätzlich nur nach außen.

Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile

Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile werden entsprechend der allgemein anerkannten Regeln der Technik frostsicher eingebaut und auf Dichtheit geprüft. Sie werden technisch dicht, ausreichend medien-, korrosions- und druckbeständig ausgeführt.

Aggregate

Für Wartungszwecke können alle Aggregate wie Pumpen oder Rührwerke in den Schaltzentralen im Technikgebäude bzw. im Technik- und Pumpengebäude mit einem abschließbaren Schalter stromlos geschaltet werden, so dass ein unbeabsichtigtes Wiedereinschalten ausgeschlossen werden kann. Die Schaltschränke sind abschließbar.

Beschilderung

Die gesamte Anlage ist durch eine entsprechende Beschilderung nach BGV (Berufsgenossenschaftliche Vorschriften) gekennzeichnet. Die Beschilderung wird für die neuen bzw. geänderten Anlagenteile entsprechend ergänzt bzw. angepasst.

Gassensoren

Zur Sicherheit und zur rechtzeitigen akustischen und optischen Alarmierung beim Auftreten gefährlicher Gase sind verschiedene Gassensoren zur Erkennung von Schwefelwasserstoff oder brennbaren Gasen sowie Brandmelder installiert.

Not-Aus

Für den Notfall sind darüber hinaus verschiedene Not-Aus-Taster auf der Biogasanlage installiert.

Schutzmaßnahmen

Zur Sicherstellung des Schutzziels Brandausbreitung werden Abstandsflächen von mindestens 3,00 m zu Grundstücksgrenzen und Gebäuden eingehalten. Sollte ein Abstand der Fahrwege zu den vorgenannten Anlagenteilen von mindestens 3,00 m nicht eingehalten werden können, werden Fahrwege im Bereich von Anlagenteilen mit einem Anfahrschutz (Betonpoller, Leitplanke o.ä.) versehen.

Weitere Maßnahmen zur Gefahrenabwehr werden zudem im Störfallkonzept gemäß 12. BImSchV unter Abschnitt 6.2.1 dieses Änderungsantrags ausführlich dargestellt.

Rufweiterschaltung

Zur Rufweiterschaltung im Alarmfall wird ein Alarmwählgerät eingesetzt, welches sich auf mindestens zwei Rufnummern des Anlagenbetreibers aufschaltet. Die Rufnummern sind in der Reihenfolge abgelegt, in der Alarmmeldungen abgesetzt werden sollen.

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme der neuen Anlagenteile werden Betriebsanleitungen erstellt und die Anlagendokumentation ergänzt bzw. angepasst.

7.1.2 Sozialer Arbeitsschutz

Anzahl der Beschäftigten, Arbeitszeiten und Arbeitsstätten

Die Betreuung der Biogasanlage erfolgt durch einen Mitarbeiter der TEE GmbH & Co. KG. Bei Kontrollgängen und kleineren Wartungsarbeiten werden die in den Betriebsanleitungen und der Dokumentation enthaltenen Anweisungen berücksichtigt. Ein längerer Aufenthalt in einem bestimmten Anlagenbereich kommt nicht vor.

Anforderungen an Beschäftigte

Es werden nur geschulte Personen, die mit den einschlägigen Regeln und Betriebsanleitungen und Anweisungen der Anlagendokumentation vertraut sind, an den Anlagenteilen der Biogasanlage arbeiten.

Die Zuständigkeit für Bedienung, Wartung und Reparatur wird klar festgelegt.

Die zuständigen Personen sind mit ausreichender Schutzausrüstung ausgestattet.

Anzulernende Personen oder Personen, die in der Ausbildung sind, werden nur unter Aufsicht einer erfahrenen Person an den Anlagen der Biogasanlage tätig sein.

Die einzelnen Tätigkeiten an der Anlage erfordern unterschiedliche Qualifikationen. Wartungs- und Reparaturarbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen und Montagearbeiten werden daher nur von Personen durchgeführt, die von einer Fachkraft für Arbeitssicherheit eingewiesen wurden.

Beleuchtung

Sowohl das Anlagengelände als auch alle auf dem Betriebsgrundstück vorhandenen und geplanten Gebäude bzw. Container sind mit einer ausreichenden Anzahl Beleuchtungskörper ausgestattet. Eine gleichmäßige Beleuchtung aller Bewegungsflächen und Räume wird dadurch sichergestellt.

Der Betreiber hat entweder eine mobile Ex-Leuchte mit sich zu führen oder es ist alternativ eine Notbeleuchtung installiert, so dass bei Ausfall der allgemeinen Beleuchtung die Ausleuchtung der Rettungswege gewährleistet ist.

Sozialeinrichtungen

Für die Biogasanlage werden keine besonderen Sozialräume benötigt. Die Biogasanlage befindet sich unmittelbar neben der Tierhaltungsanlage des Franz Timphaus, so dass die dort vorhandenen Sozialräume und sanitären Einrichtungen genutzt werden können.

Verwendung und Lagerung von Gefahrstoffen

Das in der Biogasanlage hergestellte und verwendete Biogas ist als Gefahrstoff einzustufen. Die Lagerung des Biogases erfolgt in den gasdichten Behältern oberhalb der Substratfüllstände. Eine

Aufstellung aller auf dem Anlagengelände verwendeten oder gelagerten Gefahrstoffe enthält das Formular des nachfolgenden Abschnitts 7.2. Bei der Verwendung und Lagerung der Gefahrstoffe werden die Hinweise der Sicherheitsdatenblätter beachtet.

In der Biogasanlage werden verschiedene Stoffe verwendet und/ oder gelagert, die gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) als Gefahrstoff eingestuft sind. Im Bereich der vorhandenen und neuen Anlagenteile betrifft dies die folgenden Stoffe:

Biogas: Das in der Biogasanlage produzierte Biogas wird vor Verwendung in der Gasaufbereitungsanlage oder in den beiden BHKW in den gasdichten Behältern im Bereich der Dächer und der Behälterfreiborde gelagert.

Biomethan: Das in der Biogasanlage produzierte Biogas wird in der Gasaufbereitungsanlage zu Biomethan aufbereitet. Eine Lagerung von Biomethan erfolgt nicht.

Glykosol: Verwendung als Frostschutzmittel für die Über- und Unterdrucksicherungen der gasdichten Behälter; keine Lagerung und kein Verbrauch

Motoröl: Verwendung als Schmierstoff in den beiden BHKW. Die Lagerung des Motoröls erfolgt in bauaufsichtlich zugelassenen Behältern.

Frostox: Verwendung als Kühlerschutzmittel im Kühlkreislauf der BHKW; keine Lagerung und kein Verbrauch

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Einstieg in die Behälter nur nach Sicherheitsplan
  (Erlaubnisschein für das Einsteigen in enge Räume)
- Zutritt für Unbefugte verboten
- keine Alleinarbeit
- Rauchen und offenes Feuer sind verboten
- funkenreißende Arbeiten sind verboten
- bei der Arbeit nicht essen, trinken oder schnupfen
- nach der Arbeit und vor Nahrungsaufnahme (Pausen) verschmutzte Kleidung wechseln
  und Hände waschen; nach der Arbeit duschen
- Hautschutz- und Hautpflegemittel verwenden (siehe Hautschutzplan)
- Behälter dicht geschlossen halten

Persönliche Schutzausrüstung

- mobiles Gaswarngerät
- lange chemisch resistente Handschuhe
- Schutzbrille
- Gehörschutz
- Sicherheitsschuhe und -stiefel
- passende Arbeitskleidung

7.2 Verwendung und Lagerung von Gefahrstoffen

BE Nr.	Bezeichnung der Betriebseinheit	Stoffstrom Nr. lt. Fließbild	Gefahrstoff		Verwendung / Verbrauch [kg/h]	Lagerung [kg]
			Bezeichnung	Kennzeichnung		
1	2	3	4	5	6	7
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	Fermenter (Dach + Freibord oberhalb konstantem Füllstand)	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	0
1.2	Vergärung und Gaserzeugung	Hochfermenter (Dach + Freibord oberhalb konstantem Füllstand)	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	0
4.1	Gasspeicher auf Gärrestspeicher	Gärrestspeicher I (Dach + Freibord oberhalb maximalem Füllstand)	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	5.153
4.1	Gasspeicher auf Gärrestspeicher	Gärrestspeicher III (Dach + Freibord oberhalb konstantem Füllstand)	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	8.081
5.1	Rohgasvorbehandlung	-	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	0
2.1	BHKW 1	-	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: bis zu 365 Tage/ Jahr	0
2.2	BHKW 2	-	Biogas (Rohgas)	H220	Verwendung: bis zu 365 Tage/ Jahr	0
5.2	Gasaufbereitungsanlage	-	Biomethan	H220	Verwendung: 365 Tage/ Jahr	0
2.1	BHKW 1	-	Motoröl (Frischöl)	H303, H315, H317, H318, H401, H411	ca. 192 Liter der Lagermenge im Motor	889

BE Nr.	Bezeichnung der Betriebseinheit	Stoffstrom Nr. lt. Fließbild	Gefahrstoff		Verwendung / Verbrauch [kg /h]	Lagerung [kg]
			Bezeichnung	Kennzeichnung		
1	2	3	4	5	6	7
2.2	BHKW 2	-	Motoröl (Frischöl)	H303, H315, H317, H318, H401, H411	ca. 389 Liter der Lagermenge im Motor	889
	Fermenter/ Gärrestspeicher	Über- und Unterdrucksicherungen (kein Stoffstrom)	Frostschutzmittel / Glykosol	H302, H373	< 1.000 Liter in Verwendung/ kein Verbrauch	0
2.1	BHKW 1	Kühler (kein Stoffstrom)	Frostschutzmittel / Frostox	H302, H319, H360FD, H361d, H373	< 1.000 Liter in Verwendung/ kein Verbrauch	0
2.2	BHKW 2	Kühler (kein Stoffstrom)	Frostschutzmittel / Frostox	H302, H319, H360FD, H361d, H373	< 1.000 Liter in Verwendung/ kein Verbrauch	0
	Trafostation	Transformator (kein Stoffstrom)	Transformatorenöl / Nytro Taurus	H304	< 500 Liter in Verwendung/ kein Verbrauch	0

7.3 Explosionsschutz, Zonenplan

7.3.1 Angaben zum Explosionsschutz

In bestimmten Konzentrationen ist Biogas explosionsfähig. Es gilt daher explosionsfähige Atmosphäre wirksam zu verhindern. Kann die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre nicht verhindert werden, müssen wirksame Zündquellen vermieden werden. Dies wird durch die Vermeidung der Zündung der explosionsfähigen Atmosphäre erreicht.

Explosionsgefährdete Bereiche sind räumliche Bereiche, in denen auf Grund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Explosionsgefährdungen sind zu ermitteln und zu bewerten. Insbesondere ist zu ermitteln, wo mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (g. e. A.) zu rechnen ist. Explosionsgefährdete Bereiche sind in Zonen einzuteilen:

Für Bereiche, die durch Gase explosionsgefährdet sind, gilt:

Zone 0:
Umfasst Bereiche, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist. Der Begriff "häufig" ist im Sinne von "zeitlich überwiegend" zu verwenden.

Erläuterungen:
Die Zone 0 kommt bei Biogasanlagen im Normalbetrieb praktisch nicht vor.
Allenfalls das Ansaugrohr des Verbrennungsmotors oder der Verbrennungsraum der Gasfackel enthält bestimmungsgemäß ständig ein zündfähiges Gemisch. Durch eine flammendurchschlagsichere Einrichtung ist dieser Bereich vom übrigen Gassystem abgeschottet.
Um die Luftzufuhr am Ende des Schlauches der biologischen Entschwefelung innerhalb des Gasraums des Fermenters wird im Umkreis von 30 cm um den Schlauch die Zone 0 ausgewiesen. Eine weitere Ausbreitung der Zone ist nicht zu erwarten.

Zone 1:
Umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebeln gelegentlich auftritt.

Erläuterungen:
Gelegentlich tritt zündfähiges Gemisch bei Biogasanlagen um die Mündung von Abblaseleitungen von Gasüberdrucksicherungen und Gasfackeln auf. Bei Gasüberschuss wird hier Gas in die Luft abgeblasen.

Zone 2:
Umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebeln auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraumes.

Erläuterungen:
Seltenes Auftreten von zündfähigen Gasgemischen kann generell im Störungsfall und bei Servicearbeiten auftreten. Im Fall von Wartungs- und Reinigungsöffnungen betrifft das die Fermenter bzw. die gasichten Gärrestspeicher. Bei Gasspeicherung betrifft dies die Umgebung der Be- und Entlüftungsöffnungen.

Zone 21:
Umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Staub und Luftgemisch gelegentlich kurzfristig auftritt.

Erläuterungen:
Seltenes Auftreten von zündfähigem Staub und Luftgemischen kann generell im Störungsfall und bei Servicearbeiten auftreten.

Für die vorhandene Biogasanlage liegt ein Explosionsschutz-Dokument mit entsprechender Ex-Schutz-Zonen-Einteilung vor.

Für die neu geplanten Anlagenteile sind nachfolgend Angaben zur Ex-Zoneneinteilung aufgeführt. Änderungen der Ex-Schutz-Zonen-Einteilung an der vorhandenen Anlage ergeben sich nicht.

Feststoffdosierer BIG-Mix

Der Feststoffdosierer ist in einer dreiseitigen Einhausung untergebracht. In der Einhausung ist nicht mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen, so dass hier keine Ex-Zonen-Einteilung erfolgt.

Flüssigfütterungssystem PreMix
Das Flüssigfütterungssystem PreMix dient der Homogenisierung der Gärsubstrate. Der PreMix ist geschlossen ausgeführt und wird in der Einhausung des Feststoffdosierers aufgestellt. Mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre im Innern des PreMix oder der Einhausung ist nicht zu rechnen, so dass keine Zoneneinteilung erfolgt.

Hochfermenter

Aufstellung im Freien mit ungehinderter natürlicher Lüftung oberhalb des Daches. Im Innern des Behälters ist im Normalbetrieb nicht mit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen, da der Sauerstoffgehalt in der anaeroben Atmosphäre so gering ist, dass keine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann. Das Entstehen von Unterdruck (Eindringen von Luft) wird durch die Drucküberwachung mit Auslösung von Notfunktion (Abschalten der Verbraucher) verhindert. Bei der Durchführung von Wartungsarbeiten, die ein Öffnen des Daches erfordern, ist von einer explosionsfähigen Atmosphäre im Innern des Behälters auszugehen.
Außerhalb des gesamten Behälterdaches ist im Normalbetrieb Zone 2. Der Bereich außerhalb des Behälterdaches umfasst den Umkreis von 3 m nach oben und seitlich, nach unten 2 m mit 45° ansteigend.

Schutzmaßnahmen:
Innerhalb der Zone 2 sind nur Geräte gemäß Gerätegruppe II Kategorie 1, 2 oder 3 installiert. Vor und während der Bedienung der mechanischen Betriebsmittel (Seilwinde, Zahnstangenwinde) wird die Atmosphäre mit einem mobilen Gaswarngerät freigemessen und überwacht.

Gärrestspeicher III

Aufstellung im Freien mit ungehinderter natürlicher Lüftung oberhalb der Abdeckung. Im Innern der Behälter ist im Normalbetrieb nicht mit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen, da der Sauerstoffgehalt in der anaeroben Atmosphäre so gering ist, dass keine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann. Das Entstehen von Unterdruck (Eindringen von Luft) wird durch die Drucküberwachung mit Auslösung von Notfunktion (Abschalten der Verbraucher) verhindert. Bei der Durchführung von

Wartungsarbeiten, die ein Öffnen der jeweiligen Gasspeicherfolie erfordern, ist von einer explosionsfähigen Atmosphäre im Innern des jeweiligen Behälters auszugehen.
Außerhalb des gesamten Behälterdaches und im Zwischenbereich der Folien ist im Normalbetrieb Zone 2. Der Bereich außerhalb des Behälterdaches umfasst den Umkreis von 3 m nach oben und seitlich, nach unten 2 m mit 45° ansteigend.
An der Öffnung der Über- und Unterdrucksicherung ist Zone 2 im Umkreis von 3 m.
Am Tragluftdachgebläse ist Zone 2 im Umkreis von 1,50 m.

Tauchmotorrührwerke im gasdichten Gärrestspeicher werden explosionsgeschützt ausgeführt.

Schutzmaßnahmen:
Innerhalb der Zone 2 sind nur Geräte gemäß Gerätegruppe II Kategorie 1, 2 oder 3 installiert. Vor und während der Bedienung der mechanischen Betriebsmittel (Seilwinde, Zahnstangenwinde) wird die Atmosphäre mit einem mobilen Gaswarngerät freigemessen und überwacht.

Kondensatschacht

Aufstellung im Freien mit ungehinderter natürlicher Lüftung oberhalb der Abdeckung. Bei offenen Wasserverschlüssen ist mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre infolge von Durchschlag, Austrocknung oder Fehlbedienung zu rechnen. Der Kondensatschacht wird natürlich belüftet.
Oberhalb der Wasservorlage im Innern des Kondensatschachtes ist Zone 1. Im Umkreis von 1 m um die Entlüftungsöffnungen ist Zone 2.

Schutzmaßnahmen:
Innerhalb der Zone 1 sind nur Geräte der Gerätegruppe II Kategorie 1 oder 2 installiert.
Die Kondensatpumpe (Tauchmotorpumpe) wird nur getaucht betrieben.
Die minimalen und maximalen Füllstände werden mittels Füllstandmessung überwacht; bei Ansprechen der Füllstandmessung wird Notfunktion ausgelöst.

Notfackel

Aufstellung im Freien mit ungehinderter natürlicher Lüftung oberhalb der Abdeckung. Das Rückschlagen der Flamme in die Gasleitung wird durch eine Flammendurchschlagsicherung verhindert. Fortgesetztes Ausströmen von Gas bei nicht brennender Flamme wird durch eine automatische Absperreinrichtung sowie eineselbsttätig wirkende Zündeinrichtung und Flammenüberwachung verhindert.
Vor der Zündung wird sichergestellt, dass eine ausreichende Luftspülung des Flammraumes erfolgt und die Gasleitung erst nach der Zündung geöffnet wird. Im Bereich der Notfackel befindet sich keine explosionsfähige Atmosphäre; es wird keine Ex- Zone eingeteilt.

Aktivkohlefilter der Rohgasvorbehandlung

Aufstellung im Freien mit ungehinderter natürlicher Lüftung oberhalb des Behälters. Der Stahlbehälter ist mit einer elektrostatisch ableitfähigen Innenbeschichtung versehen und entspricht somit den Anforderungen für den Betrieb mit Biogas.

Der Aktivkohlefilter ist als Wechselfilter ausgeführt, der bei erschöpfter Aufnahmekapazität der Aktivkohle durch einen baugleichen Aktivkohlefilter mit frischer Aktivkohle ersetzt wird. Die zugehörigen Rohrleitungen sind im Normalbetrieb gasbeaufschlagt. Um zu verhindern, dass beim Öffnen brennbares Gas aus dem Behälter austritt und innerhalb oder außerhalb des Behälters explosionsfähige Atmosphäre entsteht, werden die Rohrleitungen vor dem Öffnen mit einer Durchflussspülung vollständig

inertisiert. Aufgrund der Inertisierung ist nicht mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen, so dass keine Zoneneinteilung erfolgt.

Schutzmaßnahmen:
Vor der Inertisierung werden die Absperrarmaturen an Ein- und Auslass des Behälters sowie an der Gasanalyse geschlossen. Über einen der Gasanalysestutzen wird Inertgas (N_2) in den Filterbehälter geleitet. Es wird darauf geachtet, dass das verdrängte Gemisch über einen weiteren Analysestutzen ins Freie entweichen kann. Der Erfolg der Inertisierung wird am Gasaustritt durch Messung nachgewiesen. Während des Tausches wird ein mobiles Gaswarngerät zur Detektion von Grenzwertverletzungen (Explosionsgrenzen > 20% UEG und Sauerstoffkonzentration 19 Vol.-% O_2) genutzt.

Sauerstoffgenerator

Der Sauerstoffgenerator für die biologische Entschwefelung läuft im Regelbetrieb ständig. Bei einem Ausfall des Sauerstoffgenerators wird eine Alarmmeldung über das Anlagentelefon abgesetzt. Ein Gasaustritt in den Container wird durch jeweils eine Gasrückschlagsicherung an den beiden Fermentern verhindert. Diese werden jährlich und nach Schaumereignissen in den Fermentern gewartet. Im Wartungsfall kann die Entschwefelungsleitung durch Kugelhähne an den Fermentern und hinter dem Verdichter abgesperrt werden. Der Container des Sauerstoffgenerators wird technisch belüftet. Im Container wird zusätzlich eine Pneumatikabsperrarmatur eingesetzt, um eine eventuelle Gasrückströmung bei Stillstand zu vermeiden. Innerhalb und außerhalb des Containers befinden sich keine Ex-Zonen.

Gasaufbereitungsanlage

Die konstruktiven Maßnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre werden zum einen durch das Abblasen des explosionsfähigen Gases bei Überdruck über eine Abblasleitung, die das Gas oberhalb des Gebäudes in die Atmosphäre freisetzt, getroffen. Zum anderen befinden sich seitlich außen am Container je eine Abblasleitung am Druckregler, eine Atmungsleitung sowie eine Entspannungsleitung und eine Ausblasleitung mit Sicherheitsabsperrventil. Gemäß DVGW-Richtlinie G442 werden die Ex-Zonen bei diesen Abblasleitungen im Umkreis von 1 m mit Zone 1 und im Umkreis von 2 m mit Zone 2 um die Öffnungen angenommen.

Schutzmaßnahmen:
Der Container wird technisch belüftet und verfügt über geeignete Sensorik, die den Container zusätzlich überwacht.

Gasleitungen

Im Innern der Gasleitungen ist im Regelbetrieb keine explosionsfähige Atmosphäre, da das Entstehen von Unterdruck (Eindringen von Luft) durch Drucküberwachung mit Auslösung von Notfunktion (AUS-Gasentnahme) verhindert wird und die Gasleitungen dauerhaft technisch dicht sind.

Armaturen

Es werden nur Gasarmaturen eingesetzt, die die jeweilige landesspezifische Zulassung für Gas besitzen.

Anlagenkennzeichnung

Gefahren- und Schutzbereiche werden besonders gekennzeichnet.

Gasführende Leitungen werden gekennzeichnet.

Dokumentation

Gasführende Leitungen und Installationen werden einer Dichtheits- bzw. Druckprüfung unterzogen. Es werden nur zugelassene Flammendurchschlagsicherungen eingesetzt.
Für Geräte in Ex-Zonen liegen Zulassungen gemäß ATEX vor.

Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten

Bei Arbeiten in Ex-Bereichen und bei Anlagenstörungen werden die Betriebsanweisungen und der Abschnitt *Anlagensicherheit* der Anlagendokumentation beachtet.

Grundsätzlich werden beim Öffnen und Schließen von gasführenden Anlagenteilen die Schutzmaßnahmen nach BGR 104 berücksichtigt.

Gasführende Anlagenteile sollten möglichst vor dem Öffnen inertisiert werden. Ohne Inertisierung liegt innerhalb der Anlagenteile ein explosives Gemisch vor. Nach Beseitigung der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre durch Belüften wird der Arbeitsbereich durch zugelassene Gaswarngeräte überwacht.

Bei Arbeiten in Gefahrenbereichen wird hierzu geeignete persönliche Schutzausrüstung getragen. Eingesetzte Arbeitsmittel dürfen nicht funkenreißend sein.

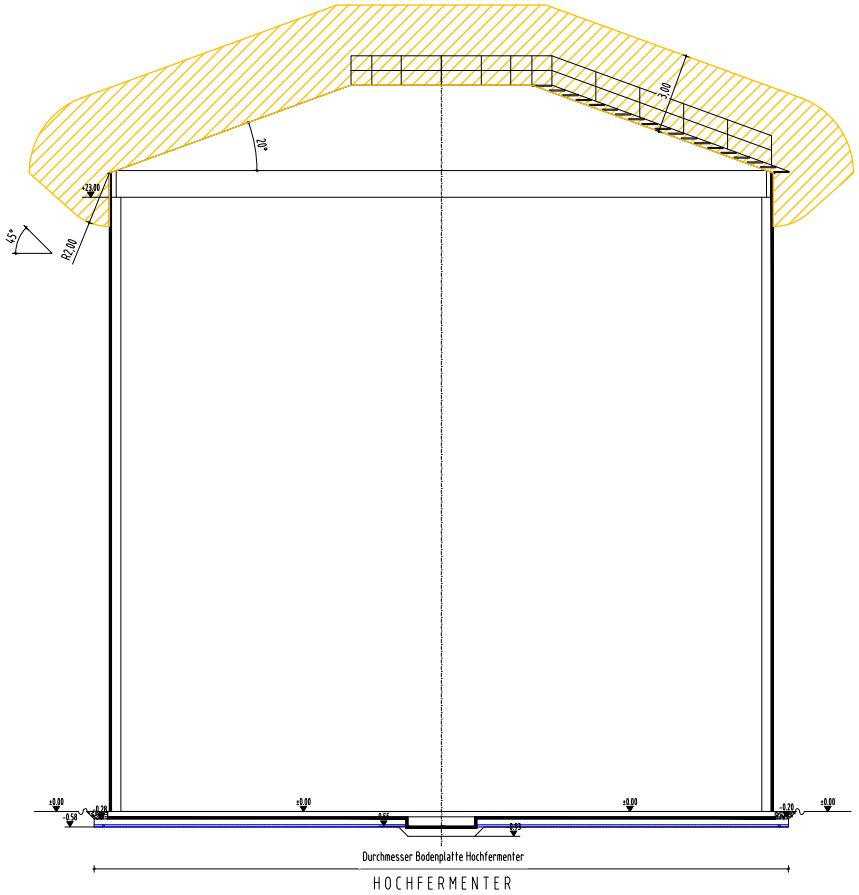
7.3.2 Ex-Schutz-Zonenplan

Für die vorhandene Biogasanlage liegt ein aktueller Ex-Schutz-Zonenplan vor. Im Rahmen der Änderung bzw. Erweiterung der Biogasanlage sind hinsichtlich der Ex-Schutzzonen lediglich die neuen Anlagenteile zu betrachten. Da die Ex-Schutzzonen der anderen Anlagenteile unverändert bleiben, ist nachfolgend lediglich ein Ex-Schutz-Zonenplan beigefügt, der die neuen Anlagenteile enthält.

Anlagen:

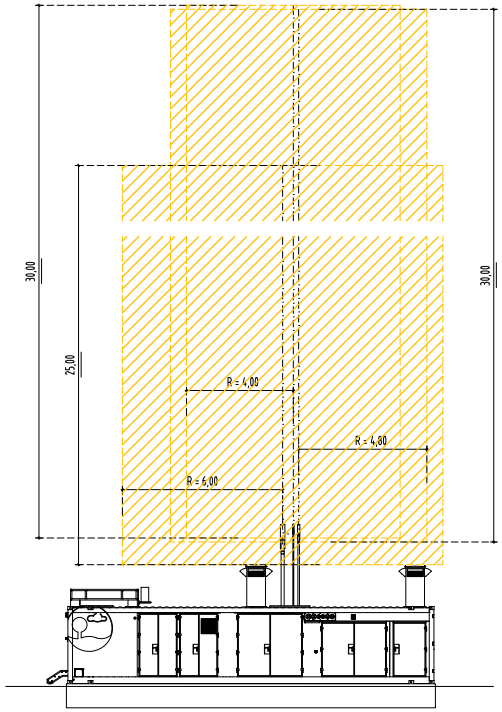
- 7.3.1 Ex-Schutz-Zonenplan.pdf

Schnitt Fermenter mit Darstellung der Ex-Schutzzonen



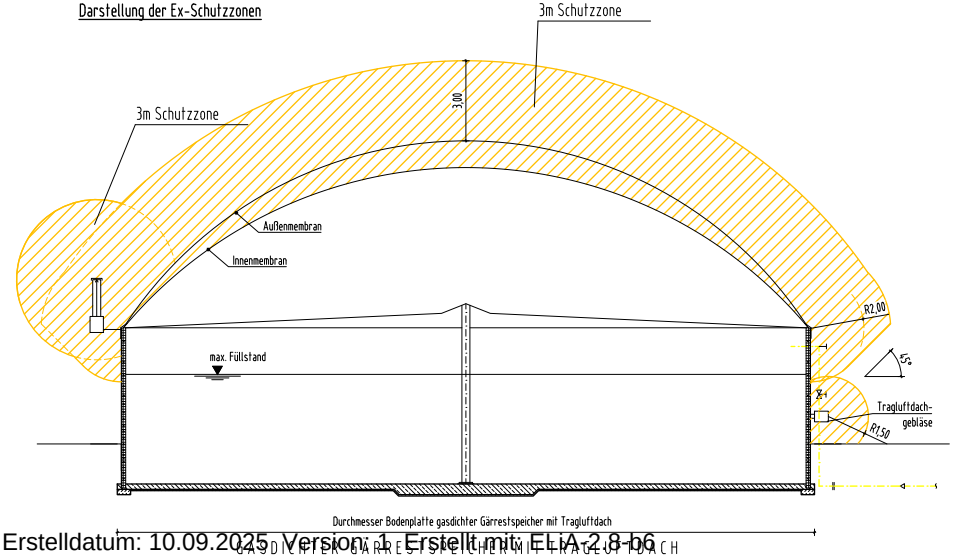
HOCHFERMENTER

Schnitt Gasaufbereitungsanlage mit Darstellung der Ex-Schutzzonen



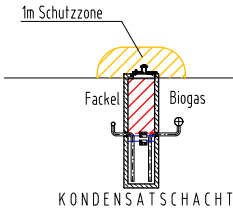
GASAUFBEREITUNGSANLAGE

Schnitt gasdichter Gärrestspeicher mit Tragluftdach Darstellung der Ex-Schutzzonen



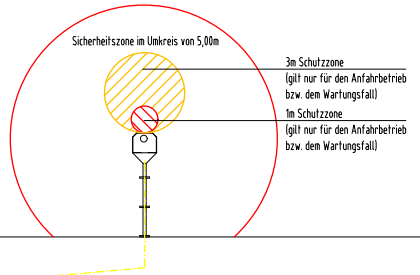
GASDICHTER GÄRRESTSPEICHER MIT TRAGLUFTDACH

Schnitt Kondensatschacht mit Darstellung der Ex-Schutzzonen



KONDENSATSCHACHT

Schnitt Notfackel mit Darstellung der Ex-Schutzzonen



NOTFACKEL

Zone 0

Zone 1

Zone 2

Erläuterungen:

Zone 0:
Ist ein Bereich, in dem eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln besteht, ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
Bemerkung:
Der Begriff "häufig" ist im Sinne von "zeitlich überwiegend" zu verwenden.
Die Zone 0 kommt bei Biogasanlagen im Normalbetrieb praktisch nicht vor.

Zone 1:
Ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebel bilden kann.

Zone 2:
Ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Ex-Schutzzonen (Normalbetrieb) - Schnitte
(Prinzipdarstellung)

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.EX00/1	GEZEICHNET:	11.12.2023 J. Freiberger
MASSTAB:	ohne	GEPRÜFT:	04.11.2024 S. Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BERECHNUNGEN BLEIBT UNS PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit ELiA 2.8-b6

8.1 Vorgesehene Maßnahmen für den Fall der Betriebseinstellung (§ 5 Abs. 3 BImSchG)

Im Falle einer endgültigen Betriebseinstellung des Anlagenbetriebes wird dieses der zuständigen Behörde unverzüglich schriftlich mitgeteilt.

Die gesamte technische Einrichtung des Betriebsstandortes wird, sofern sie nicht einer anderen Bestimmung zugeführt werden kann, entsprechend der gesetzlichen Vorgaben rückgebaut und entsorgt.

Rohstoffe, Reststoffe oder sonstige Stoffe, die sich zum Zeitpunkt der Betriebseinstellung in der Anlage oder auf dem Betriebsgelände befinden, werden entnommen und einer ordnungsgemäßen Entsorgung bzw. einer weiteren stofflichen Verwertung zugeführt. Bei der Entsorgung bzw. Verwertung der Stoffe werden die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter der Stoffe beachtet.

Die gesamte Anlage einschließlich aller Leitungen wird nach Entleerung gereinigt. Bei der Reinigung anfallendes verunreinigtes Wasser wird ebenfalls ordnungsgemäß entsorgt.

Nach Entleerung und Reinigung aller Anlagenbestandteile wird die komplette Anlage demontiert. Da es bei der Demontage zu Sicherheitsrisiken kommen kann, darf die Anlage aus Sicherheitsgründen nur von geschultem Personal demontiert werden. Die demontierten Anlagenteile werden in die einzelnen Materialgruppen (Kunststoffe, Stahl, Nichteisenmetalle, Aluminium, Elektroschrott, Verpackungsmaterial etc.) zerlegt und entsprechend der geltenden Gesetze an Sammelstellen entsorgt.

Das Betriebsgelände wird bis zum endgültigen Stilllegungstermin vollständig von allen Abfall- und Lagermaterialien geräumt und in einen ordnungsgemäßen Zustand gebracht.

Durch die oben genannten Maßnahmen ist nach derzeitigem Stand der Gesetzgebung sichergestellt, dass auch nach einer Betriebseinstellung weder durch die Anlage noch durch das Betriebsgrundstück schädliche Umwelteinwirkungen, sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgerufen werden.

9.1 Vorgesehene Maßnahmen zur Verwertung oder Beseitigung von Abfällen

Charakterisierung des Abfalls											Geprüfte Verwertungs- bzw. Beseitigungsmöglichkeiten							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
lfd. Nr.	Interne Abfallbezeichnung	AVV-schlüssel	Anfallstelle		Menge [t/a]	Häufigkeit	Konsistenz	Zusammensetzung des Abfalls			Abfall zur Verwertung		Abfall zur Beseitigung		Entsorgungsweg			Grund, weshalb keine Vermeidung oder Verwertung
								Komponentenname	Anteil Gew % min	Anteil Gew % max	Ja	R-Satz	Ja	D-Satz	Nachweis vorhanden	Nr.	gültig bis	
1	Aktivkohlefilter	15 02 03	A002	2.1	0,5	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☒			
2	Aktivkohlefilter	15 02 03	A002	2.2	0,5	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☒			
3	Aktivkohlefilter	15 02 03	A005	5.1	1,0	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☐			
4	Aktivkohlefilter	15 02 03	A005	5.2	0,1	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☐			
5	Altöl	13 02 05	A002	2.1	1,0	ca. 1 x / Jahr	flüssig				☐		☒		☒			
6	Altöl	13 02 05	A002	2.2	1,0	ca. 1 x / Jahr	flüssig				☐		☒		☒			
7	Ölfilter, Filtermaterialien, Wischtücher	15 02 02	A002	2.1	0,1	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☒			
8	Ölfilter, Filtermaterialien, Wischtücher	15 02 02	A002	2.2	0,1	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☒			
9	Ölfilter, Filtermaterialien, Wischtücher	15 02 02	A003	5.2	0,01	ca. 1 x / Jahr	fest				☐		☒		☐			

9.6 Sonstiges

Für den Betrieb der beiden vorhandenen BHKW, die innerhalb des vorhandenen Technikgebäudes und des vorhandenen BHKW-Gebäudes aufgestellt sind, wird weiterhin Motorenöl als Betriebs- und Schmieröl verwendet und regelmäßig erneuert. Das dabei anfallende Altöl wird unverändert durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb übernommen.
Wischtücher, Ölfilter, Filtermaterialien und sonstige ölhaltige Hilfsmittel, die beim Austausch des Öls oder bei Wartungsarbeiten anfallen, werden ebenfalls durch diesen Fachbetrieb übernommen und über diesen entsorgt.

Ebenso sind für den Betrieb der vorhandenen BHKW zum Schutz der Katalysatoren weiterhin Aktivkohlefilter erforderlich. Die Aktivkohlefilter sind als Wechselfilter ausgeführt. Die Anlieferung der neuen Aktivkohle und die Entsorgung der beladenen Aktivkohle erfolgt unverändert im Austauschverfahren durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb.

Die beiden BHKW werden abhängig vom Strom- und Wärmebedarf flexibel betrieben, so dass die Laufzeiten der beiden BHKW variieren können. Im Formular 9.1 wurde der prognostizierte Gesamtverbrauch an Schmieröl, Aktivkohle, Ölfilter, Filtermateralien und Wischtüchern daher jeweils zur Hälfte auf die beiden BHKW aufgeteilt. Je nach Laufzeit des jeweiligen BHKW kann es sein, dass sich die Abfallmengen des einen BHKW erhöhen, die Abfallmengen des anderen BHKW aber dafür entsprechend reduzieren.

Zum Schutz der neuen Gasaufbereitungsanlage (Betriebseinheit 5.2) muss der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff reduziert werden. Um außerdem die Gasnetzspezifikation zu erfüllen, müssen ggf. im Gas befindliche Kohlenwasserstoffe ebenfalls entfernt werden. Zur Abtrennung der beiden Stoffe aus dem Biogas wird im Bereich der Rohgasvorbehandlung (Betriebseinheit 5.1) ein als Wechselfilter ausgeführter Aktivkohlefilter verwendet. Die Anlieferung der neuen Aktivkohle und die Entsorgung der beladenen Aktivkohle erfolgt im Austauschverfahren durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb.

Innerhalb der Gasaufbereitungsanlage (Betriebseinheit 5.2) fallen in der Filtrationsstufe zusätzlich ebenfalls geringe Mengen an Ölfiltern und Aktivkohlefiltern an.

Des Weiteren fallen weiterhin hausmüllähnliche Gewerbeabfälle an, die nach Rohstoffen getrennt und durch die in der Stadt Vechta zuständigen Müllentsorgungsbetriebe abgeholt und entsorgt werden.

Im Regelbetrieb der Biogasanlage fällt kein weiterer Abfall an.

10.1 Allgemeine Angaben zur Abwasserwirtschaft

Auf dem Betriebsgrundstück der Biogasanlage fällt weder nach der Errichtung noch während des Betriebs der erweiterten Anlage Abwasser an.

10.2 Entwässerungsplan

Für die Niederschlagsentwässerung der bebauten und durch Verkehrsflächen versiegelten Flächen des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage wurde im Rahmen der Bauleitplanung ein Entwässerungsplan erstellt, der nachfolgend als Anlage beigefügt ist.

Im Entwässerungsplan ist farblich dargestellt, auf welchen Flächen nicht verunreinigtes Niederschlagswasser (Entwässerungsflächen 2) anfällt und auf welchen Flächen potentiell verunreinigtes Niederschlagswasser (Entwässerungsflächen 1) zu erwarten ist. Ebenso ist dargestellt, wie bzw. wohin das Niederschlagswasser der einzelnen Flächen abgeleitet werden soll.

Der Umgang mit dem Niederschlagswasser der unterschiedlichen Entwässerungsflächen ist nachfolgend näher beschrieben.

nicht verunreinigtes Niederschlagswasser (Entwässerungsflächen 2)

Bei dem auf den Dachflächen der Behälter und Gebäude anfallenden Niederschlagswasser handelt es sich um nicht verunreinigtes Niederschlagswasser. Ebenso ist bei einem Großteil der neuen innerbetrieblichen Verkehrsflächen davon auszugehen, dass das dort anfallende Niederschlagswasser als nicht verunreinigt einzustufen ist.

Es ist vorgesehen, einen Teil des Niederschlagswassers dieser Flächen auf den angrenzenden nicht versiegelten Flächen großflächig über die belebte Bodenzone zu versickern und einen Teil im freien Gefälle bzw. über unterirdische Rohrleitungen in eine neu geplante Versickerungsmulde bzw. in ein neu geplantes Versickerungsbecken im westlichen Bereich des Betriebsgrundstücks zu leiten, um es von dort in das Grundwasser einzuleiten.

verunreinigtes Niederschlagswasser (Entwässerungsflächen 1)

Neben den nicht verunreinigten Flächen gibt es darüber hinaus Flächen, auf denen aufgrund des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen potentiell verunreinigtes Niederschlagswasser anfällt, dass aufzufangen und zu sammeln ist. Es handelt sich hierbei um Lagerflächen, innerbetriebliche Verkehrsflächen, Abfüllplatten für flüssige Gärreste und um den neu geplanten Auffangbunker (Nr. 23) für separierte feste Gärreste.

Das potentiell verunreinigte Niederschlagswasser der Lagerflächen und innerbetrieblichen Verkehrsflächen sowie ggf. auf diesen Flächen anfallender Silagesickersaft wird den vorhandenen Einlaufschächten der vorhandenen Fahrsiloanlage (Nr. 13) sowie der zugehörigen Vorfläche über entsprechendes Gefälle zugeführt und von dort mittels Schmutzwasserleitungen in die vorhandene Grube am Ferkelstall (Nr. 7) des angrenzenden Tierhaltungsbetrieb geleitet und bis zur Ausbringung und Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen dort zwischengelagert.

Das Niederschlagswasser der sonstigen verunreinigten Flächen (Abfüllplatten und Auffangbunker) wird den zugehörigen Gärrestspeichern zugeführt.

Die auf den Lagerflächen und den innerbetrieblichen Verkehrsflächen jährlich anfallende und aufzufangende Niederschlagsmenge setzt sich wie folgt zusammen:

Fläche	Flächen-größe	Verdunstungs-faktor	anzusetzende Fläche	Anteil	Jahres-niederschlag	jährliche Niederschlags-menge
Fahrsiloanlage (Nr. 13)	3.012 m³	0,85	2.560,20 m²	50 %	780 mm/a	998,48 m³
Vorfläche Fahr-siloanlage (Nr. 13)	347 m²	0,85	312 m²	100 %	780 mm/a	221,98 m³
Verkehrsfläche/ Lagerfläche feste Gärreste (Nr. 31)	1.300 m²	0,85	1.105 m²	100 %	780 mm/a	861,90 m³
jährlich anfallende Niederschlagsmenge						**2.082,36 m³**

Gemäß Vorgabe der Landwirtschaftskammer Niedersachsen ist für die separate Lagerung von verunreinigtem Niederschlagswasser und Sickersaft ein Lagervolumen für eine Dauer von vier Monaten und somit von ca. 695 m³ vorzuhalten.

Da die oben genannte Grube am Ferkelstall lediglich über ein Fassungsvermögen von ca. 300 m³ verfügt, wird die darüber hinaus erforderliche Lagerkapazität über einen externen Behälter mit einem Fassungsvermögen von ca. 800 m³ sichergestellt. Der externe Behälter befindet sich am Standort "An den Riehen 4" in Bakum-Märschendorf. Ein entsprechender Kooperationsvertrag zur Nutzung von Lagerraum für die Lagerung von Oberflächenwasser wurde mit dem Eigentümer des Behälters abgeschlossen. Der Vertrag ist dem Verwertungskonzept des Abschnitts 17.1 dieses Antrags beigefügt.

Die auf den übrigen Flächen (Abfüllplatten, Auffangbunker) jährlich anfallende und aufzufangende Menge an Niederschlagswasser setzt sich wie folgt zusammen:

Fläche	Flächen-größe	Verdunstungs-faktor	anzusetzende Fläche	Anteil	Jahres-niederschlag	jährliche Niederschlags-menge
Auffangbunker (Nr. 23)	103,62 m²	0,85	88,08 m²	50 %	780 mm/a	68,70 m³
Abfüllplatte (Behälter Nr. 8)	22,30 m²	0,85	18,96 m²	100 %	780 mm/a	14,78 m³
Abfüllplatte (Behälter Nr. 9)	31,24 m²	0,85	26,55 m²	100 %	780 mm/a	20,71 m³
Abfüllplatte (Behälter Nr. 9)	24,75 m²	0,85	21,04 m²	100 %	780 mm/a	16,41 m³
Abfüllplatte (Behälter Nr. 20)	100,00 m²	0,85	85,00 m²	100 %	780 mm/a	66,30 m³
jährlich anfallende Niederschlagsmenge						**186,90 m³**

Da das Niederschlagswasser der vorgenannten Flächen dem jeweils zugeordneten Gärrestspeicher zugeführt werden soll, ist gemäß Düngeverordnung eine Lagerdauer von neun Monaten zu berücksichtigen. Dies entspricht einem vorzuhaltenden Lagervolumen von ca. 140 m³.

Entsprechend der Berechnung der Gärrestlagerkapazitäten des Abschnitts 3.1 dieses Antrags steht in den Gärrestspeichern hierfür ein freies Lagervolumen von ca. 382 m³ zur Verfügung.

Anlagen:

- 10.2.1 Entwässerungsplan.pdf

Landkreis:	Vechta
Gemeinde:	Lohne
Gemarkung:	Lohne
Flur:	3
Flurstück:	20/24, 20/27, 20/29, 20/14 (tlw.), 20/17 (tlw.) 20/28 (tlw.), 20/30 (tlw.)

LEGENDE

- Vorhandene öffentl. Verkehrsflächen
- geplante private Verkehrsflächen
- Vorhandene Wohn-, Büro- und Geschäftsgebäude u.s.w.
- Vorhandene Wirtschafts- und Werksgebäude, unbew. Nebengebäude, Garagen u.s.w.
- geplante Grünflächen
- Grundstücksgrenze
- Abriss baulicher Anlagen

ENTWÄSSERUNG

- Schmutzwasserleitung
- Oberflächenwasserleitung
- Versickerungsfläche (flächige Versickerung ins Grundwasser)
- Versickerungmulde/becken (Versickerung ins Grundwasser)
- Entwässerungsfläche 1 (Einleitung in vorh. Güllegrube)
- Entwässerungsfläche 2 (Einl. ins Grundwasser über flächige Versickerungen und Versickerungsmulden/becken)

QUELLE DES LAGEPLANS

- ☐ **Vermessungsbüro:** Trimmen, Eisenbahnweg 31, 49661 Cloppenburg
- ☐ **Topografische Karte**
- ☐ **Digitale Flurkarte**
- ☐ Scan
- ☐ **Luftbild**

Legende Biogas:

8	Gärrestspeicher
9	gasdichter Gärrestspeicher
10	Fermenter
11	Technikgebäude
12	Fahrzeugwaage
13	Fahrsiloanlage
14	Notfackel
15	Löschwasserteich
16	BHKW-Gebäude
17	drei Warmwasserspeicher
17b	Warmwasserspeicher
18	Einhausung Feststoffdosierer
19	Hochfermenter
20	gasdichter Gärrestspeicher
21	Technik- und Pumpengebäude
22	Notfackel
23	Auffangbunker
23a	Aufstellfläche Separator
24	Lagerhalle
25	Technikhalle
26	Aufstellfläche
27	Gasaufbereitungsanlage
28	Rohgasvorbehandlung
29	RTO-Anlage
30	Sauerstoffgenerator
31	befestigte Fläche
32	Erdwall

Legende Tierhaltung:

1	Ferkel- und Sauenstall
2	Ferkel- und Sauenstall
3	Ferkel- und Sauenstall
4	Ferkel- und Sauenstall
6	Güllehochbehälter
7	Ferkelstall

Legende Einspeiseanlage:

1	BioMethanQualitätsVermessungsEinrichtung (BMQVE)
2	BioGasMessKonditionierOrtsnetzAnlage (BGMKOA)
3	Flüssiggaslagertank
4	Befüllstation LPG
5	BioGasFackelAnlage (BGFA)
6	BioGasSchaltWarte (BGSW)
7	Trafo
8	Regenrückhaltebecken

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
a	06.02.2025	S.Winter	Bemaßung angepasst

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Entwässerungsplan

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.LP00/1-a	GEZEICHNET:	09.12.2024 S.Winter
MASSTAB:	1:500	GEPRÜFT:	06.02.2025 S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

von Lehmden PLANUNGSBÜRO

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELEGEN BESTEHT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

10.12 Niederschlagsentwässerung

☐ Einleitung in die kommunale Regenwasserkanalisation (Indirekteinleiter)

Vorbehandlung

☐ Ja
☒ Nein

☒ Direkteinleitung in das Grundwasser über

☐ Sickergraben, Sickerwasser
☐ Drainage
☐ Sickerschacht
☒ sonstige (benennen) Versickerung

Vorbehandlung

☐ Ja
☒ Nein

☐ Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer

Vorbehandlung

☐ Ja
☒ Nein

Findet eine Regenwassernutzung statt?

☐ Ja
☒ Nein

11.1 Beschreibung wassergefährdender Stoffe/Gemische, mit denen umgegangen wird

(Sicherheitsdatenblätter sind in Abschnitt 3.5.1 beizufügen)

BE Nr.	Bezeichnung des Stoffes/Gemisches	Aggregatzustand gem. § 2 (5) - (7) AwSV	Art des Umganges gem. § 2 (20) - (27) AwSV	Dichte [g/cm³]	Wassergefährdungs-klasse (WGK) nach AwSV	Selbsteinstufung nach AwSV
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Maissilage	fest	Lagern	0,65	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.1	Maissilage	fest	Verwenden	0,65	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.1	Festmist, gesamt	fest	Lagern	0,65	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.1	Festmist, gesamt	fest	Verwenden	0,65	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.1	Mastschweinegülle	flüssig	Lagern	1,0	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.1	Mastschweinegülle	flüssig	Verwenden	1,0	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
1.2	Gärsubstrat	flüssig	Verwenden	1,0	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
3.1	Gärrest, flüssig	flüssig	Lagern	1,0	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
3.1	Gärrest, flüssig	flüssig	Umschlagen	1,0	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
3.2	Gärrest, fest	fest	Lagern	0,65	allgemein wassergefährdend	nicht erforderlich
2.1	Motoröl (Frischöl)	flüssig	Lagern	0,89	2	nicht erforderlich
2.1	Motoröl (Frischöl)	flüssig	Verwenden	0,89	2	nicht erforderlich
2.2	Motoröl (Frischöl)	flüssig	Lagern	0,89	2	nicht erforderlich
2.2	Motoröl (Frischöl)	flüssig	Verwenden	0,89	2	nicht erforderlich
2.1	Altöl	flüssig	Lagern	0,89	3	nicht erforderlich
2.2	Altöl	flüssig	Lagern	0,89	3	nicht erforderlich
	Frostschutzmittel / Glykosol	flüssig	Verwenden	1,1	1	nicht erforderlich
2.1	Frostschutzmittel / Frostox	flüssig	Verwenden	1,1	1	nicht erforderlich
2.2	Frostschutzmittel / Frostox	flüssig	Verwenden	1,1	1	nicht erforderlich
	Transformatorenöl / Nytro Taurus	flüssig	Verwenden	0,874	1	nicht erforderlich

BE Nr.	Bezeichnung des Stoffes/Gemisches	Aggregatzustand gem. § 2 (5) - (7) AwSV	Art des Umganges gem. § 2 (20) - (27) AwSV	Dichte [g/cm³]	Wassergefährdungs-klasse (WGK) nach AwSV	Selbsteinstufung nach AwSV
1	2	3	4	5	6	7
	Gärrest, gesamt					

11.2 Anlagen zum Lagern flüssiger wassergefährdender Stoffe/Gemische

Dieses Formular ist für jede Anlage im Sinne § 2 (9) AwSV auszufüllen!

1. Betriebseinheit: 3.1

2. Behälter-Nr./Bezeichnung lt. Aufstellungsplan: Nr. 20 / Gärrestspeicher

3. Behältervolumen: 11.938 m^3

3a. Gefährdungsstufe gem. § 39 AwSV

4. Anzahl baugleicher Behälter: 1

5. Gelagerte Stoffe/Gemische (Bezeichnung aus Formular 11.1):

- Gärrest, flüssig

6. Behälterwerkstoff Stahlbeton (Bodenplatte C 25/30, Behälterwand C30 /35)

7. Aufstellung:

- [x] oberirdisch
  - [x] im Freien
  - [ ] im Gebäude bzw. durch Überdachung - auch vor Schlagregen - geschützt
- [ ] unterirdisch/mit unterirdischen oder nicht einsehbaren Anlagenteilen

8. Behälterausführung:

- [x] einwandig
  - [x] mit Auffangraum
  - [ ] ohne Auffangraum
- [ ] doppelwandig
- [x] Flachbodentank
  - [x] Behälterboden kontrollierbar
  - [ ] Behälterboden nicht kontrollierbar

9. Verwendbarkeits - / Anwendbarkeitsnachweis des Behälters/Gebindes:

- [ ] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gemäß der WasBauPVO

Datum: Akten-zeichen: Behörde / Prüfstelle:

- [ ] wird hiermit beantragt
- [ ] Nachweise sind beigefügt
- [ ] Nachweise werden zur Abnahme nach AwSV vorgelegt

10. Sonstige Nachweise (Nachweise erforderlich):

(nur bei nicht serienmäßig hergestellten Behältern, z.B. nach DIN EN 1993-4-2 bzw. bei Nutzungsänderung vorhandener Behälter, für die die Nachweise nach Nr. 9 nicht vorhanden sind.)

- [x] Konstruktions- und Standsicherheitsnachweise
- [ ] Nachweis der Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe und deren Verträglichkeit mit dem Lagermedium
- [ ] Nachweise werden vor der Errichtung der Anlage nachgereicht

11. Verwendbarkeits-/Anwendbarkeitsnachweis der Schutzvorkehrungen nach Nr. 2 WasBauPVO:

				bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise (DIN-/EN-Norm, Zulassungsnummer)
☐	Leckanzeigergerät			☐
Datum:		Nr.		
☒	Überfüllsicherung			☒
Datum:	04.03.2020	Nr.	Z-65.13-408	
☒	Innenbeschichtung/-auskleidung			☒
Datum:	28.02.2020	Nr.	Z-74.101-188	
☐	Leckschutzauskleidung			☐
Datum:		Nr.		
☒	Sonstiges			☒
Datum:	20.01.2020	Nr.	Z-59.26.470	
☒	Leckerkennungssystem			☒

☒ Nachweise sind beigefügt ☐ Nachweise werden zur Abnahme nach AwSV vorgelegt

12. Ausführung des Auffangraumes bzw. der Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum:

Behälterfüllvolumen des größten Behälters/Gebindes im Auffangraum:	11.939	m^3
Gesamtfüllvolumen aller Behälter im Auffangraum:		m^3
Rückhaltevolumen des Auffangraumes:	11.943	m^3
Aufstellfläche bei Aufstellung ohne Auffangraum:		m^2

Werkstoff des Auffangraumes

☐ Beton

☐ Stahl, Werkstoff Nr.:

☐ Kunststoff (Material):

Prüfzeichen Nr. bzw. allgem. bauaufsichtl. Zulassungs Nr.:

☒ Sonstiges Umwallung des Anlagengeländes mit Erdwall (Havarieraumplanung siehe Abschnitt 11.8.2)

Beschichtung/Auskleidung des Auffangraumes:

☐ Ja Material (Nachweis der Beständigkeit erforderlich)

☐ Kunststoff (Nachweis über baurechtl. Prüfzeichen / allgem. bauaufsichtl. Zulassung erforderlich)

Datum: Prüfzeichen Nr. bzw. allgem. bauaufsichtl. Zulassungs Nr.:

☐ Stahl Werkstoff-Nr:

☐ Sonstiges

☒ Nein (Nachweis der Beständigkeit des Werkstoffes des Auffangraumes erforderlich)

Der Auffangraum besitzt Bauwerksfugen:

☐ Ja Konstruktion der Fugen, Darstellung auf separatem Blatt im Maßstab 1:10

Material der Fugendichtung (Nachweis der Dichtheit und Beständigkeit erforderlich):

☒ Nein

Maßnahmen zum Ableiten von Niederschlagswasser (nur bei Aufstellung im Freien):

☐ Nachweise sind beigefügt ☐ Nachweise werden zur Abnahme nach AwSV vorgelegt

13. Sind Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen vorhanden?

☐ Ja
☒ Nein

11.3 Anlagen zum Lagern fester wassergefährdender Stoffe/Gemische

BE	Name/ Bezeichnung des Lagers lt. Plan	Bezeichnung der gelagerten Stoffe	Gefährdungsstufe gem. § 39 AwSV	Lagermenge [kg]	Art der Lagerung	Verpackungsmaterial	Schutz vor Witterungseinflüssen und versehentlicher Beschädigung gem. DWA-A 779	Bauausführungen der Bodenfläche gemäß DWA-A 779
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	Fahrsiloanlage (Nr. 13) - vorhanden	Maissilage		8.000 Tonnen	lose Lagerung (einsiliert)	-	Abdeckung des Silokörpers mit Folie	Asphalt
1.1	Fahrsiloanlage (Nr. 13) - vorhanden	Festmist, gesamt		nur Kleinstmengen für kurze Zeit	lose Lagerung	-	Abdeckung des Haufwerks mit Folie	Asphalt
3.2	Lagerhalle (Nr. 24) - neu	Gärrest, fest		ca. 2.700 Tonnen	lose Lagerung	-	geschlossene Halle	Stahlbeton
3.2	befestigte Verkehrsfläche zwischen Lagerhalle (Nr. 24) und Fahrsiloanlage (Nr. 13) - neu - (nur temporäre Lagerung)	Gärrest, fest		ca. 1.900 Tonnen	lose Lagerung	-	Abdeckung des Haufwerks mit Folie	Asphalt

11.4 Anlagen zum Abfüllen/Umschlagen wassergefährdender Stoffe/Gemische

Dieses Formular ist für jede nicht-baugleiche Abfüll-/Umschlaganlage auszufüllen!

1. Betriebseinheit: 3.1

2. Nr. der Abfüll-/ Umschlaganlage / Bezeichn. lt. Lageplan: Abfüllplatz / Entnahmstation für Gärreste (Gärrestspeicher III; Nr. 20)

3. Abgefüllte/umgeschlagene Stoffe (Bezeichnung aus Formular 11.1):

- Gärrest, flüssig

4. Zweck der Anlage:

- [x] Befüllen von ortsbeweglichen Behältern
- [ ] Entleeren von ortsbeweglichen Behältern
- [ ] Umfüllen von flüssigen Stoffen; Laden und Löschen von Schiffen in Verbindung mit ortsbeweglichen Behältern an Land
- [ ] Umladen von Flüssigkeiten in Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind

5. Maximale Größe der befüllten/entleerten Behälter bzw. Füllvolumen der Umladeeinheit: 25 m^3

5a. Gefährdungsstufe gem. § 39 AwSV:

6. Maximaler Volumenstrom

bei Befüllung: 15 l/s

bei Entleerung/Umfüllung: l/s

7. Sicherheitsvorkehrungen zur Verhütung des Überfüllens ortsbeweglicher Behälter

(z.B. Überfüllsicherung, Totmannschaltung, Zählervoreinstellung)

8. Befestigung und Abdichtung der Bodenfläche

- [ ] Asphaltdecke
- [x] Betondecke
- [ ] Dichtungsbahn (Material):
- [ ] Stahlwanne (Werkstoff Nr.):
- [ ] TRwS DWA-A 786:
- [ ] Sonstiges:

Der Auffangraum besitzt Bauwerksfugen:

- [x] Ja — Konstruktion der Fugen, Darstellung auf separatem Blatt im Maßstab 1:10
  Material der Fugendichtung (Nachweis der Dichtheit und Beständigkeit erforderlich): Fugendichtstoff mit Zulassung für JGS-Anlagen
- [ ] Nein

(Nachweise der Beständigkeit sind erforderlich)

- [ ] Bescheide zum Dichtigkeitsnachweis sind beigefügt
- [ ] Bescheide zum Dichtigkeitsnachweis werden zur Abnahme vorgelegt

9. Rückhaltemaßnahmen und Rückhaltevermögen für austretende wassergefährdende Flüssigkeiten / flüssige Stoffe:

Rückhaltevolumen: 0,8 m^3

Erläuterungen über die Ausführung der Rückhaltemaßnahmen:

10. Maßnahmen zur Ableitung von Niederschlagswasser

(soweit die Anlage nicht vollständig überdacht ist):

11. Sind Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen vorhanden?

☐ Ja

☒ Nein

11.5 Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährender Stoffe (HBV-Anlagen)

Dieses Formular ist für jede nicht-baugleiche HBV-Anlage auszufüllen!

1. Betriebseinheit: 1.2

2. Nr. der HBV-Anlage / Bezeichnung lt. Plan: Hochfermenter (Nr. 19)

3. Größtes Volumen der wassergefährdenden Stoffe der HBV-Anlage, das bei einer Betriebsstörung der größten abgesperrten Betriebseinheit freigesetzt werden kann:

Bezeichnung des wassergefährdenden Stoffes aus Formular 11.1	größtes Volumen, das freigesetzt werden kann [m^3]
1	2
Gärsubstrat	9.791

3a. Gefährdungsstufe gem. § 39 AwSV:

4. Aufstellung der HBV-Anlage:

- [x] im Freien
- [ ] im Gebäude bzw. durch Überdachung - auch vor Schlagregen - geschützt

5. Angaben zum Auffangraum / zur Aufstellfläche:

Rückhaltevolumen des Auffangraumes: 11.943 m^3

Grundfläche des Auffangraumes: m^2

Werkstoff des Auffangraumes / der Aufstellfläche:

- [ ] Beton
- [ ] Stahl, Werkstoff Nr.:
- [ ] Kunststoff, Material:
- [ ] TRwS DWA-A 786:
- [x] Sonstiges: Umwallung des Anlagengeländes mit Erdwall (Havarieraumberechnung siehe Abschnitt 11.8.2)

Auffangraum beschichtet

- [ ] Ja Material (Nachweis der Beständigkeit ist erforderlich)
  - [ ] Kunststoff:
  - [ ] Stahl, Werkstoff Nr.:
  - [ ] Sonstiges:

Der Auffangraum / die Aufstellfläche besitzt Bauwerksfugen:

- [ ] Ja Material der Fugenabdichtung:
- [ ] Nachweis der Beständigkeit und Darstellung der Fugenkonstruktion

☒ Nein

Maßnahmen zum Ableiten von Niederschlagswasser (nur bei Aufstellung im Freien):

☐ Nachweise sind beigefügt

6. Sind Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen vorhanden?

☐ Ja

☒ Nein

11.6 Rohrleitungsanlagen zum Transport wassergefährdender Stoffe/Gemische

Dieses Formular ist für jede Verbindungsleitung, die den Bereich des Werksgeländes nicht oder nur gering überschreitet, auszufüllen!

1. Nr./ Bezeichnung der Rohrleitung im Lageplan:

Substratleitungen (Darstellung im Grundfließbild, Änderungsantrag Abschnitt 3.8)

2. Nr./ Bezeichnung der Anlagen, Anlagenteile und Betriebseinheiten, die durch die Rohrleitung verbunden werden:

Güllevorlagebehälter am Technikgebäude (Nr. 11; BE1.1) - Flüssigfütterungssystem PreMix in EInhausung (Nr. 18; BE 1.1)
Flüssigfütterungssystem PreMix in EInhausung (Nr. 18; BE 1.1) - Hochfermenter (Nr. 19; BE 1.2)
Hochfermenter (Nr. 19; BE 1.2) - Gärrestspeicher III (Nr. 20; BE 3.1)
Fermenter (Nr. 10; BE 1.2) - Gärrestspeicher III (Nr. 20; BE 3.1)
Gärrestspeicher III (Nr. 20; BE 3.1) - Gärrestspeicher I (Nr. 9; BE 3.1) und Gärrestspeicher II (Nr. 8; BE 3.2)
Gärrestspeicher III (Nr. 20; BE 3.1) - Separation (Nr. 23; BE 1.4)
Separation (Nr. 23; BE 1.4) - Gärrestspeicher I (Nr. 9; BE 3.1) und Gärrestspeicher II (Nr. 8; BE 3.2)

3. Flüssigkeiten, die durch die Rohrleitung transportiert werden (Bezeichnung des wassergefährdenden Stoffes nach Formular 11.1):

- Gärsubstrat
- Gärrest, flüssig

4. Leitungsführung:

[X] unterirdisch/mit unterirdischen oder nicht einsehbaren Anlagenteilen

[X] oberirdisch

5. Ausführung als:

[X] Saugleitung

[X] Druckleitung:

- [ ] einwandig
- [ ] einwandig mit kathodischem Korrosionsschutz
- [ ] doppelwandig mit Leckanzeiger
  (Nachweis über baurechtliches Prüfzeichen / allgem. bauaufsichtl. Zulassung für das Leckanzeigegerät ist erforderlich)
- [X] einwandig in flüssigkeitsdichtem Schutzrohr
- [ ] einwandig in flüssigkeitsdichtem Kanal
  (bei flüssigkeitsdichtem Schutzrohr oder Kanal sind Angaben über Kontrolleinrichtungen und das Auffangvolumen erforderlich)

[ ] Nachweise sind beigefügt

[X] Nachweise werden zur Abnahme vorgelegt

6. Werkstoffe:

Rohrleitung:	[X]	DIN:	8074/75
	[ ]	Stahl, Werkstoff Nr.:	
	[X]	Kunststoff (Material): (Nachweis über baurechtl. Prüfzeichen beifügen)	PE-HD; PE 100
		Datum Prüfzeichen Nr.:	
	[ ]	Sonstiges:	
Schutzrohr:	[X]	DIN:	EN 1401-1 2019
	[ ]	Stahl, Werkstoff Nr.:	
	[X]	Kunststoff (Material):	PVC
	[ ]	Sonstiges:	

7. Maximaler Betriebsdruck (bei Druckleitungen): bar

8. Sicherheitsvorkehrungen:

☐ Bruchsicherung mit automatischer Meldung

☒ Bruchsicherung mit Schnellschluss der Schieber

9. TRwS oberirdische Rohrleitungen

☐ Teil 1: Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen

☒ Teil 2: Rohrleitungen aus polymeren Werkstoffen

☐ Nachweise sind beigefügt ☒ Nachweise werden zur Abnahme vorgelegt

11.8 Sonstiges

Ergänzende Angaben zum Gewässerschutz

Wassergefährdungsklassen (WGK)

Inputstoffe und Outputstoffe

Gemäß § 3 (2) AwSV gelten folgende Stoffe als allgemein wassergefährdend und werden nicht in Wassergefährdungsklassen eingestuft:

1. Wirtschaftsdünger, insbesondere Gülle oder Festmist, im Sinne des § 2 Satz 1 Nummer 2 bis 4 des Düngegesetzes,

2. Jauche im Sinne des § 2 Satz 1 Nummer 5 des Düngegesetzes,

3. tierische Ausscheidungen nicht landwirtschaftlicher Herkunft auch in Mischung mit Einstreu oder in verarbeiteter Form,

4. Silagesickersaft,

5. Silage oder Siliergut, bei denen Silagesickersaft anfallen kann,

6. Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft zur Gewinnung von Biogas sowie die bei der Vergärung anfallenden flüssigen und festen Gärreste.

Sonstige Stoffe

Die Wassergefährdungsklassen der sonstigen gehandhabten Stoffe sind den Sicherheitsdatenblättern des Abschnitts 3.5.1 zu entnehmen.
Für Altöl liegt kein Sicherheitsdatenblatt vor. Altöl ist gemäß *Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe* grundsätzlich in die Wassergefährdungsklasse 3 einzustufen.

Behälter und Bodenplatten

Um den wasserrechtlichen Anforderungen, insbesondere der Anforderungen der AwSV (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) zu entsprechen, werden bei der Errichtung des neuen Hochfermenters (Nr. 19) und des neuen gasdichten Gärrestspeichers (Nr. 20) die nachfolgend beschriebenen Vorkehrungen getroffen.

Die neuen Behälter werden gemäß AwSV dicht, medienbständig und standsicher sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik, inbesondere unter Beachtung der TRwS 792, entsprechend ausgeführt.

Vor Inbetriebnahme der Behälter werden diese einer Dichtheitsprüfung unterzogen. Die Ergebnisse werden protokolliert.

Hochfermenter (Nr. 19)

Der neue Hochfermenter wird als Rundbehälter in Segmentbauweise aus profilversteiften Edelstahlmantelblechen auf einer Ortbeton-Bodenplatte ausgeführt.

Die Bodenplatte des neuen Hochfermenters wird in einem Stück betoniert und ohne Arbeits- und Dehnungsfugen ausgeführt. Durchführungen durch die Sohlplatte erfolgen nicht.

Die Bleche des Behälters werden an den horizontalen Fugen gestoßen und zusammen mit den U-Profilen verschraubt. In den vertikalen Stößen werden die Mantelbleche überlappt und verschraubt.

Die Verbindung der Behälterwand zum Stahlbetonfundament erfolgt über ein umlaufendes Winkeleisen aus rostfreiem Edelstahl, das mit Edelstahldübeln und Edelstahlschrauben befestigt wird.

Zur Überwachung der Bodenplatte sowie des Fußpunktes zwischen Sohle und Behälter wird der neue Hochfermenter mit einem Leckageerkennungssystem (System Lücke Leckerkennung 150+ der Folien Lücke GmbH oder gleichwertig) ausgestattet. Das Leckageerkennungssytem wird regelmäßig kontrolliert. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des vorgesehenen Leckageerkennungssytem ist als Anlage beigefügt.

Die Abdichtung der Edelstahlmantelbleche untereinander und zur Bodenplatte erfolgt mit einem geeigneten Fugenabdichtungssystem (Sikaflex-403 Tank & Silo der Sika Deutschland GmbH). Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des geplanten Systems ist als Anlage beigefügt.

Weitere Details zur Konstruktion des Behälters sind der Behälterzeichnung (Abschnitte 12.3.3) sowie den statischen Berechnungen (Abschnitt 12.6, separater Statikordner) zu entnehmen.

Gärrestspeicher III (Nr. 20)

Der neue gasdichte Gärrestspeicher wird als Stahlbeton-Rundbehälter in Ortbetonbauweise mit Ortbeton-Bodenplatte ausgeführt. Die Tragwerksplanung erfolgte unter anderem auf Grundlage der DIN 1045 und der DIN 11622-2.

Die Bodenplatte des neuen Gärrestspeichers wird in einem Stück betoniert und ohne Arbeits- und Dehnungsfugen ausgeführt. Durchführungen durch die Sohlplatte erfolgen nicht.

Der Wand-/ Sohle-Anschluss der neuen Behälter wird mit einem geeigneten Fugenblechsystem (CEMflex AVS-JGS der BGA GmbH oder gleichwertig) versehen. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des vorgesehenen Fugenblechsystems CEMflex ist als Anlage beigefügt.

Zum Schutz gegen chemischen Angriff wird der gasdichte Gärrestspeicher innen mit einer vollflächigen gas- und flüssigkeitsdichten Betonschutzfolie aus Polypropylen-Schlingengewebe (AGROTEL Ceno-Tec WireTarp WT) beschichtet. Die Beschichtung erfolgt schalungsseitig und sorgt für eine dauerhafte Beständigkeit gegen aggressive Medien. Ein Produktdatenblatt der Betonschutzfolie ist nachfolgend beigefügt.

Für den Fall, dass in der Wand Revisionsöffnungen (Wanddurchführung) angeordnet werden, befinden sich diese grundsätzlich mindestens ca. 0,50 m über Geländeoberkante und 600 mm lichte Weite unterhalb des maximalen Flüssigkeitsspiegels. Die Revisionsöffnung wird mittels Edelstahlplatte verschlossen und mit einer EPDM-Dichtung und einer zusätzlichen Ringraumdichtung abgedichtet. Dichtung und Edelstahlplatte sind gegen Herausdrücken gesichert. Die Wanddurchführungen sind einsehbar, so dass Undichtigkeiten jederzeit festgestellt werden können.

Zur Überwachung der Bodenplatte sowie des Fußpunktes zwischen Sohle und Behälter wird der neue gasdichte Gärrestspeicher mit einem Leckageerkennungssystem (System Leak Detection 1.0 der KAT GmbH oder gleichwertig) ausgestattet. Das Leckageerkennungssytem wird regelmäßig kontrolliert. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des vorgesehenen Leckageerkennungssytem KAT ist als Anlage beigefügt.

Weitere Details zur Konstruktion des Behälters sind der Behälterzeichnung (Abschnitte 12.3.4) sowie den statischen Berechnungen (Abschnitt 12.6, separater Statikordner) zu entnehmen.

Rohrleitungen

Rohrleitungen werden gemäß AwSV aus korrosionsbeständigem Werkstoff hergestellt und längskraftschlüssig ausgeführt. Die Substratleitungen sind grundsätzlich in HDPE, PN 6 ausgeführt. Die Rohrleitungen werden entsprechend der geltenden Richtlinien hergestellt und über Elektro-Muffen-Schweißung verbunden. Rohrleitungen im Erdreich werden ausschließlich von Fachpersonal nach WHG verarbeitet und verlegt. Die Arbeiten werden von einem Bauleiter kontrolliert und überwacht. Vor der Inbetriebnahme findet eine Druckprüfung statt. Die Dichtigkeitsprüfung sämtlicher Rohrleitungen wird protokolliert.

Die Wanddurchführungen der Rohrleitungen erfolgen mittels eines Edelstahlrohres grundsätzlich mindestens ca. 0,50 m über GOK. Die Wanddurchführungen sind generell einsehbar, so dass Undichtigkeiten jederzeit festgestellt werden können. Unmittelbar nach der Durchführung der Rohrleitungen durch die Wand wird jeweils ein Absperrschieber angeflanscht.

Überfüllsicherungen

Der neue Hochfermenter und der neue gasdichte Gärrestspeicher werden mit einer Überfüllsicherung (Messsonde VEGACAP der VEGA Grieshaber KG oder gleichwertig) ausgestattet. Bei Ansprechen der Überfüllsicherung wird in der Visualisierung eine Störmeldung angezeigt und eine Alarmierung und Rufweiterschaltung ausgelöst. Nach Behebung der Störung muss am Schaltschrank quittiert werden. Die bauaufsichtliche Zulassung der vorgesehenen Messsonde für die Überfüllsicherung ist als Anlage beigefügt.

Über- und Unterdrucksicherungen

An den Gasräumen des Hochfermenters und des gasdichten Gärrestspeichers werden Über- und Unterdrucksicherungen angeschlossen, die dafür sorgen, dass weder ein Über- noch ein Unterdruck im jeweiligen Gasspeicher entsteht. Bei den Über- und Unterdrucksicherungen handelt es sich um geschlossene Einheiten ohne Rohrleitungen. Zum Schutz vor Frost ist die Flüssigkeit in den Sicherungen mit dem Frostschutzmittel Glykosol versetzt. Der gehandhabte Stoff Glykosol ist gemäß vorliegendem Sicherheitsdatenblatt in die Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft.

Umwallung

Die vorhandene Umwallung wird im Rahmen der Anlagenerweiterung angepasst, so dass zukünftig auch die neuen Behälter im Havarieraum liegen, so dass sichergestellt ist, dass im Havariefall auslaufendes Substrat vollständig innerhalb der Umwallung zurückgehalten werden kann. Die zugehörige Havarieraumplanung mit Darstellung des geplanten Wallverlaufs und des erweiterten Havarieraumes sind dem Abschnitt 11.8.2 nachfolgend als Anlage beigefügt.

Anlagen:

- 11.8.1.1a Leckerkennungssystem Lücke 150+ - Verlängerung Zulassung (Hochfermenter).pdf
- 11.8.1.1b Leckerkennungssystem Lücke 150+ - Zulassung (Hochfermenter).pdf
- 11.8.1.2 Leckerkennungssystem Leak Detection 1.0 - Zulassung (Gärrestspeicher).pdf
- 11.8.1.3 Fugenabdichtungssystem Sikaflex-403 Tank & Silo - Zulassung (Hochfermenter).pdf
- 11.8.1.4 Fugenblechsystem CEMflex - Zulassung (Gärrestspeicher).pdf
- 11.8.1.5 Betonschutzfolie WireTarp WT - Auszug Produktdatenblatt (Gärrestspeicher).pdf

- 11.8.1.6 Messsonde VEGACAP - Zulassung.pdf
- 11.8.2.1 Havarieraumplanung.doc
- 11.8.2.2 Lageplan zur Havarieraumplanung.pdf

Deutsches Institut für Bautechnik

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Zulassungs- und Genehmigungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bescheid

über die Verlängerung der Geltungsdauer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/ allgemeinen Bauartgenehmigung vom 4. März 2022

Datum:	Geschäftszeichen:
09.08.2023	II 71-1.59.26-47/23

Nummer:
Z-59.26-444

Geltungsdauer
vom: **9. August 2023**
bis: **9. August 2028**

Antragsteller:
Folien Lücke GmbH
Benzstraße 4
48703 Stadtlohn

Gegenstand des Bescheides:
Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Dieser Bescheid verlängert die Geltungsdauer der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/ allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-59.26-444 vom 4. März 2023.
Dieser Bescheid umfasst eine Seite. Er gilt nur in Verbindung mit der oben genannten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung und darf nur zusammen mit dieser verwendet werden.

Dirk Brandenburger
Abteilungsleiter

Beglaubigt
Dr.-Ing. Westphal-Kay

Deutsches Institut für Bautechnik

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Zulassungs- und Genehmigungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Datum: 04.03.2022

Geschäftszeichen: II 71-1.59.26-17/20

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung

Nummer:
Z-59.26-444

Geltungsdauer
vom: **4. März 2022**
bis: **3. August 2023**

Antragsteller:
Folien Lücke GmbH
Benzstraße 4
48703 Stadtlohn

Gegenstand dieses Bescheides:
Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen/genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst 16 Seiten und 15 Anlagen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Nr. Z-59.26-444 vom 13. August 2020.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.

5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

(1) Gegenstand dieses Bescheids ist das Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+". Das Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" darf unterhalb von Rund- und Rechteckbehältern (z. B. Stallanlagen) aus Stahlbeton nach DIN 11622-2[1] verwendet werden. Das Leckageerkennungssystem darf in Lager- und Abfüllanlagen von

- Biogasanlagen (Biogas-LA-Anlagen), in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft gemäß § 2 (8) AwSV[2] eingesetzt werden, sowie
- Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen), in denen ausschließlich Stoffe gemäß § 2 (13) AwSV[2] eingesetzt werden,

verwendet werden.

(2) Das Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" besteht aus

- Kunststoffdichtungsbahn "LD 150",
- Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) oder Drainkomponente "N 200",
- Leckagesonde "Maximat LW CX" (Z-65.40-496) und
- Zubehör (geotextile Schutzlagen, Kontrollschacht verbunden mit dem Drainrohr, falls ein Drainrohr verwendet wird, und die zugehörigen Flanschverbindungen, weg- bzw. kraftkontrollierte Befestigungsmittel mit einer gültigen Europäischen Technischen Bewertung (ETA) oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung, die in gerissenem Beton verwendet werden dürfen, Klemmschiene, Dichtmasse).

Der Aufbau des Leckageerkennungssystems ist in Anlage 1 und Anlage 2 dargestellt.

(3) Die Dichtungsbahn wird auf einem definiert vorbereiteten Untergrund verlegt und gemeinsam mit der Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) oder "N 200" mit Hilfe von bestimmten Befestigungskonstruktionen am Betonbehälter befestigt.

(4) Der Raum zwischen Dichtungsbahn und Behälteraußenwand (Kontrollraum) ist über ein KG-Rohr DN 100 mit Kontrollschächten verbunden.

(5) Dieser Bescheid berücksichtigt auch die wasserrechtlichen Anforderungen an den Zulassungs- und Regelungsgegenstand. Gemäß § 63 Abs. 4 Nr. 2 und 3 WHG[3] gilt der Zulassungs- und Regelungsgegenstand damit als geeignet.

(6) Der Bescheid berücksichtigt die wasserrechtlichen Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS-Anlagen). Der Zulassungs- und Regelungsgegenstand darf gemäß Abschnitt 2.1 der Anlage 7 der AwSV[2] in JGS-Anlagen verwendet bzw. angewendet werden.

(7) Dieser Bescheid wird unbeschadet der Prüf- und Genehmigungsvorbehalte anderer Rechtsbereiche erteilt.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

[1]	DIN 11622-2:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos - Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
[2]	AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18.04.2017 (BGBl. I S. 905), zuletzt geändert durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
[3]	WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901)

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Dichtungsbahn "LD 150"

(1) Die Dichtungsbahn aus Polyethylen niedriger Dichte (PE LD) muss folgende Eigenschaften haben. Sie muss

- eine beidseitig glatte Oberfläche aufweisen,
- eine Nenndicke von mindestens 1,5 mm aufweisen,
- flüssigkeitsundurchlässig gegenüber den in Abschnitt 1 (1) aufgeführten wassergefährdenden Stoffen sein,
- alterungsbeständig sein,
- witterungsbeständig nach Klasse "W1" für die Innenanwendung und die Außenanwendung bzw. freie Bewitterung sein und
- mikroorganismenbeständig sowie wurzelfest sein.

(2) Die Dichtungsbahnen werden in Breiten von bis zu 6 m und einer Rollenlänge von 120 m hergestellt.

(3) Die Eigenschaften nach Abschnitt 2.1.1 (1) wurden dem DIBt gegenüber nachgewiesen.

(4) Die Rezeptur der Mischung für die Herstellung der Dichtungsbahn "LD 150" ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

(5) Die mechanisch-physikalischen Eigenschaften der Dichtungsbahn einschließlich der zugehörigen Nachweisverfahren sind in Anlage 12 angegeben.

2.1.2 Drainkomponenten

2.1.2.1 Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000"

Die Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" ist durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-59.62-475 geregelt.

2.1.2.2 Drainkomponente "N 200"

(1) Die Drainkomponente "N 200" besteht aus einer Hohlnoppenbahn aus Polyethylen hoher Dichte (PE HD) und ist noppenseitig mit einem Vlies aus Polypropylen (PP) kaschiert. Die Drainkomponente muss folgende Eigenschaften haben. Sie muss

- ein Flächengewicht von 740 g/m² aufweisen,
- chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) genannten wassergefährdenden Stoffe sein und
- ein Wasserableitvermögen von 3,5 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung hart/weich, hydraulischer Gradient i = 1) aufweisen.

(2) Dem DIBt gegenüber wurde nachgewiesen, dass die Drainkomponente für die Verwendung unter Betonbehältern unter den im Bescheid definierten Randbedingungen (z. B. Auflast) geeignet ist.

2.1.3 Zubehör

Die Zubehörteile des Leckageerkennungssystems (z. B. Drainrohr, Kontrollschacht, Flanschverbindung, Befestigungsmittel) müssen den beim DIBt hinterlegten Angaben und den Anforderungen nach Anlage 11 entsprechen.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Dichtungsbahn "LD 150"

(1) Die Herstellung der Dichtungsbahn hat nach den im DIBt hinterlegten Rezepturen in dem vom Antragsteller benannten Herstellwerk (Werk 1) zu erfolgen. Name und Anschrift des Herstellwerks sind beim DIBt hinterlegt.

(2) Änderungen in der jeweiligen Rezeptur der Dichtungsbahn bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das Deutsche Institut für Bautechnik.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

(3) Angaben zum Herstellverfahren sind beim DIBt hinterlegt. Änderungen bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das DIBt.

(4) Verpackung, Transport und Lagerung der Dichtungsbahn muss so erfolgen, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Lagerung der Dichtungsbahn ist auf ebenem, steinfreiem Untergrund vorzusehen, wobei direktes Übereinanderlagern der Rollen zu vermeiden ist. Gegen direkte Sonneneinstrahlung ist die Dichtungsbahn zu schützen.

(5) Der Lieferschein für die Dichtungsbahn muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3.1 erfüllt sind.

(6) Die Bescheidnummer ist leicht erkennbar und dauerhaft mit dem Namen des Antragstellers und dem Herstelldatum auf den Verpackungen (Beipackzettel) und auf der Dichtungsbahn (mindestens alle 5 lfd. m) anzugeben. Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Nr. Z-59.26-444' zu versehen.

2.2.2 Drainkomponente "N 200"

(1) Die Drainkomponente "N 200" wird in dem vom Antragsteller benannten Herstellwerk (Werk 3) hergestellt. Name und Anschrift des Herstellwerks sind beim DIBt hinterlegt.

(2) Die Drainkomponente muss den Eigenschaften und Kennwerten gemäß Abschnitt 2.1.2.2 (1) und der Anlage 11 unter Berücksichtigung der Anforderungen des Antragstellers entsprechen. Der Hersteller der Drainkomponente hat diese Eigenschaften und Kennwerte mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204, Abschnitt 4 nachzuweisen.

(3) Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Nr. Z-59.26-444' zu versehen.

2.2.3 Zubehör

(1) Die Zubehörteile müssen den Anforderungen gemäß Anlage 11 unter Berücksichtigung der Anforderungen des Antragstellers entsprechen.

(2) Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Nr. Z-59.26-444' zu versehen.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Dichtungsbahn mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für das Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikats einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

(2) Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Dichtungsbahn eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

(3) Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(4) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

(5) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) Im Herstellwerk der Dichtungsbahn ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellte Dichtungsbahn den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entspricht.

(2) Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die in Anlage 13 aufgeführten Maßnahmen einschließen.

(3) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Dichtungsbahn,
- Zuordnung der hergestellten Dichtungsbahn zur Charge der verwendeten Formmassen einschließlich des Masterbatches,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Dichtungsbahn,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen gemäß Anlage 12 und Anlage 13 sowie
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(4) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(5) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

(1) Im Herstellwerk der Dichtungsbahn sind das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

(2) Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

(3) Die Fremdüberwachung der Herstellung der Dichtungsbahn ist gemäß Anlage 13 durchzuführen. Die Identität ist dabei im Vergleich der Angaben der Anlage 12 "Überwachungswerte" mit den im Rahmen der Fremdüberwachung ermittelten Werten

a. zu den Formmassen (Dichte, Schmelze-Massefließrate und Oxidations-Induktionszeit bei 170 °C) sowie
b. zum Formstoff (Dichte, Schmelze-Massefließrate und Verhalten bei Zugbeanspruchung (σ_m und ε_m))

festzustellen.

(4) Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Dichtungsbahn mit folgendem Prüfumfang durchzuführen:

- Identität der Materialien (siehe Abschnitt 2.3.3 (3)),
- Beschaffenheit,
- Dicke,
- Rußgehalt und Homogenität der Rußverteilung,
- Verhalten nach Erwärmung (Maßänderung),
- Kurzzeitfügefaktoren sowie

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

– Prüfung des Verhaltens gegenüber Gruppe 1 und Gruppe 2 der Liste 7 der Medienlisten des DIBt[4] mit einer Prüfdauer von mindestens 90 Tagen und bis zur Gewichtskonstanz.

(5) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung und Bemessung

(1) Der Einbau des Leckageerkennungssystems (vorkonfektionierte Dichtungsbahnlagen (Planen), Drainkomponenten, Kontrollschacht, Eckausführung usw.) ist fachkundig zu planen. Bei der Planung ist gegebenenfalls auftretendes Schichtenwasser zu berücksichtigen.

(2) Das Leckageerkennungssystem darf unter Rund- und Rechteckbehältern (z. B. Stallanlagen) verwendet werden.

(3) Die Geometrie inkl. Größe der im Werk vorzukonfektionierenden Dichtungsbahnlagen (Planen) ist objektbezogen während der Planung festzulegen. Hierbei ist zu beachten, dass das Gewicht einer Plane maximal 3 Mg (3 Tonnen) betragen darf.

(4) In der Planung ist für Behälter mit Einbindetiefen ins Erdreich kleiner/gleich 130 cm für Rundbehälter eine kreisrunde Bodenplane und für Rechteckbehälter eine Rechteckplane vorzusehen. Für die Festlegung des Durchmessers bzw. der Kantenlängen der Bodenplane sind mindestens

– der äußere Behälterdurchmesser bzw. die äußeren Abmessungen des Rechteckbehälters,
– die Dicke der Behältersohle,
– die doppelte Länge des Sohlvorsprungs sowie
– die Höhe, mit der die Dichtungsbahn zur Befestigung an der Behälterwand hochgeführt wird,

zu berücksichtigen.

(5) Bei Behältern, die tiefer als 130 cm ins Erdreich einbinden, ist zusätzlich zur Bodenplane nach (4) eine rechteckige Mantelplane vorzusehen. Die Mantelplane ist auf einer Längsseite so auszuführen, dass sie zweilagig ist (Y-Form). Mit diesem Teil wird der Anschluss an die Bodenplane vorgenommen (siehe Anlage 6).

(6) Bei der Festlegung der Abmessungen der Mantelplane ist die Überlappungslänge für den vertikalen Stoß mit min. 50 cm zu berücksichtigen.

(7) Sollte aufgrund der Außenabmessungen des Behälters (Durchmesser bzw. Kantenlängen) und/oder der Gewichtsbeschränkung für die Vorkonfektionierung mehr als eine Mantelplane erforderlich werden, sind die Abmessungen (Länge) der jeweiligen Mantelplanen so zu wählen, dass die entstehenden vertikalen Stöße gleichmäßig über die Behälterwandlänge verteilt sind.

(8) Die maximale Höhe einer Mantelplane darf 6 m betragen. Es sind über die Einbindetiefe zwei Mantelplanen vorzusehen, wenn eine Mantelplane aufgrund der Einbindetiefe des Behälters nicht ausreicht. Übereinander angeordnete Mantelplanen sind - so wie beim Anschluss Mantelplane an Bodenplane - mit einem zweilagigen Anschluss (Y-Anschluss) zu verbinden (siehe Anlage 6).

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

[4] Medienlisten für Abdichtungsmittel und Dichtkonstruktionen in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe, Stand Mai 2021

(9) Wird das Leckageerkennungssystem unterhalb von Rechteckbehältern/-konstruktionen (z. B. Stallanlagen) eingesetzt, ist die Ausführung der Außen- bzw. Innenecken gesondert zu planen. Die Ausführung ist in einem Konstruktions- und Ablaufplan darzustellen. Für die Außen- und Innenecken sind werksseitig vorgefertigte Formteile zu verwenden (siehe Anlage 4 und Anlage 5). Innenecken sind Vorort fachgerecht durch einen geprüften Fachschweißer herzustellen.

(10) Die Drainkomponenten sind so auszuwählen, dass

- die Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) mit einer maximalen Flächenlast (aus Befüllung und Auflast des Behälters) von max. 77 kN/m² belastet wird und
- die Drainkomponente "N 200" mit einer maximalen Flächenlast (aus Befüllung und Auflast des Behälters) von max. 350 kN/m² belastet wird.

Unterhalb eines Behälters besteht ein Vermischungsverbot. Es darf nur das Produkt "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) oder "N 200" verwendet werden.

(11) Die Drainkomponente "N 200" ist so zu verwenden, dass der geschlossene Teil der Noppen nach unten und der offene Teil der Noppen nach oben zeigt, so dass die Noppen beim Betonieren der Sohlplatte vollständig mit Beton gefüllt werden. Zwischen Noppenbahn und Sohlplatte dürfen keine Trennschichten, z. B. PE-Folie, eingebaut werden (siehe Anlage 3). In der statischen Berechnung ist das entsprechend objektbezogen zu berücksichtigen.

(12) Bei Verwendung der Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) ist zwischen Drainkomponente und Sohlplatte eine Trennlage, z. B. PE-Folie, vorzusehen. In der statischen Berechnung ist das entsprechend objektbezogen zu berücksichtigen.

(13) Ist die Verwendung einer Drain-Ringleitung vorgesehen, muss diese zur Aufnahme und Ableitung der aus der Drainkomponente eventuell austretenden Flüssigkeit ein durchgängiges Gefälle zum Kontrollschacht von mindestens 0,5 % haben, beginnend am gegenüber dem Kontrollschacht liegenden Hochpunkt.

(14) Zur Leckageerkennung ist die elektrische Leckagesonde "Maximat LW CX" (Z-65.40-496) inkl. Signaleinrichtung vorzusehen. Die Leckagesonde muss medienbeständig gegen die in Abschnitt 1 (1) genannten Stoffe gemäß AwSV sein. Der Anwendungsbereich der Leckagesonde ergibt sich aus den Besonderen Bestimmungen des Bescheids Nr. Z-65.40-496 und den zusätzlichen Angaben des Antragstellers des Bescheids Nr. Z-65.40-496.

(15) Die Anzahl der Kontrollschächte ist in der jeweiligen Objektplanung zu planen und zu dokumentieren. Es sind mindestens zwei Kontrollschächte vorzusehen. Je Kontrollschacht ist eine Leckagesonde vorzusehen.

(16) Der tiefste Punkt des Leckageerkennungssystems muss mindestens 50 cm über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand liegen.

(17) Zum Verlegen der aus Dichtungsbahnen vorgefertigten Fläche (Plane) ist ein steinfreies, verdichtetes und abgewalztes Rohplanum mit einem Verdichtungsgrad von min. 95 % der einfachen Proctordichte vorzusehen. Ergeben sich aus dem statischen Nachweis für den Behälter bzw. die Stallanlage höhere Anforderungen, sind diese zu beachten. Auf das Rohplanum werden Schutzlagen (PE-Schutzlage und Geotextil) gemäß Anlage 11 verlegt.

(18) Die Standsicherheit des Untergrunds ist vor dem Einbau der Dichtungsbahn nachzuweisen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

3.2 Ausführung

3.2.1 Allgemeines

(1) Der ausführende Betrieb (gemäß Vorschriften der AwSV), einschließlich seiner Fachkräfte, muss vom Antragsteller für die in diesem Bescheid genannten Tätigkeiten geschult, eingewiesen und autorisiert sein.

(2) Bei der Verwendung des Leckageerkennungssystems in JGS-Anlagen wird auf Anlage 7, Abschnitt 2.4 der AwSV verwiesen, wonach der ausführende Betrieb für diese Tätigkeiten Fachbetrieb gemäß § 62 AwSV sein muss, es sei denn, die Tätigkeiten sind gemäß AwSV von der Fachbetriebspflicht ausgenommen.

(3) Für den ordnungsgemäßen Einbau des Leckageerkennungssystems hat der Antragsteller eine Einbau- und Verarbeitungsanweisung zu erstellen, in der zusätzlich zu den Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere zu den folgenden Punkten detaillierte Beschreibungen enthalten sein müssen:

- Art der Vorkonfektionierung der Dichtungsbahnen zu Planen (Mantel- /Bodenplane) inkl. Prüfung der Fügenähte in der Vorkonfektion,
- Baugrundvorbereitung und -beschaffenheit, Angaben zur erforderlichen Baufreiheit,
- erforderliche Arbeitsgänge (Einbau der Planen, der Drainagekomponente, der Kontrollschächte, Einbau und Anschluss der Leckagesonde),
- Arbeitsgänge für das Errichten des Leckageerkennungssystems unterhalb von Rechteckbehältern/-konstruktionen (z. B. Stallanlagen),
- Befestigung der Planen (vorkonfektionierte Dichtungsbahn) an der Wand und
- Nacharbeiten und Ausbesserungen.

(4) Für das Leckageerkennungssystem dürfen nur die Komponenten gemäß Abschnitt 1 (2) verwendet werden.

(5) Zu jeder Ausführung ist eine Fotodokumentation anzufertigen und diese zu den Bauakten zu geben. In die Fotodokumentation sind u. a. die Detailausführungen, z. B. Anschluss Kontrollraum an Kontrollschacht, Ausführung horizontale Befestigung, Ausführung von Ecken, aufzunehmen.

3.2.2 Vorkonfektionierung im Werk

(1) Die Planen (Boden- und Mantelplanen) sowie die Formteile der Außen- und Innenecken werden im Werk der Firma Folien Lücke GmbH, Benzstraße 4 in 48703 Stadtlohn sowie im Werk der vom Antragsteller benannten Firma 1 oder im Werk der vom Antragsteller benannten Firma 2 vorkonfektioniert. Name und Anschrift der Firma 1 und der Firma 2 sind beim DIBt hinterlegt. Die Firma 1 und die Firma 2 müssen die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1 (1) erfüllen. Auf Abschnitt 3.2.1 (2) wird hingewiesen.

(2) Beim Vorkonfektionieren werden die Nähte durch Maschinenschweißung mittels Heizkeilschweißen mit Überlappungsnähten mit Prüfkanal gemäß DVS-Richtlinie 2225-1[5] hergestellt. Handschweißungen mittels Warmgasschweißen nach DVS-Richtlinie 2225-1 dürfen als Überlappnaht ohne Prüfkanal ausgeführt werden und nur zum Versiegeln von T-Stößen und bei kurzen Nähten angewandt werden. Die Planengröße und -anzahl ergibt sich aus der objektbezogenen Planung.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

[5] DVS 2225-1:1991-02 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im ERd- und Wasserbau, Schweißen, Kleben, Vulkanisieren

(3) Für die Durchführung der Fügearbeiten sind die Richtlinien des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS-Richtlinien) anzuwenden. Das Schweißen der Dichtungsbahn erfolgt nach der DVS-Richtlinie 2225-1 mittels Heizkeilschweißen. Für die Schweißarbeiten darf nur Personal eingesetzt werden, welches über eine gültige Prüfbescheinigung gemäß DVS-Richtlinie 2212-3[6], Untergruppe III-2 bzw. III-3 verfügt. Die Prüfbescheinigung muss mit der in diesem Bescheid geregelten Dichtungsbahn "LD 150" erlangt worden sein. Die Schweißnähte sind gemäß DVS-Richtlinie 2225-2[7] zu prüfen und zu protokollieren.

(4) Alle Fügenähte und Anschlussschweißungen sind vollständig und in ganzer Länge wie folgt durch den Antragsteller oder einem Betrieb nach Abschnitt 3.2.2 (1) zu kontrollieren:

- äußere Beschaffenheit der Nähte,
- Abmessung der Fläche und Anschlusspunkte,
- Prüfung mittels Schälversuch an Probeschweißungen nach DVS 2225-2,
- Dichtheitsprüfung (Druckluftprüfung oder Vakuumverfahren) über die gesamte Länge der Schweißnähte.

Die Ergebnisse der Kontrollen sind zu dokumentieren, eine Bestätigung über die vorgenommenen Kontrollen der Qualität und vorgenommenen Prüfungen anzufertigen, mit der vorkonfektionierten Fläche aus Dichtungsbahnen "LD 150" zum Einbauort mitzugeben und in der dortigen Bauakte aufzunehmen. Die Unterlagen sind dem DIBt, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

3.2.3 Ausführung auf der Baustelle

(1) Der ausführende Betrieb hat sich auf der Baustelle zu vergewissern, dass alle Komponenten des Leckageerkennungssystems (gemäß Anlage 11) mit dem maßgebendem bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis oder Abnahmeprüfzeugnis gemäß diesem Bescheid vor Beginn des Einbaus zur Verfügung stehen.

(2) Das Leckageerkennungssystem ist gemäß den Bestimmungen dieses Bescheids, nach den Konstruktionszeichnungen und der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers einzubauen. Die in der Einbau- und Verarbeitungsanweisung festgelegten Verarbeitungshinweise sind einzuhalten. Einzelkomponenten dürfen nicht ausgetauscht, entfernt oder separat eingebaut werden.

(3) Die werkseitig gefügte Bodenplane ist auf der Baustelle auf dem Schutzvlies auszulegen. Der Untergrund muss den Anforderungen des Abschnitts 3.1 entsprechen.

(4) Beim Einbau der Planen und der Drainkomponente sind diese lose und spannungsfrei zu verlegen. Hierbei ist darauf zu achten, dass Beschädigungen ausgeschlossen werden. Bei vorhandenem Sohlvorsprung ist auf diesem zum Schutz der Bodenplane die Drainkomponente hochzuführen (siehe Anlage 1 und Anlage 2). Bei Arbeiten auf den Planen ist dafür zu sorgen, dass eine Beschädigung der Planen ausgeschlossen ist. Bei der Verlegung sind Maßnahmen zur Sturmsicherung der verlegten Planen und der Drainkomponenten zu treffen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

[6] DVS 2212-3:1994-10 Prüfungen von Kunststoffschweißern; Prüfgruppe III; Bahnen im Erd- und Wasserbau

[7] DVS 2225-2:1992-08 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau - Baustellenprüfungen

(5) Ist die Verwendung einer Drain-Ringleitung innerhalb des Leckageerkennungssystems nicht vorgesehen (siehe Anlage 1), sind vor dem Verlegen der Drainkomponenten die für die spätere Anbindung an den Kontrollschacht erforderlichen Arbeiten entsprechend der Verlege- und Arbeitsanweisung des Antragstellers vorzunehmen.

(6) Die Drainkomponente ist vollflächig, lose und spannungsfrei zu verlegen.

(7) Bei Verwendung der Drainkomponente "N 200" ist diese so auf der Dichtungsbahn zu verlegen, dass der offene Teil der Noppen nach oben zeigt, so dass die Noppen beim Betonieren der Sohlplatte vollständig mit Beton gefüllt werden. Zwischen Noppenbahn und Sohlplatte dürfen keine Trennschichten, z. B. PE-Folie, eingebaut werden. Der für die Baumaßnahme verantwortliche Bauleiter hat sich vor Beginn der Baumaßnahme zu vergewissern, dass die Verwendung der Noppenbahn vom fachkundigen Planer geplant war (siehe Abschnitt 3.1 (11)). In der Bauakte ist das vom für die Baumaßnahme verantwortlichen Bauleiter zu dokumentieren.

Für die Stoßausbildung in Abrollrichtung ist die jeweils nächste Noppenbahn auf die einseitig an die Noppenbahn angeformte Überlappung der vorher verlegten Noppenbahn aufzulegen. Zur Ausbildung des Stoßes am Rollenende ist der Vliesstoff auf ca. 10 cm von den Noppen zu lösen und diese sind im Stoßbereich ineinander zu stecken. Die Noppenbahnen sind so zu verlegen, dass keine Kreuzstöße entstehen und von zwei nebeneinanderliegenden Noppenbahnen die Querüberlappungen einen Abstand von 50 cm aufweisen (siehe Anlage 3). Zusätzlich ist die Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers zu beachten.

(8) Bei Verwendung der Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) ist diese mit einer ausreichenden Überlappung zu verlegen.

(9) Beschädigungen sowohl an der Dichtungsbahn als auch an der Drainkomponente müssen durch geeignete Maßnahmen (z. B. Schutzabdeckungen) ausgeschlossen werden. Nach dem Verlegen der Bewehrungslage und vor dem Betonieren ist zu kontrollieren, dass die Drainkomponente unbeschädigt und vollflächig verlegt ist. Bereiche mit Fehlstellen (z. B. Durchlöcherung infolge von Arbeitsprozessen auf der Dichtungsbahn oder der Drainkomponente) oder Bereiche, die nicht ordnungsgemäß vollflächig eingebaut wurden, sind nachzuarbeiten. Auf das Mischungsverbot für die Drainkomponenten unterhalb der Bodenplatte innerhalb eines Leckageerkennungssystems wird verwiesen (siehe Abschnitt 3.1 (10)).

(10) Wird eine Drain-Ringleitung innerhalb des Leckageerkennungssystems verwendet (siehe Anlage 2), muss diese zur Aufnahme und Ableitung der aus der Drainkomponente eventuell austretenden Flüssigkeit ein durchgängiges Gefälle zum Kontrollschacht von mindestens 0,5 % gewährleisten, beginnend am gegenüber dem Kontrollschacht liegenden Hochpunkt.

(11) Der Kontrollraum wird über eine bestimmte Flanschverbindung mit dem Kontrollschacht entsprechend den Angaben des Antragstellers verbunden (siehe Anlage 7).

(12) Nach dem Betonieren und vor dem Hochschlagen bzw. Befestigen der Dichtungsbahnen an der Betonkonstruktion sind die Betonoberflächen auf unzulässige Unebenheiten und Geometriesprünge zu kontrollieren. Bei Vorhandensein von Unebenheiten, Scharfkantigkeit etc. der Betonoberflächen sind geeignete Maßnahmen zum Schutz der Dichtungsbahnen vor dem Verlegen der Dichtungsbahn zu treffen (z. B. Glätten der Betonoberfläche, Verlegen eines Schutzvliesstoffes o. ä.).

(13) Bei Rundbehältern ist die Dichtungsbahn so an der Wand hochzuschlagen, dass sich die Falten gleichmäßig über den Wandumfang verteilen und die Faltentiefe gemäß den Bestimmungen nach Anlage 10 größer/gleich 60 mm ist.

(14) Die Bodenplane ist spannungsfrei über die Sohlplatte hochzuführen, sodass diese beim späteren Verfüllen der Baugrube nicht aus der Befestigung gerissen werden kann.

(15) Besteht das Leckageerkennungssystem aus einer Boden- und Mantelplane (siehe Abschnitt 3.1 (5)), ist die Bodenplane zwischen die Planenschenkel der Mantelplane zu führen, wobei der angeschweißte Planenschenkel außen liegen muss (siehe Anlage 6).

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

(16) Die Planen sind entsprechend den Vorgaben des Antragstellers an der Behälterwand zu befestigen (Verbindung Boden-/Mantelplane (siehe Anlage 6) und vertikaler Stoß zwischen einer/zwei Mantelplanen (siehe Anlage 9)). Für die Befestigung sind Befestigungsmittel zu wählen, die für die Verwendung in gerissenem Beton durch eine Europäische Technische Bewertung (ETA) oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und/oder allgemeine Bauartgenehmigung zugelassen sind. Die jeweilige Europäische Technische Bewertung (ETA) oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und/oder allgemeine Bauartgenehmigung ist zu beachten. Die Stahlqualität ist unter Beachtung der Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4[8] auszuwählen.

(17) In den Konstruktionszeichnungen sind die Stellen der vertikalen Stöße zu dokumentieren. Die Konstruktionszeichnungen sind zu den Bauakten zu geben.

(18) Müssen aufgrund der Einbindetiefe des Behälters ins Erdreich zwei oder mehr Mantelplanen übereinander angeordnet werden, so ist die untere Mantelplane zwischen die Planenschenkel der oberen Mantelplane zu führen, wobei der angeschweißte Planenschenkel außen liegen muss (siehe Anlage 6). Die Planen sind entsprechend den Vorgaben des Antragstellers an der Behälterwand zu befestigen (siehe Anlage 8).

(19) Bei Rechteckkonstruktionen/-behältern sind Außen- bzw. Innenecken nach der Einbau- und Verarbeitungsanleitung des Antragstellers und den zusätzlichen Konstruktions- und Ablaufplänen (siehe Abschnitt 3.1 (9), Anlage 4 und Anlage 5) schrittweise herzustellen. Innenecken sind fachgerecht durch einen Fachschweißer herzustellen, wobei für die Durchführung der Fügearbeiten der folgende Absatz 20 entsprechend gilt.

(20) Beschädigte Planen (z. B. kleine punktuelle Schädigungen wie Perforationen) dürfen auf der Baustelle im Handschweißverfahren mittels Warmgasschweißen nach DVS 2225-1 repariert werden. Für die Durchführung der Fügearbeiten sind die Richtlinien des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS-Richtlinien) anzuwenden. Für die Schweißarbeiten darf nur Personal eingesetzt werden, welches über eine gültige Prüfbescheinigung gemäß DVS-Richtlinie 2212-3, Untergruppe III-3 verfügt. Die Prüfbescheinigung muss mit der in diesem Bescheid geregelten Dichtungsbahn "LD 150" erlangt worden sein. Die Schweißnähte sind gemäß DVS-Richtlinie 2225-2 zu prüfen und zu protokollieren. Die Ergebnisse sind in den Bauakten zu dokumentieren. Die Lage der reparierten Stellen ist in den Bauakten zu dokumentieren.

(21) Das Leckageerkennungssystem mit der elektrischen Leckagesonde "Maximat LW CX" (Leckagesonde, Signaleinrichtung und Kontrollrohr (siehe Anlage 11)) ist entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-65.40-496, ggf. ergänzenden Hinweisen des Antragstellers des Bescheids Nr. Z-65.40-496 sowie den beim DIBt hinterlegten Angaben zu installieren.

Je Kontrollschacht ist eine Leckagesonde zu installieren. Die Leckagesonde muss so angeordnet sein, dass sie von der auslaufenden Flüssigkeit erreicht wird. Die Leckagesonde ist direkt auf den Boden aufzulegen bzw. mit einem Abstand zum Boden von max. 5 cm zu installieren. Die Leckagesonde und die zugehörige Signaleinrichtung sind an die zentrale Stromversorgung anzuschließen und in Funktion zu bringen. Die Leckagesonde ist vor Niederschlags- und Kondenswasser zu schützen.

(22) Die Dichtungsbahn ist bis ca. 30 cm über OK Gelände zu führen und an der Behälterwand mit einer Abschlussleiste zu befestigen (siehe Anlage 1, Anlage 2 und Anlage 6). Der obere Anschluss ist mit einem tagwasserdichten Verschluss entsprechend den Vorgaben des Antragstellers zu verschließen.

(23) Vor dem Verfüllen der Baugrube sind die Planen mit dem Schutzvlies so zu schützen, dass die Planen während des Verfüllens nicht beschädigt und nicht aus der Befestigung gerissen werden.

[8] DIN EN 1993-1-4:2015-10 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1 - 4: Allgemeine Bemessungsregeln - Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen; Deutsche Fassung EN 1993-1-4:2006 + A1:2015

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

(24) Der Antragsteller muss den Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) verpflichten, an jeden Behälter dauerhaft die Information mit folgenden Angaben anzubringen (es sollen dabei mitgelieferte Schilder verwendet werden):

Als Leckageerkennungssystem wurde verwendet:

Leckageerkennungssystem:	"Lücke Leckerkennung 150+" Z-59.26-444 mit:
– Dichtungsbahn:	"LD 150" gemäß Z-59.26-444
– Drainkomponente:	"HaTe Vlies Type 1000" gemäß Z-59.62-475
Max. zul. Flächenlast:	**77 kN/m²**
Leckagesonde:	"Maximat LW CX" gemäß Z-65.40-496
Bescheidnummer:	Z-59.26-444
Antragsteller:	Folien Lücke GmbH Benzstraße 4 48703 Stadtlohn
ausgeführt am:	
ausgeführt von:	(ausführender Betrieb siehe Abschnitt 3.2.1 (1))

Zur Schadensbeseitigung nur die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben des Antragstellers verwenden!

Oder:

Als Leckageerkennungssystem wurde verwendet:

Leckageerkennungssystem:	"Lücke Leckerkennung 150+" gemäß Z-59.26-444 mit:
– Dichtungsbahn:	"LD 150" gemäß Z-59.26-444
– Drainkomponente:	"N 200"
Max. zul. Flächenlast:	**350 kN/m²**
Leckagesonde:	"Maximat LW CX" gemäß Z-65.40-496
Bescheidnummer:	Z-59.26-444
Antragsteller:	Folien Lücke GmbH Benzstraße 4 48703 Stadtlohn
ausgeführt am:	
ausgeführt von:	(ausführender Betrieb siehe Abschnitt 3.2.1 (1))

Zur Schadensbeseitigung nur die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben des Antragstellers verwenden!

3.2.4 Überwachung der Bauausführung

(1) Vor, während bzw. nach Einbau des Leckageerkennungssystems sind nachstehende Kontrollen durchzuführen und deren Durchführung und Ergebnisse aufzuzeichnen.

(2) Vor dem Einbau und während des Einbaus:

- Kontrolle, ob der Untergrund den Vorgaben des Abschnitts 3.1 entspricht
- Kontrolle, ob die zu verwendenden Materialien den Anforderungen dieses Bescheids entsprechen. Dazu sind insbesondere die Chargennummern der verwendeten Dichtungsbahn, der Drainkomponente sowie der Leckagesonde zu dokumentieren.
- Kontrolle, ob die jeweiligen Verwendbarkeitsnachweise oder Abnahmeprüfzeugnisse vorliegen,
- Kontrolle der vorkonfektionierten Fläche (Planen) nach Abschnitt 3.2.2, im Besonderen die Bestätigung über vorgenommene Kontrollen an den Schweißverbindungen gemäß Abschnitt 3.2.2 (4),

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

- Kontrolle, ob die Dichtungsbahn den Anforderungen und der Kennzeichnung nach Abschnitt 2.2.1 entspricht,
- Kontrolle, ob die Drainkomponente dem Abschnitt 2.1.2 entspricht,
- Kontrolle vor dem Verfüllen, dass die Dichtungsbahn und Drainkomponente unbeschädigt und vollflächig eingebaut wurden (siehe Abschnitt 3.2.3),
- Kontrolle der Betonflächen hinsichtlich Unebenheiten (siehe Abschnitt 3.2.3 (12)),
- Kontrolle, ob das Zubehör den Anforderungen nach Abschnitt 2.2.3 entspricht,
- Kontrolle der ordnungsgemäßen Anschlüsse der ggf. eingebauten Drainrohre an die Kontrollschächte gemäß Abschnitt 3.2.3 (11).

(3) Nach dem Einbau:

- Kontrolle, ob die Plane entsprechend den Anforderungen des Antragstellers an der Behälterwand befestigt wurde,
- Kontrolle, ob je Kontrollschacht eine Leckagesonde installiert wurde und ob die Leckagesonde inkl. Signaleinrichtung entsprechend des Bescheids Nr. Z-65.40-496 installiert wurde.

(4) Während der Herstellung des Leckageerkennungssystems sind Aufzeichnungen über den Einbau in Wort und Bild (Fotodokumentation) (siehe zum Beispiel Anlage 14 und Anlage 15) vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen. Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen und sind dem mit der Bauüberwachung Beauftragten auf Verlangen vorzulegen.

3.3 Übereinstimmungserklärung für die Bauart

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart (eingebautes Leckageerkennungssystem) mit den Bestimmungen dieses Bescheids muss vom ausführenden Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) mit einer Übereinstimmungserklärung auf Grundlage der Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere des Abschnitts 3, und folgenden zusätzlichen Kontrollen erfolgen:

- Kontrolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit der vorgesehenen Systemkomponenten für die fachgerechte Ausführung der Bauart sowie deren Kennzeichnung mit dem jeweiligen Übereinstimmungszeichen und
- Kontrollen der Ausführung und Aufzeichnungen nach Abschnitt 3.2.4.

(2) Die Übereinstimmungserklärung ist dem Betreiber der Anlage zusammen mit einer Kopie

- dieses Bescheids,
- der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-59.62-475, sofern die Drainkomponente "HaTe Vlies Type 1000" eingebaut wurde, oder
- des Abnahmeprüfzeugnisses für die Drainkomponente "N200" (siehe Abschnitt 2.2.2 (2)), wenn diese eingebaut wurde,
- der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung der Leckagesonde "Maximat LW CX",
- der ETA bzw. allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung der verwendeten Befestigungsmittel sowie
- der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers

zu übergeben.

(3) Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre vom Unternehmen aufzubewahren. Kopien der Aufzeichnungen sind dem Betreiber zur Aufnahme in die Bauakten auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

(4) Die ersten beiden Bauvorhaben nach Erteilung des Bescheids sind von einem vom DIBt benannten Gutachter (in Wort und Bild) zu begleiten und zu begutachten. Der Bericht darüber ist in die Bauakte aufzunehmen und unmittelbar dem DIBt zur Kenntnis zu geben.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

4.1 Allgemeines

(1) Auf die Notwendigkeit der gemäß den Vorschriften der AwSV² regelmäßigen Kontrolle der Biogasanlage durch den Betreiber oder der ständigen Überwachung der Dichtheit sowie der Funktionsfähigkeit der JGS-Anlage gemäß AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.2 durch den Betreiber einer JGS-Anlage wird verwiesen. Hierfür gelten die unter Abschnitt 3.2 aufgeführten Kriterien in Verbindung mit Abschnitt 3.3.

(2) Die Vorgaben des Antragstellers für die ordnungsgemäße Reinigung und Wartung des Regelungsgegenstands sind vom Betreiber einer Anlage zu berücksichtigen.

(3) Vom Betreiber sind in der Betriebsanweisung der jeweiligen Lager- und Abfüllanlage von JGS-Anlagen bzw. Biogasanlagen die Kontrollintervalle so zu organisieren, dass das Leckageerkennungssystem gemäß den Vorgaben der AwSV mindestens einmal wöchentlich kontrolliert wird. Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrollen und alle von dieser Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse sind zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sind dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(4) Es wird darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist

- mit dem Instandhalten, Instandsetzen und Reinigen des Leckageerkennungssystems nur solche Betriebe zu beauftragen, die für diese Tätigkeiten Fachbetrieb im Sinne von AwSV, Anlage 7, Abschnitt 2.4 sind und
- eine Inbetriebnahmeprüfung durch Sachverständige nach Wasserrecht zu veranlassen, siehe AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.4.

(5) Wird bei den Kontrollen durch den Betreiber festgestellt, dass die Leckagesonde ein Signal anzeigt, so sind unverzüglich Maßnahmen zur Vermeidung von Gewässerschäden durchzuführen.

(6) Nach einer Leckage ist zu prüfen, ob die Funktionsfähigkeit des Leckageerkennungssystems inklusive der Leckagesonde weiterhin gegeben ist.

(7) Der Betreiber kann die Funktionsfähigkeit des Leckageerkennungssystems, z. B. im Rahmen von Cross Compliance-Prüfungen, mittels einer Durchgangsprüfung mit Nebel, durchgeführt vom Antragsteller oder dem ausführenden Betrieb, nachweisen lassen.

(8) Die elektrische Leckagesonde ist vom Betreiber auf Funktionsbereitschaft sowie Beschädigungen oder Verschmutzungen in angemessenen Zeitabständen, mindestens aber zweimal im Jahr, zu prüfen. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Leckagesonde im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

4.2 Prüfungen durch Sachverständige gemäß Vorschriften der AwSV

4.2.1 Inbetriebnahmeprüfung

(1) Der Sachverständige ist über den Fortgang der Arbeiten laufend zu informieren. Ihm ist die Möglichkeit zu geben, an den Kontrollen vor und nach dem Einbau des Leckageerkennungssystems nach Abschnitt 3.3 teilzunehmen und die Ergebnisse der Kontrollen zu beurteilen.

(2) Die Prüfung vor Inbetriebnahme ist in Anwesenheit eines sachkundigen Vertreters des Betriebes nach Abschnitt 3.2.1 (1) und des Anlagenbetreibers durchzuführen.

(3) Es ist zu kontrollieren, ob die Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere des Abschnitts 3, eingehalten wurden.

(4) Es ist zu kontrollieren, ob dieser Bescheid, die Unterlagen nach Abschnitt 3.3 sowie die Bestätigung der Ausführung der Bauart (siehe Anlage 14 und Anlage 15) vorliegen. Diese sind auf Verlangen dem Sachverständigen vorzulegen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

(5) Es ist zu kontrollieren, ob die Kontrollschächte und deren Anschlüsse ordnungsgemäß und ausreichend geplant und ausgeführt wurden und der Kontrollraum mit dem Kontrollschacht verbunden ist. Hierzu ist eine Durchgangsprüfung vorzunehmen. Die Durchgangsprüfung kann als Nebelprüfung durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Prüfung sind zu dokumentieren.

4.2.2 Wiederkehrende Prüfungen bei Anwendung in L- und A-Anlagen in Biogasanlagen

(1) Die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Leckageerkennungssystems erfolgt mittels Durchgangsprüfung als Nebelprüfung. Die Vorgaben des Antragstellers sind zu beachten.

(2) Werden bei wiederkehrenden Prüfungen Beschädigungen des Leckageerkennungssystems (z. B. an der oberen Befestigung an der Behälterwand oder am Kontrollschacht) festgestellt, sind entsprechende Maßnahmen gemäß Abschnitt 4.3 zur Beseitigung der Mängel zu treffen.

4.3 Mängelbeseitigung

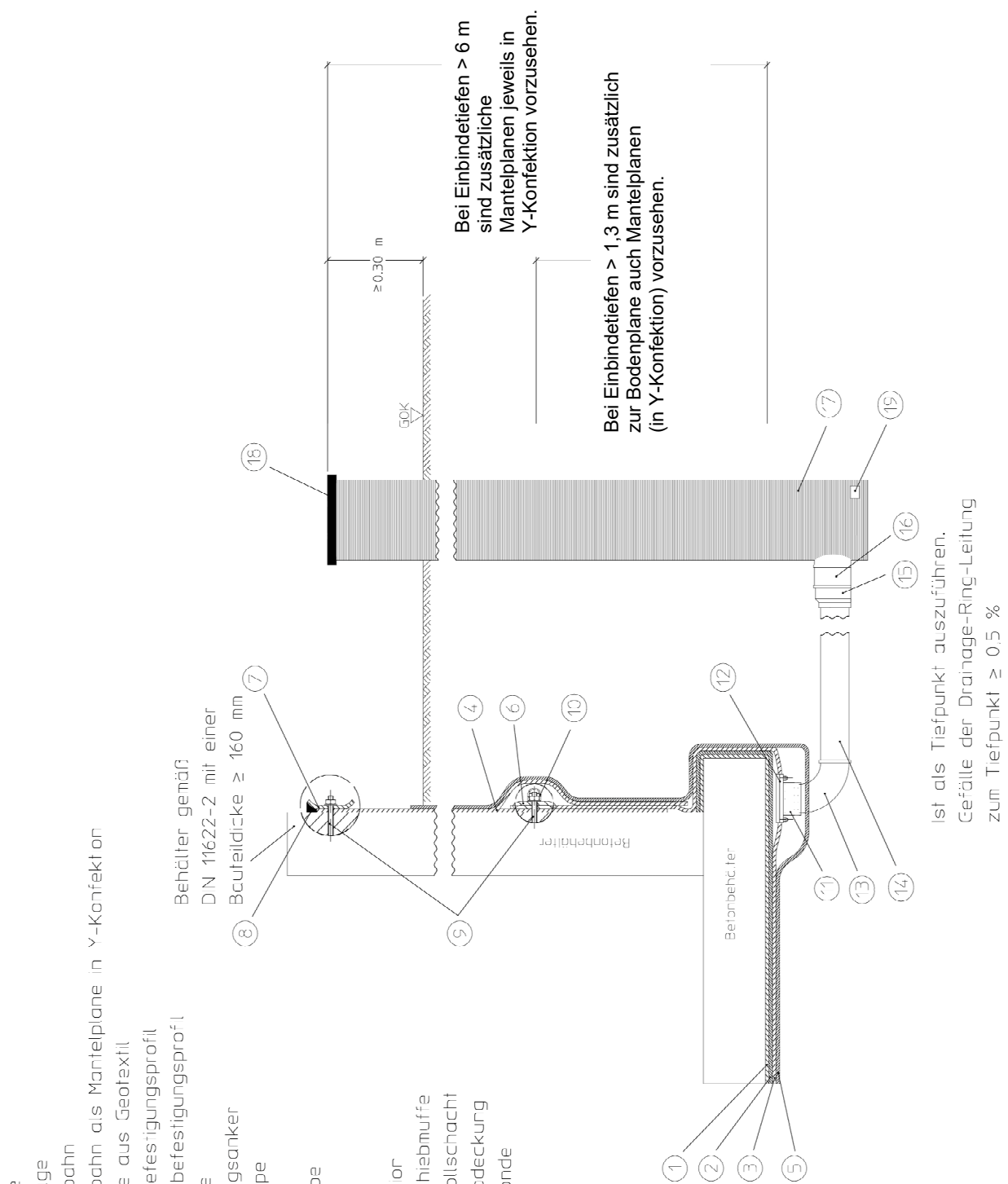
Nach den Vorschriften der AwSV sind Mängel zu beheben, die bei den Prüfungen und Kontrollen festgestellt wurden.

Mit der Schadensbeseitigung ist ein Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) zu beauftragen, der die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers verwenden darf und die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1 erfüllt.

Dr.-Ing. Ullrich Kluge
Referatsleiter

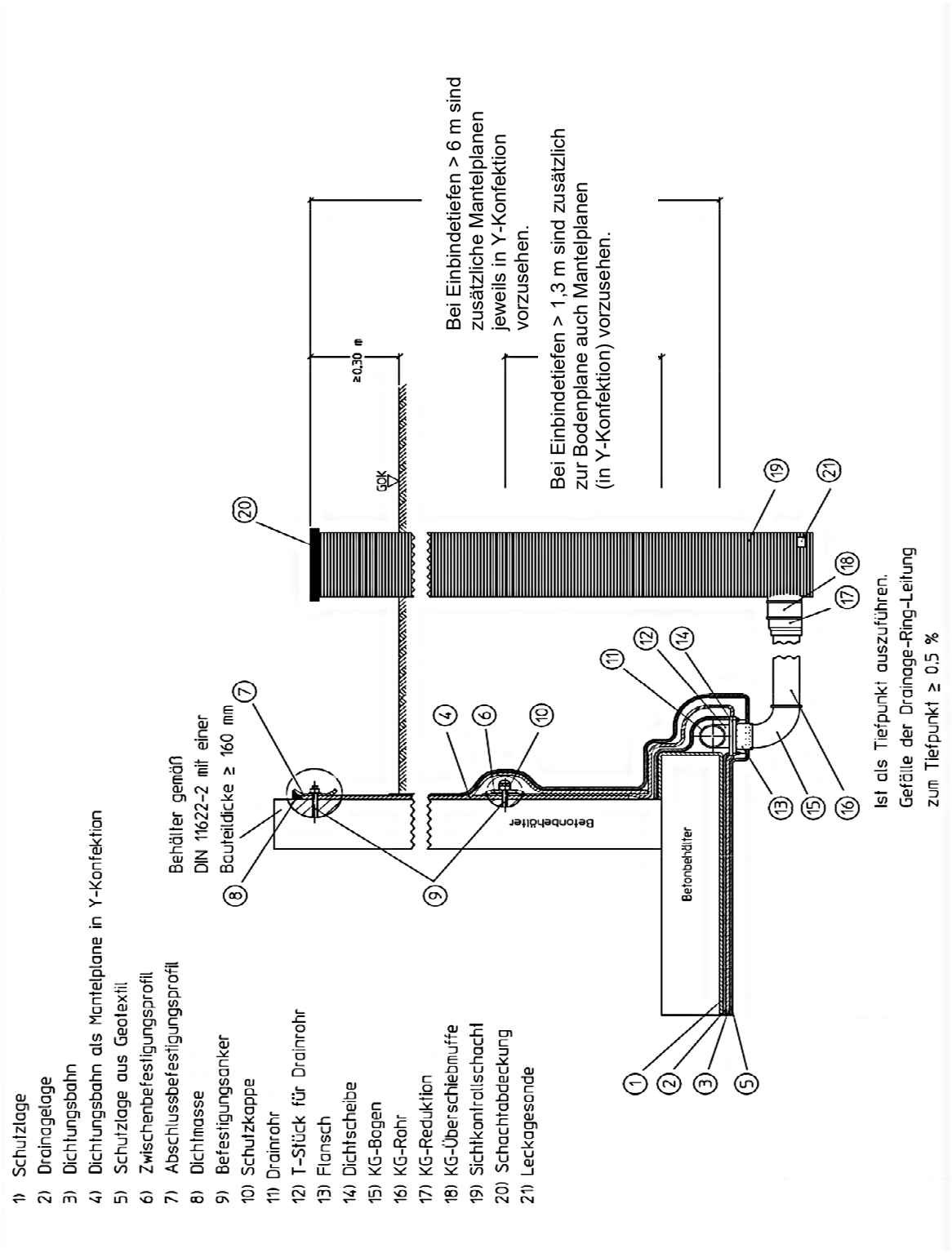
Beglaubigt
Dr.-Ing. Westphal-Kay

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 1
Übersichtsdarstellung – Leckageerkennungssystem ohne Ring-Drainleitung	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 2
Übersichtsdarstellung – Leckageerkennungssystem mit Ring-Drainleitung	

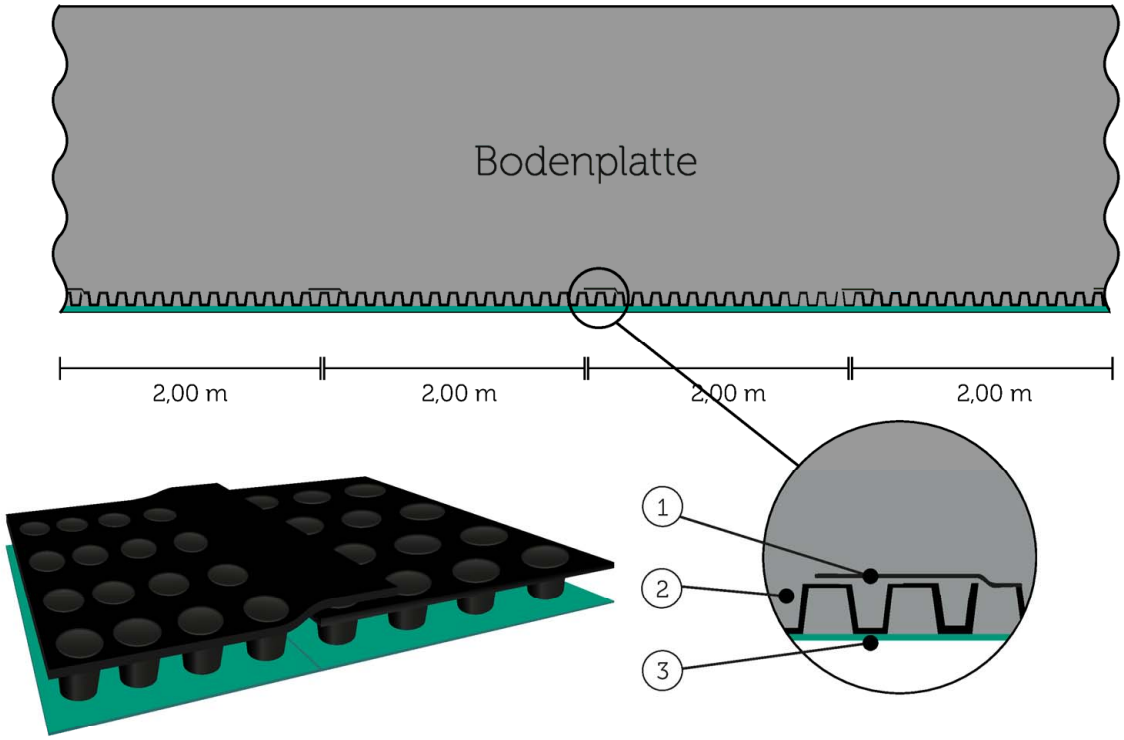
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

V.1

LEGENDE

1. Noppenbahn mit Überlappung (alle 2,00 m)
2. Betongefüllte Noppe
3. Vlieskaschierung

DRAINKOMPONENTE N 200 (NOPPENBAHN)



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 3
Detail – Verlegung Drainkomponente "N200" (offene Noppen zeigen nach oben)	

LEGENDE:

1) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm (Bodenplane)
2) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm als Mantelplane in Y-Konfektion
3) Aluminiumleiste 43 mm
4) Schutzlage aus Geotextil ≥ 300 g/m²
5) Formteil als Eckverstärkung

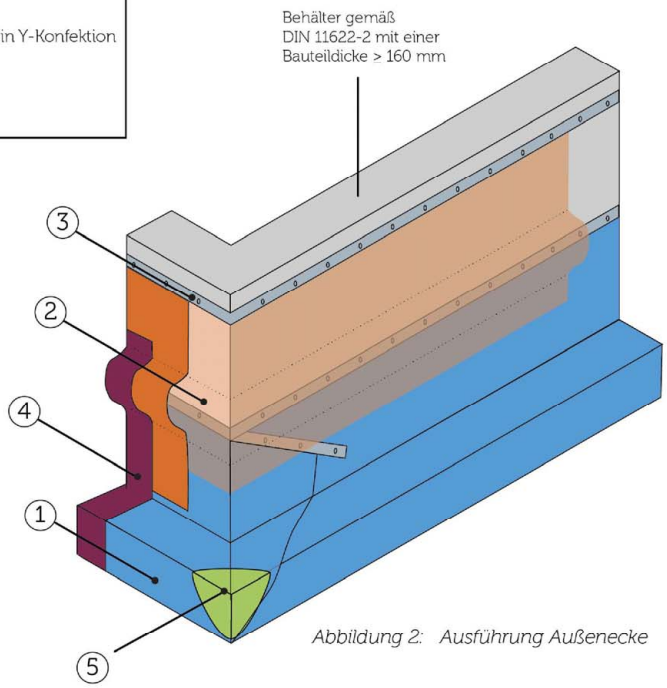
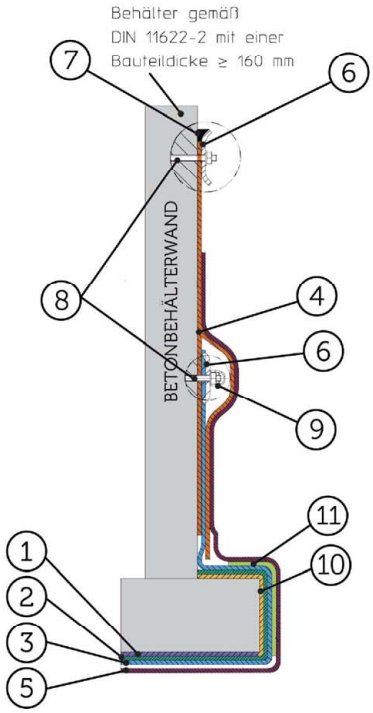


Abbildung 2: Ausführung Außenecke

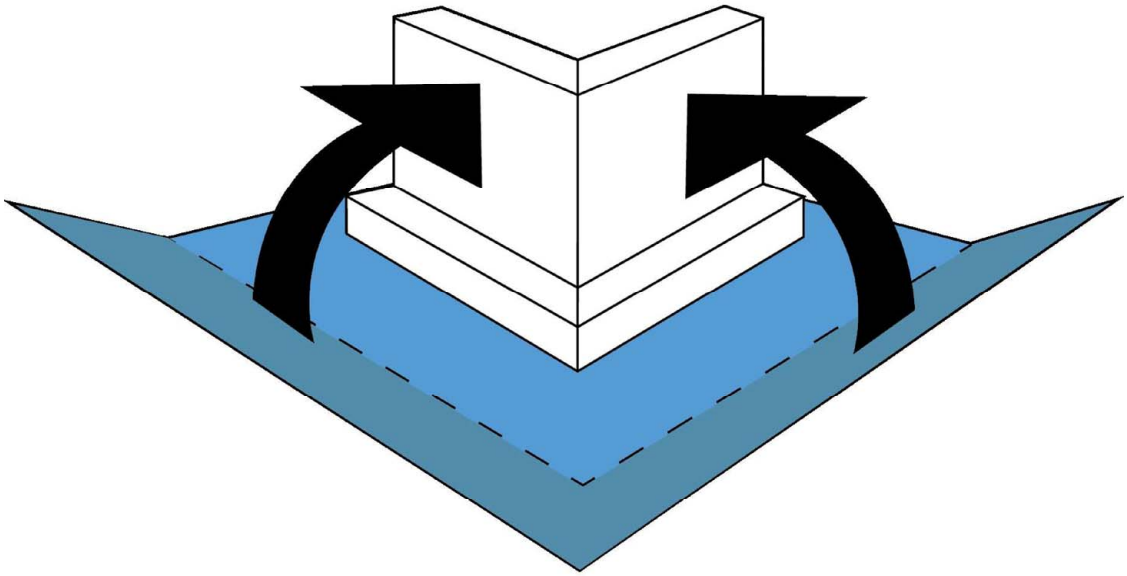


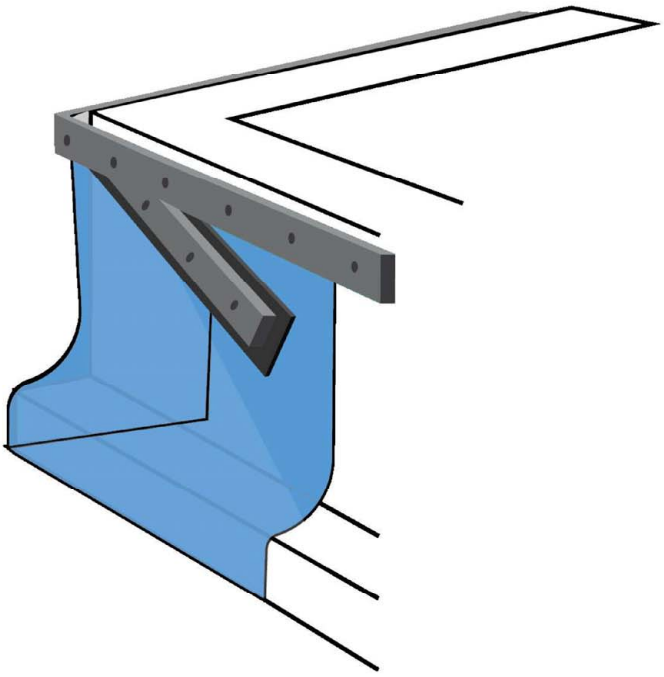
LEGENDE:

1) Schutzlage (nur bei Drainagelage aus Vlies)
2) Drainagelage (Vlies oder Noppenbahn)
3) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm (Bodenplane)
4) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm als Mantelplane in Y-Konfektion
5) Schutzlage aus Geotextil ≥ 300 g/m²
6) Aluminiumleiste 43 mm
7) Dichtmasse
8) Befestigungsanker M6, V4A
9) Schutzkappe für M6 Befestigungsanker
10) Drainagevlies ≥ 1000 g/m²
11) Formateil als Eckverstärkung

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 4
Detail – Ausführung Bauteilecke bei Rechteckbehältern (1)	

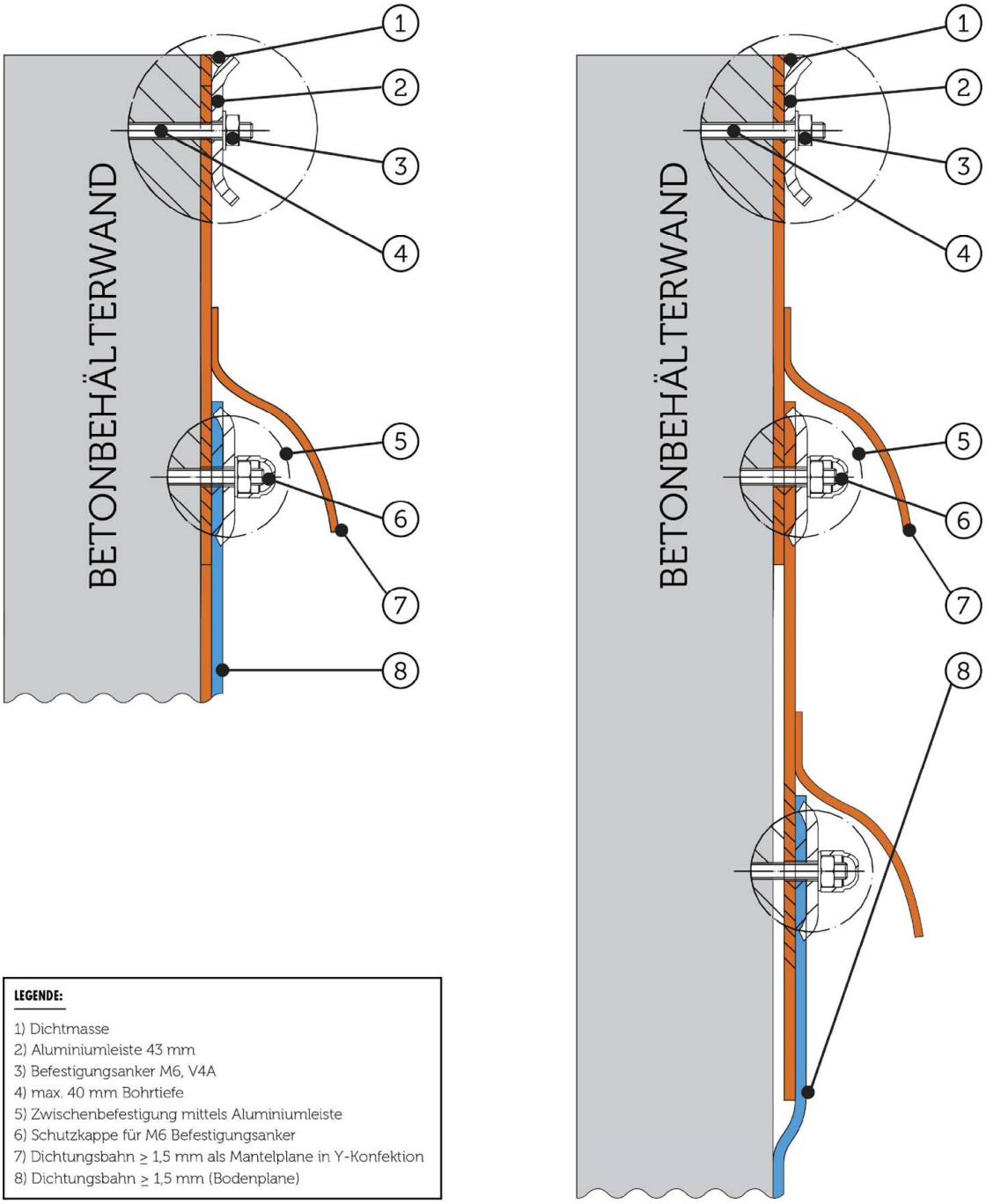
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444





Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 5
Detail – Ausführung Bauteilecke bei Rechteckbehältern (2)	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



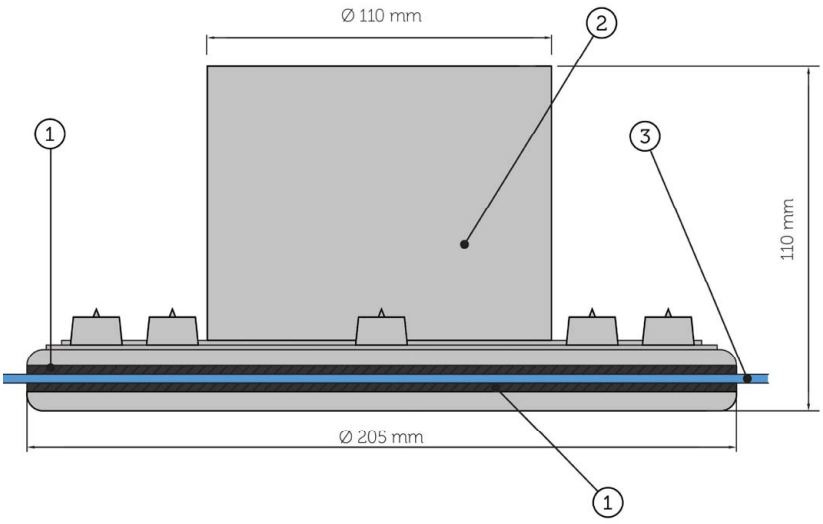
LEGENDE:

1) Dichtmasse
2) Aluminiumleiste 43 mm
3) Befestigungsanker M6, V4A
4) max. 40 mm Bohrtiefe
5) Zwischenbefestigung mittels Aluminiumleiste
6) Schutzkappe für M6 Befestigungsanker
7) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm als Mantelplane in Y-Konfektion
8) Dichtungsbahn ≥ 1,5 mm (Bodenplane)

Abbildung:
links: Detail horizontaler Anschluss Dichtungsbahn an Behälterwand
rechts: Detail horizontaler Anschluss Dichtungsbahn an Behälterwand mit 2 übereinanderliegenden Wandplanen

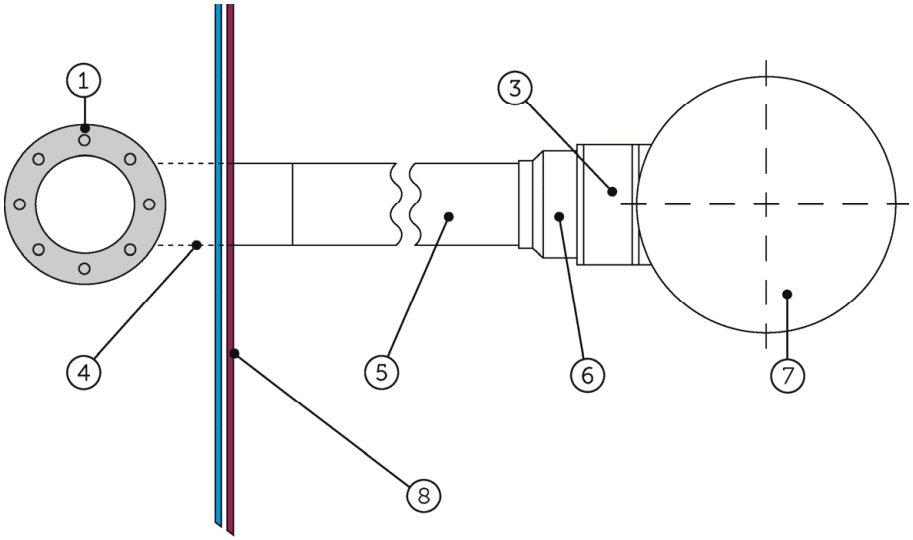
Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 6
Details horizontaler Anschluss Dichtungsbahn an Behälterwand mit einer und zwei Wandplanen	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



LEGENDE:
1) Dichtscheibe aus Zellkautschuk (EPDM)
Ø außen 200 mm
Ø innen 130 mm
5 mm dick
2) Flansch 6 mm Wandstärke
3) Dichtungsbahn ≥ 1,50 mm

Abbildung 1: Detail Flansch (Anschluss Kontrollraum – Kontrollschacht)

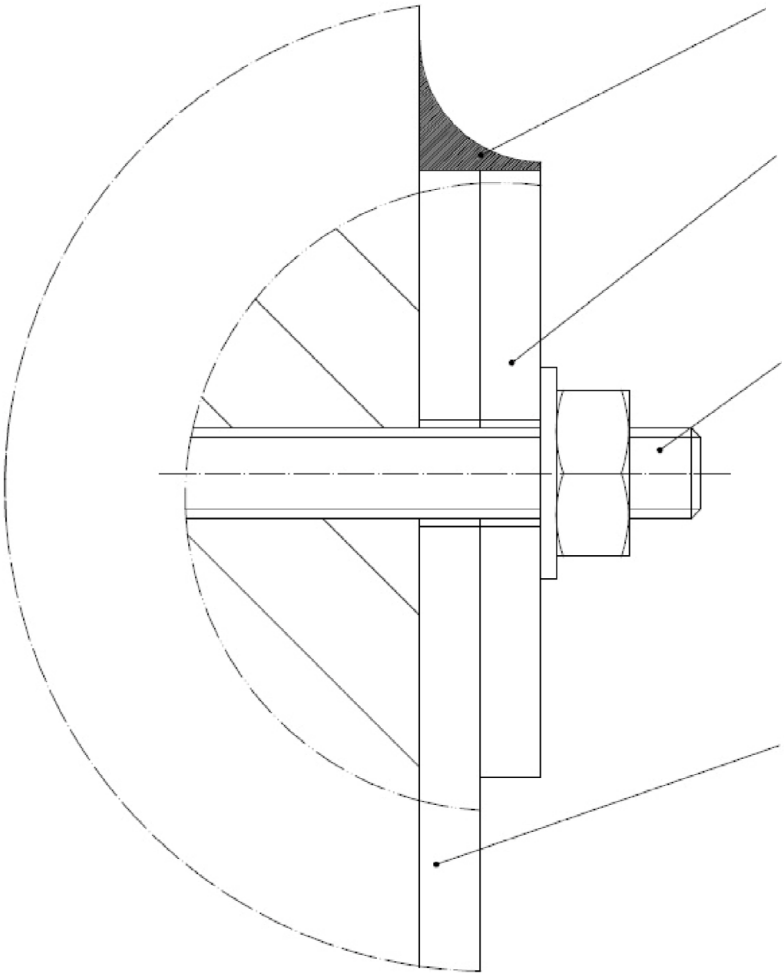


LEGENDE: A
1) Flansch 110 mm
2) Dichtungsbahn ≥ 1,50 mm
3) Überschiebemuffe DN150
4) KG-Bogen DN100
5) KG-Rohr DN150
6) KG-Reduktion DN150/100
7) Kontrollschacht DN350/DA400
8) Geotextile Schutzlage ≥ 300 g/m²

Abbildung 2: Schnittdetail Anschluss Kontrollraum – Kontrollschacht

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 7
Detail Flansch (Anschluss Kontrollraum – Kontrollschacht) Schnittdetail Anschluss Kontrollraum – Kontrollschacht	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



tagwasserdichte Abdichtung gem. Vorgabe des Antragstellers

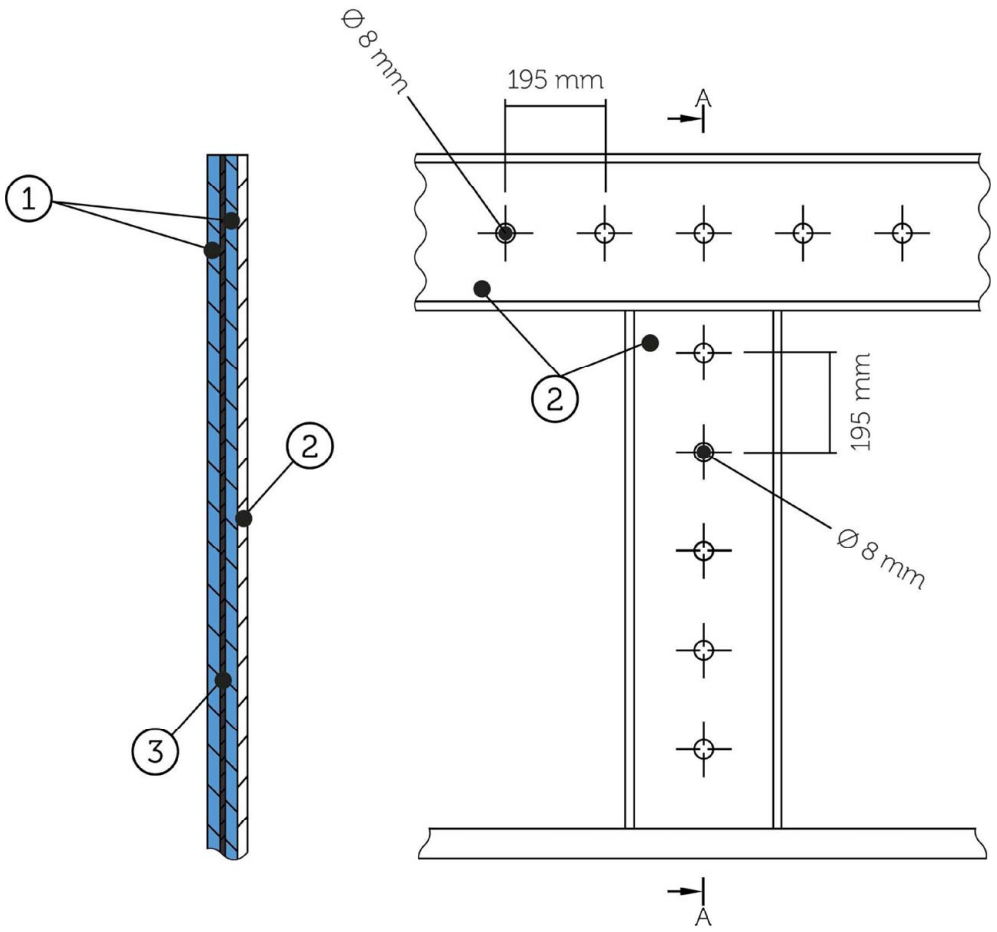
korrosionsbeständiges Abschlussprofil, 4 mm x 40 mm

Befestigung mittels weg- oder kraftkontrolliertem Befestigungsmittel mit gültiger Europäischer Technischer Bewertung (ETA) oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung, das in gerissenem Beton verwendbar ist.
Ø 6 mm, Bohrlochtiefe ≤ 60 mm

Dichtungsbahn "LD 150"

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 8
Detail Befestigung	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444



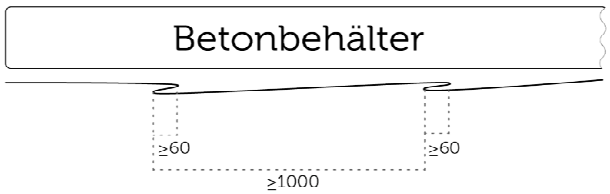
LEGENDE:

1) Dichtungsbahn ≥ 1,50 mm
2) Aluminiumleiste 43 mm
3) Dichtband aus Zellkautschuk (EPDM) 5x50 mm

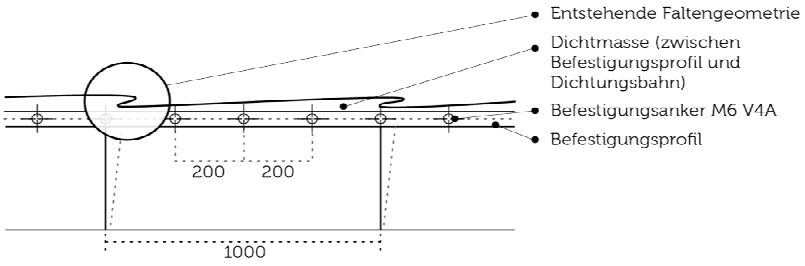
Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 9
Detail – Ausbildung vertikaler Stoß mit Anschluss an horizontaler Befestigung	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

SCHNITT HORIZONTAL



ANSICHT



Darstellung ohne ggf. erforderlicher Wandplane (siehe auch Anlage 6).

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 10
Detail – Befestigung Bodenplane bei Rundbehältern	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

lfd. Nr.	Bauteil / Baustoff	Eigenschaft
1	Dichtungsbahn "LD 150"	PE-LD-Dichtungsbahn mit einer Nenndicke von min. 1,5 mm gemäß diesem Bescheid
2	Drainkomponenten	
2.1	Drainagevlies "HaTe Vlies Type 1000"	- zuglassen und gekennzeichnet gemäß Z-59.62-475 - max. zul. Auflast: 77 kN/m²
2.2	Drainkomponente "N 200"	- PE-HD-Hohlnoppenbahn mit einseitiger PP-Vlieskaschierung - Flächengewicht 740 g/m² - chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) dieses Bescheids genannten Stoffe - Wasserableitvermögen von 3,5 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung hart/weich, hydraulischer Gradient i = 1) - max. zul. Auflast: 350 kN/m²
Zubehör		
3	PE -Schutzlage	PE-LD-Abdeckfolie mit einer Dicke von 0,2 mm Nur bei Verwendung von Drainagevlies "HaTe Vlies Type 1000" anzuwenden!
4	Geotextil als Schutzlage	Geotextil mit einem Flächengewicht von 300 g/m², GRK 5
5	Drainagerohr	DN 100, PVC-U-Drainrohr nach DIN 1187 (Wassereintrittfläche > 20 cm²/m)
6	Kontrollschacht	PP-Leckerkennungskontrollschacht, DN 350/DA 400
7	Flanschanbindung	geschraubter Anschlussflansch 110 mm mit EPDM-Dichtscheibe
8	Schiene	Kappleiste (Aluminium-Strangpressprofil) oder Rechteck-Profilleiste aus legiertem Stahl 4 mm x 43 mm, Lochabstand 20 cm; Die Korrosionsbeständigkeiten sind zu beachten (z. B. Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4 für legierten Stahl)!
9	Befestigungsmittel	Weg- oder kraftkontrollierte Befestigungsmittel mit Europäischer Technischer Bewertung (ETA) oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung; Wahl der metallischen Teile unter Beachtung der Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4
10	Dichtstoff	tagwasserdichter Verschluss nach Angaben des Antragstellers
11	Leckagesonde	Leckagesonde "Maximat LW CX" / Z-65.40-496

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

Prüfgegenstand	Eigenschaft		Prüfgrundlage	Überwachungswerte
Formmasse A	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(2,0 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,935 ± 0,002) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	> 120 min
Formmasse B	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(1,3 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,926 ± 0,002) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	> 90 min
Masterbatch	Rußgehalt		DIN EN ISO 11358-1[13]	(50,0 ± 1,5) %
Dichtungsbahn "LD 150"	Dicke		DIN EN 1849-2[14]	1,5 mm (10 %/-5 %) (Einzelwerte ± 10 %)
	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(2,1 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,946 ± 0,004) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	≥ 100 min
	Zugfestigkeit (σ_m)	längs quer	DIN EN 12311-2[15] Verfahren B, Schulterprobekörper, Prüfgeschwindigkeit v = 500 mm/min	20 N/mm² ± 15 %
	Dehnung bei Zugfestigkeit (ε_m)	längs quer		700 % ± 15 % (relativ) 750 % ± 15 % (relativ)
	Verhalten nach Erwärmung		DIN EN ISO 1107-2[16] (80°C, 6 h)	Maßänderung ≤ 2%
	Rußgehalt		DIN EN ISO 11358-1[13]	(3,0 ± 0,2) %
	Homogenität der Rußverteilung		ASTM D 5596[17]	Category 1

[10] DIN EN ISO 1133-1:2012-03 Kunststoffe - Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten - Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren

[11] DIN EN ISO 1183-1:2013-04 Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren

[12] DIN EN ISO 11357-6:2018-07 Kunststoffe - Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) - Teil 6: Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit (isothermische OIT) und Oxidations-Induktionstemperatur (dynamische OIT) (ISO 11357-6:2018); Deutsche Fassung EN ISO 11357-6:2018

[13] DIN EN ISO 11358-1:2014-10 Kunststoffe - Thermogravimetrie (TG) von Polymeren - Allgemeine Grundlagen

[14] DIN EN 1849-2:2010-04 Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[15] DIN EN 12311-2:2013-11 Abdichtungsbahnen - Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[16] DIN EN 1107-2:2001-04 Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Maßhaltigkeit - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[17] ASTM D 5596:2003(2016) Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

Leckageerkennungssystem Typ "Lücke Leckerkennung 150+" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Überwachungswerte / mechanisch-physikalische Kenndaten für die Dichtungsbahn "LD 150"

Anlage 12

Überwachungsgegenstand	Eigenschaft		Prüfgrundlage	Dokumentation	Häufigkeit der	
					Werkseigenen Produktionskontrolle	Fremdüberwachung
Formmasse A und B	Schmelzindex[a)]		siehe Anlage 12	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204[18]	jede Lieferung	2 x jährlich
	Dichte[a)]					
	Oxidations-Induktionszeit[a)]					
Masterbatch	Rußgehalt					
Dichtungsbahn "LD 150"	Dicke			Aufzeichnung	2 x je Schicht, wenn keine kontinuierliche Messung	
	Beschaffenheit		DIN EN 1850-2[19]		nach jedem Anfahren sowie einmal je Woche, wenn kein kontinuierliches Kameraüberwachungssystem vorhanden ist	
	Schmelzindex[a)]		siehe Anlage 12		nach jedem Anfahren sowie 2 x je Woche	
	Dichte[a)]				2 x je Woche	
	Oxidations-Induktionszeit				--	
	Zugfestigkeit[a)]	längs			nach jedem Anfahren sowie 1 x je Woche	
		quer				
	Dehnung bei Zugfestigkeit[a)]	längs				
		quer				
	Verhalten nach Erwärmung	längs			1 x je Arbeitstag	
		quer				
	Rußgehalt					
	Homogenität der Rußverteilung					

a) Feststellung der Identität gemäß Abschnitt 2.3.3 (3) der Besonderen Bestimmungen

18 DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen

19 DIN EN 1850-2:2001-09 Abdichtungsbahnen - Bestimmung sichtbarer Mängel - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen; Deutsche Fassung EN 1850-2:2001

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

lfd. Nr.	**Bestätigung des ausführenden Betriebs**	
1	Projekt:	
2	Lagergut:	
3	Dichtungsbahn: ..... / ..... / ..... (Handelsname/Type/Dicke) Drainkomponente: "HaTe Vlies Type 1000" (Z-59.62-475) oder N 200 (*Zutreffendes markieren*)	
4	Bescheid Nr.: Z-59.26-444 vom 04/03/2022	
5a	Antragsteller: Folien Lücke GmbH, Benzstraße 4 in 48703 Stadtlohn Telefon: +49 (0) 2563 – 96 995-0	
5b	Ausführender Betrieb gemäß Vorschriften der AwSV zum Einbau der Dichtungsbahn:	
5c	Bauzeit: Beginn:.....Fertigstellung:.....	
		Bestätigung
6	Das Fachpersonal des ausführenden Betriebs wurde vom Antragsteller über den sachgerechten Einbau unterrichtet und autorisiert.	
7	Rundbehälter (RU) / Rechteckeckbehälter (RE) *(Zutreffendes markieren)*	RU / RE
8	Behälterabmessungen: Durchmesser / Wandlängen / Höhe / Einbindetiefe (in m)	
9	Bodenplane (B) / Mantelplane (M) (*Zutreffendes markieren*)	B / M
10	Berechnete Flächenlast des Behälters (laut Statischem Nachweis) (in kN/m²)	
11	Beurteilung vor Einbau des Leckageerkennungssystems: - Untergrundbeschaffenheit gem. Hinweisen des Bescheids ist gegeben	

Fortsetzung auf Anlage 15

Muster

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

Fortsetzung von Anlage 14 "Bestätigung des ausführenden Betriebs"

12 Kontrolle des Einbaus	
a) Kontrolle, ob Dichtungsbahn, Drainkomponente und Zubehör den Anforderungen des Bescheids entsprechen	
b) **Prüfbescheinigungen**[20] der Schweißer gem. DVS-Richtlinie 2225-2 liegen vor	
c) **Schweißprotokolle**[20] aus der Vorkonfektionierung (siehe Abschn. 3.2.2 (4)) bzw. von der Baustelle bei erforderlichen Reparaturen (siehe Abschn. 3.2.3 (20)) liegen vor	
d) Kontrolle der vorkonfektionierten Fläche nach dem Einbau	
e) **Drainkomponente**:	
Verwendung von "N200"	
1.) Liegt das Abnahmeprüfzeugnis 3.1 über Wasserableitvermögen nach Abschn. 2.1.2.2 (2) vor?	
2.) Wurde die Drainkomponente entsprechend den Bestimmungen dieses Bescheids eingebaut?	
Verwendung von "HaTe Vlies Type 1000"	
1.) Liegt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-59.62-475 vor?	
2.) Ist das Drainvlies mit der Zulassungsnummer gekennzeichnet?	
3.) Wurde die Drainkomponente entsprechend den Bestimmungen dieses Bescheids eingebaut?	
f) Kontrolle der ordnungsgemäßen Anschlüsse des Kontrollraums an die Drainrohre und der Drainrohre an die Kontrollschächte	
g) Kontrolle der betonierten Wandflächen nach Abschn. 3.2.3 (12)	
h) Kontrolle, ob die Dichtungsbahn vor dem Verfüllen der Baugrube ausreichend geschützt wurde (siehe Abschn. 3.2.3 (23))	
i) **Leckagesonde:**	
ist entsprechend Z-65.40-496 gekennzeichnet?	
wurde entsprechend Z-65.40-496 eingebaut?	
j) das Leckageerkennungssystem wurde gemäß den Bestimmungen des Bescheids eingebaut	
k) **Durchgangsprüfung** wurde während Inbetriebenahmeprüfung durch den Sachverständigen durchgeführt (zutreffendes markieren)	J / N
l) **Fotodokumentation** liegt vor?	
Bemerkungen:	

.....
Datum; Unterschrift verantwortlicher Bauleiter

[20] Die Prüfbescheinigungen und die Schweißprotokolle sind der Bestätigung beizufügen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-444

Deutsches Institut für Bautechnik

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt
Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ Allgemeine Bauartgenehmigung

Datum: 20.01.2020

Geschäftszeichen: II 71-1.59.26-35/18

Nummer:
Z-59.26-470

Geltungsdauer
vom: **20. Januar 2020**
bis: **20. Januar 2025**

Antragsteller:
KAT GmbH
Kunststoff-Abdichtungs-Systeme
Am Dobben 14
26639 Wiesmoor

Gegenstand dieses Bescheides:
Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen/genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst 15 Seiten und zehn Anlagen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.

5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

(1) Gegenstand dieses Bescheids ist das Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0". Das Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" darf unterhalb von Rundbehältern aus Stahlbeton nach DIN 11622-2[1] verwendet werden. Das Leckageerkennungssystem darf in Lager- und Abfüllanlagen von

- Biogasanlagen (Biogas-LA-Anlagen), in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft gemäß § 2 (8) AwSV[2] eingesetzt werden, sowie
- Jauche-, Gülle-, Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen), in denen ausschließlich Stoffe gemäß § 2 (13) AwSV[2] eingesetzt werden,

verwendet werden.

(2) Das Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" besteht aus

- Kunststoffdichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5",
- Drainkomponente "Geotextil 1000" oder "LES Noppenbahn",
- Leckagesonde "Maximat LW CX" (Z-65.40-496) und
- Zubehör (Schutzlagen, Drainrohr, verbunden mit dem Kontrollschacht, und die zugehörigen Flanschverbindungen, weg- bzw. kraftkontrollierte Befestigungsmittel mit einer gültigen europäisch technischen Bewertung (ETA) oder allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung, die in gerissenem Beton verwendet werden dürfen, Klemmschiene, Dichtmasse)

Der Aufbau des Leckageerkennungssystems ist in Anlage 1 dargestellt.

(3) Die Dichtungsbahn wird auf einem definiert vorbereiteten Untergrund verlegt und gemeinsam mit der Drainkomponente "Geotextil 1000" oder "LES Noppenbahn" mit Hilfe von bestimmten Befestigungskonstruktionen am Betonbehälter befestigt.

(4) Der Raum zwischen Dichtungsbahn und Behälteraußenwand (Kontrollraum) ist über ein Drainrohr DN 100 mit Kontrollschächten verbunden.

(5) Dieser Bescheid berücksichtigt auch die wasserrechtlichen Anforderungen an den Zulassungs- und Regelungsgegenstand. Gemäß § 63 Abs. 4 Nr. 2 und 3 WHG[3] gilt der Zulassungs- und Regelungsgegenstand damit als geeignet.

(6) Der Bescheid berücksichtigt die wasserrechtlichen Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS-Anlagen). Der Zulassungs- und Regelungsgegenstand darf gemäß Abschnitt 2.1 der Anlage 7 der AwSV[2] in JGS-Anlagen verwendet bzw. angewendet werden.

(7) Weitergehende rechtliche Anforderungen bleiben unberührt. Dieser Bescheid wird unbeschadet der Prüf- und Genehmigungsvorbehalte anderer Rechtsbereiche erteilt.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

1	DIN 11622-2:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos - Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
2	AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 21.04.2017 (BGBl. I S. 905)
3	WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771)

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5"

(1) Die Dichtungsbahn aus Polyethylen niedriger Dichte (PE LD) muss folgende Eigenschaften haben. Sie muss

- eine beidseitg glatte Oberfläche haben,
- eine Nenndicke von mindestens 1,5 mm aufweisen,
- flüssigkeitsundurchlässig gegenüber den in Abschnitt 1 (1) aufgeführten wassergefährdenden Stoffen sein,
- alterungsbeständig sein,
- witterungsbeständig nach Klasse "W1" für die Innenanwendung und die Außenanwendung bzw. freie Bewitterung sein und
- mikroorganismenbeständig sowie wurzelfest sein.

(2) Die Eigenschaften nach Abschnitt 2.1.1 (1) wurden gegenüber dem DIBt nachgewiesen.

(3) Die Rezeptur der Mischung für die Herstellung der Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5" ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

(4) Die mechanisch-physikalischen Eigenschaften der Dichtungsbahn einschließlich der zugehörigen Nachweisverfahren sind in Anlage 8 angegeben.

2.1.2 Drainkomponenten

2.1.2.1 Drainkomponente "Geotextil 1000"

(1) Die Drainkomponente "Geotextil 1000" auf Polypropylenbasis (PP) muss folgende Eigenschaften haben. Sie muss

- ein Flächengewicht von 1.000 g/m² aufweisen,
- chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) genannten Stoffe sein und
- ein Wasserableitvermögen von 0,03 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung weich/weich, hydraulischer Gradient i = 1) aufweisen.

(2) Dem DIBt gegenüber wurde nachgewiesen, dass die Drainkomponente für die Verwendung unter Betonbehältern unter den im Bescheid definierten Randbedingungen (z. B. Auflast) geeignet ist.

2.1.2.2 Drainkomponente "LES Noppenbahn"

(1) Die Drainkomponente "LES Noppenbahn" besteht aus einer Hohlnoppenbahn aus Polyethylen hoher Dichte (PE HD) und ist noppenseitig mit einem Vlies aus Polypropylen (PP) kaschiert. Die Drainkomponente muss folgende Eigenschaften haben. Sie muss

- ein Flächengewicht von 740 g/m² aufweisen,
- chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) genannten Stoffe sein und
- ein Wasserableitvermögen von 3,5 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung hart/weich, hydraulischer Gradient i = 1) aufweisen.

(2) Dem DIBt gegenüber wurde nachgewiesen, dass die Drainkomponente für die Verwendung unter Betonbehältern unter den im Bescheid definierten Randbedingungen (z. B. Auflast) geeignet ist.

2.1.3 Zubehör

Die Zubehörteile des Leckageerkennungssystems (z. B. Drainrohr, Kontrollschacht, Flanschverbindung, Befestigungsmittel) müssen den beim DIBt hinterlegten Angaben und den Anforderungen nach Anlage 7 entsprechen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5"

(1) Die Herstellung der Dichtungsbahn hat nach den im DIBt hinterlegten Rezepturen in dem vom Antragsteller benannten Herstellwerk (Werk 1) zu erfolgen. Name und Anschrift des Herstellwerks sind beim DIBt hinterlegt.

(2) Änderungen in der jeweiligen Rezeptur der Dichtungsbahn bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das Deutsche Institut für Bautechnik.

(3) Angaben zum Herstellverfahren sind beim DIBt hinterlegt. Änderungen bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das DIBt.

(4) Verpackung, Transport und Lagerung der Dichtungsbahn muss so erfolgen, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Lagerung der Dichtungsbahn ist auf ebenem, steinfreiem Untergrund vorzusehen, wobei direktes Übereinanderlagern der Rollen zu vermeiden ist. Gegen direkte Sonneneinstrahlung ist die Dichtungsbahn zu schützen.

(5) Der Lieferschein für die Dichtungsbahn muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3.1 erfüllt sind.

(6) Die Bescheidnummer ist leicht erkennbar und dauerhaft mit dem Namen des Antragstellers und dem Herstelldatum auf den Verpackungen (Beipackzettel) und auf der Dichtungsbahn (mindestens alle 5 lfd. m) anzugeben. Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Z-59.26-470' zu versehen.

2.2.2 Drainkomponenten

2.2.2.1 Drainkomponente "Geotextil 1000"

(1) Die Drainkomponente "Geotextil 1000" wird in dem vom Antragsteller benannten Herstellwerk (Werk 2) hergestellt. Name und Anschrift des Herstellwerks sind beim DIBt hinterlegt.

(2) Die Drainkomponente muss den Eigenschaften und Kennwerten gemäß Abschnitt 2.1.2.1 (1) und der Anlage 6 unter Berücksichtigung der Anforderungen des Antragstellers entsprechen. Der Hersteller der Drainkomponente hat diese Eigenschaften und Kennwerte mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204[4], Abschnitt4 nachzuweisen.

(3) Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Z-59.26-470' zu versehen.

2.2.2.2 Drainkomponente "LES Noppenbahn"

(1) Die Drainkomponente "LES Noppenbahn" wird in dem vom Antragsteller benannten Herstellwerk (Werk 3) hergestellt. Name und Anschrift des Herstellwerks sind beim DIBt hinterlegt.

(2) Die Drainkomponente muss den Eigenschaften und Kennwerten gemäß Abschnitt 2.1.2.2 (1) und der Anlage 7 unter Berücksichtigung der Anforderungen des Antragstellers entsprechen. Der Hersteller der Drainkomponente hat diese Eigenschaften und Kennwerte mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204, Abschnitt 4 nachzuweisen.

(3) Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Z-59.26-470' zu versehen.

2.2.3 Zubehör

(1) Die Zubehörteile müssen den Anforderungen gemäß Anlage 7 unter Berücksichtigung der Anforderungen des Antragstellers entsprechen.

[4] DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

(2) Der Lieferschein ist zusätzlich mit dem Hinweis 'Teilkomponente für Leckageerkennungssystem nach Bescheid Z-59.26-470' zu versehen.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Dichtungsbahn mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für das Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikats einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

(2) Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Dichtungsbahn eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

(3) Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(4) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

(5) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) Im Herstellwerk der Dichtungsbahn ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellte Dichtungsbahn den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entspricht.

(2) Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die in Anlage 9 aufgeführten Maßnahmen einschließen.

(3) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Dichtungsbahn,
- Zuordnung der hergestellten Dichtungsbahn zur Charge der verwendeten Formmassen einschließlich des Masterbatches,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Dichtungsbahn,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen gemäß Anlage 8 und Anlage 9 sowie
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(4) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(5) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind von dem für die Produktionskontrolle Verantwortlichen unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

2.3.3 Fremdüberwachung

(1) Im Herstellwerk der Dichtungsbahn sind das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

(2) Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

(3) Die Fremdüberwachung der Herstellung der Dichtungsbahn ist gemäß Anlage 9 durchzuführen. Die Identität ist dabei im Vergleich der Angaben der Anlage 8 "Überwachungswerte" mit den im Rahmen der Fremdüberwachung ermittelten Werten

a. zu den Formmassen (Dichte, Schmelze-Massefließrate und Oxidations-Induktionszeit bei 170 °C) sowie
b. zum Formstoff (Dichte, Schmelze-Massefließrate und Verhalten bei Zugbeanspruchung (σ_m und ε_m))

festzustellen.

(4) Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Dichtungsbahn mit folgendem Prüfumfang durchzuführen:

- Identität der Materialien (siehe Abschnitt 2.3.3 (2)),
- Beschaffenheit,
- Dicke,
- Rußgehalt und Homogenität der Rußverteilung,
- Verhalten nach Erwärmung (Maßänderung),
- Kurzzeitfügefaktoren sowie
- Prüfung des Verhaltens gegenüber der Mediengruppen 1 und 2 der Liste 7 der Medienlisten des DIBt[5] mit einer Prüfdauer von mindestens 90 Tagen und bis zur Gewichtskonstanz.

(5) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung und Bemessung

(1) Der Einbau des Leckageerkennungssystems (vorkonfektionierte Dichtungsbahnlagen, Drainkomponenten, Kontrollschacht, usw.) ist fachkundig zu planen. In der Planung und Ausführung ist gegebenenfalls auftretendes Schichtenwasser zu berücksichtigen.

(2) Das Leckageerkennungssystem darf nur unter Rundbehältern verwendet werden.

(3) Die Geometrie inkl. Größe der im Werk vor zu konfektionierenden Dichtungsbahnlagen ist objektbezogen während der Planung festzulegen.

(4) In der Planung ist für Behälter, bei denen ab OK Behälterbodenplatte die Einbindetiefe ins Erdreich kleiner/gleich 30 cm ist, für den Boden eine kreisrunde Dichtungsbahnlage vorzusehen. Für die Festlegung des Durchmessers dieser Dichtungsbahnlage sind mindestens

- der äußere Behälterdurchmesser,
- die Dicke der Behälterbodenplatte,
- die doppelte Länge des Vorsprungs der Behälterbodenplatte sowie

[5] Medienlisten für Abdichtungsmittel und Dichtkonstruktionen in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe, Stand Juni 2018

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

- die Höhe, mit der die Dichtungsbahn zur Befestigung an der Behälterwand hochgeführt wird,

zu berücksichtigen.

(5) Bei Behältern, bei denen ab OK Behälterbodenplatte die Einbindetiefe ins Erdreich größer 30 cm ist, ist zusätzlich zur für den Boden vorgesehenen kreisrunden Dichtungsbahnlage nach (4) eine rechteckige Dichtungsbahnlage für den Wandbereich vorzusehen. Die rechteckige Dichtungsbahnlage ist auf einer Längsseite so auszuführen, dass sie zweilagig ist (Y-Form). Mit diesem Teil wird der Anschluss an die für den Boden vorgesehene kreisrunde Dichtungsbahnlage vorgenommen (siehe Anlage 2).

(6) Bei der Festlegung der Abmessungen der für den Wandbereich vorgesehenen rechteckigen Dichtungsbahnlage ist die Überlappungslänge für den Längsstoß mit min. 50 cm zu berücksichtigen.

(7) Die für den Wandbereich vorgesehene rechteckige Dichtungsbahnlage ist max. 6 m hoch und hat eine Länge von max. 120 m.

(8) Die Drainkomponenten sind so auszuwählen, dass

- die Drainkomponente "Geotextil 1000" mit einer maximalen Flächenlast (aus Befüllung und Auflast des Behälters) von max. 77 kN/m² belastet wird und
- die Drainkomponente "LES Noppenbahn" mit einer maximalen Flächenlast (aus Befüllung und Auflast des Behälters) von max. 120 kN/m² belastet wird.

Unterhalb eines Behälters besteht ein Vermischungsverbot. Es darf nur das Produkt "Geotextil 1000" oder "LES Noppenbahn" verwendet werden.

(9) Die Drain-Ringleitung muss zur Aufnahme und Ableitung der aus der Drainkomponente eventuell austretenden Flüssigkeit ein durchgängiges Gefälle zum Kontrollschacht von mindestens 0,5 % haben, beginnend am gegenüber dem Kontrollschacht liegenden Hochpunkt.

(10) Zur Leckageerkennung ist die elektrische Leckagesonde "Maximat LW CX" (Z-65.40–496) inkl. Signaleinrichtung vorzusehen. Die Leckagesonde muss medienbeständig gegen die in Abschnitt 1(1) genannten Stoffe gemäß AwSV sein. Der Anwendungsbereich der Leckagesonde ergibt sich aus den Besonderen Bestimmungen des Bescheids Z-65.40-496 und den zusätzlichen Angaben des Antragstellers des Bescheids Nr. Z-65.40-496.

(11) Die Anzahl der Kontrollschächte ist in der jeweiligen Objektplanung zu planen und zu dokumentieren. Es sind mindestens zwei Kontrollschächte vorzusehen.

(12) Der tiefste Punkt des Leckageerkennungssystems muss mindestens 50 cm über dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand liegen.

(13) Zum Verlegen der vorkonfektionierten Dichtungsbahnlage ist ein steinfreies, verdichtetes und abgewalztes Rohplanum mit einem Verdichtungsgrad von min. 95 % der einfachen Proctordichte vorzusehen. Die Anforderungen, die sich aus dem statischen Nachweis für den Behälter ergeben, sind zu beachten. Auf das Rohplanum werden Schutzlagen (PE-Schutzlage und Geotextil) gemäß Anlage 7 verlegt.

(14) Die Standsicherheit des Untergrunds ist vor dem Einbau der Dichtungsbahn nachzuweisen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

3.2 Ausführung

3.2.1 Allgemeines

(1) Der ausführende Betrieb (gemäß Vorschriften der AwSV), einschließlich seiner Fachkräfte, muss vom Antragsteller für die in diesem Bescheid genannten Tätigkeiten geschult, eingewiesen und autorisiert sein.

(2) Bei der Verwendung des Leckageerkennungssystems in JGS-Anlagen wird auf Anlage 7, Abschnitt 2.4 der AwSV verwiesen, wonach der ausführende Betrieb für diese Tätigkeiten Fachbetrieb gemäß § 62 AwSV sein muss, es sei denn, die Tätigkeiten sind gemäß AwSV von der Fachbetriebspflicht ausgenommen.

(3) Für den ordnungsgemäßen Einbau des Leckageerkennungssystems hat der Antragsteller eine Einbau- und Verarbeitungsanweisung zu erstellen, in der zusätzlich zu den Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere zu den folgenden Punkten detaillierte Beschreibungen enthalten sein müssen:

- Art der Vorkonfektionierung der Dichtungsbahnlagen zu Flächen für den Boden und die Wand,
- Prüfung der Fügenähte,
- Baugrundvorbereitung und –beschaffenheit, Angaben zur erforderlichen Baufreiheit,
- erforderliche Arbeitsgänge (Einbau der Dichtungsbahnlagen und der Drainkomponente, Einbau und Anschluss der Leckagesonde),
- Befestigung der vorkonfektionierte Dichtungsbahnlage sowie
- Nacharbeiten und Ausbesserungen.

(4) Für das Leckageerkennungssystem dürfen nur die Komponenten gemäß Abschnitt 1 (2) verwendet werden.

(5) Zu jeder Ausführung ist eine Fotodokumentation anzufertigen und diese zu den Bauakten zu geben. In die Fotodokumentation sind u.a. die Detailausführungen, wie Anschluss Kontrollraum an Kontrollschacht, Ausführung horizontale Befestigung usw. usf., aufzunehmen.

3.2.2 Vorkonfektionierung im Werk

(1) Die Dichtungsbahnlagen für den Boden und die Wand werden im Werk der Firma KAT GmbH, Am Dobben 14 in 26639 'Wiesmoor, oder im Werk 4 vorkonfektioniert. Name und Anschrift vom Werk 4 sind beim DIBt hinterlegt. Das Werk 4 muss die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1(1) erfüllen. Auf Abschnitt 3.2.1(2) wird hingewiesen.
(2) Beim Vorkonfektioneren werden die Nähte durch Maschinenschweißung mittels Heizkeilschweißen mit Überlappungsnähten mit Prüfkanal gemäß DVS-Richtlinie 2225-1[6] hergestellt. Die Größe der Dichtungsbahnlagen ergibt sich aus der objektbezogenen Planung.
(3) Für die Durchführung der Fügearbeiten sind die Richtlinien des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS-Richtlinien) anzuwenden. Das Schweißen der Dichtungsbahn erfolgt nach der DVS-Richtlinie 2225-1 mittels Heizkeilschweißen. Für die Schweißarbeiten darf nur Personal eingesetzt werden, welches über eine gültige Prüfbescheinigung gemäß DVS-Richtlinie 2212-3[7], Untergruppe III-2 bzw. III-3 verfügt. Die Prüfbescheinigung muss mit der in diesem Bescheid geregelten Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5" erlangt worden sein. Die Schweißnähte sind gemäß DVS-Richtlinie 2225-2[8] zu prüfen und zu protokollieren.

6	DVS 2225-1:1991-02	Schweißen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau
7	DVS 2212-3:1994-10	Prüfungen von Kunststoffschweißern; Prüfgruppe III; Bahnen im Erd- und Wasserbau
8	DVS 2225-2:1992-08	Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau - Baustellenprüfungen

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

(3) Alle Fügenähte und Anschlussschweißungen sind vollständig und in ganzer Länge wie folgt durch den Antragsteller zu kontrollieren:

- äußere Beschaffenheit der Nähte,
- Abmessung der Fläche und Anschlusspunkte,
- Prüfung mittels Schälversuch an Probeschweißungen nach DVS 2225-2,
- Dichtheitsprüfung (Druckluftprüfung) über die gesamte Länge der Schweißnähte.

Die Ergebnisse der Kontrollen sind zu dokumentieren, eine Bestätigung über die vorgenommenen Kontrollen der Qualität und vorgenommenen Prüfungen anzufertigen und mit der vorkonfektionierten Fläche aus Dichtungsbahnen "PE Sealing Membrane 1,5" zum Einbauort mitzugeben und in der dortigen Bauakte aufzunehmen. Die Unterlagen sind dem DIBt, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

3.2.3 Ausführung auf der Baustelle

(1) Der ausführende Betrieb hat sich auf der Baustelle zu vergewissern, dass alle Komponenten des Leckageerkennungssystems (gemäß Anlage 7) mit dem maßgebendem bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis oder Abnahmeprüfzeugnis gemäß diesem Bescheid vor Beginn des Einbaus zur Verfügung stehen.

(2) Das Leckageerkennungssystem ist gemäß den Bestimmungen dieses Bescheids, nach den Konstruktionszeichnungen und der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers einzubauen. Die in der Einbau- und Verarbeitungsanweisung festgelegten Verarbeitungshinweise sind einzuhalten. Einzelkomponenten dürfen nicht ausgetauscht, entfernt oder separat eingebaut werden.

(3) Die werkseitig gefügte und für den Boden vorgesehene Dichtungsbahnlage ist auf der Baustelle auf dem Schutzvlies auszulegen. Der Untergrund muss den Anforderungen des Abschnitts 3.1 entsprechen.

(4) Beim Einbau der für den Boden vorgesehenen Dichtungsbahnlage und der Drainkomponente sind diese lose und spannungsfrei zu verlegen. Hierbei ist darauf zu achten, dass Beschädigungen ausgeschlossen werden. Bei vorhandenem Sohlvorsprung ist auf diesem zum Schutz der Dichtungsbahnlage die Drainkomponente hochzuführen (siehe Anlage 1 und Anlage 2). Bei Arbeiten auf der Dichtungsbahnlage ist dafür zu sorgen, dass eine Beschädigung der Dichtungsbahnlage ausgeschlossen ist. Bei der Verlegung sind Maßnahmen zur Sturmsicherung der verlegten Dichtungsbahnlagen und der Drainkomponenten zu treffen.

(5) Die Drain-Ringleitung des Leckageerkennungssystems muss zur Aufnahme und Ableitung der aus der Drainkomponente eventuell austretenden Flüssigkeit ein durchgängiges Gefälle zum Kontrollschacht von mindestens 0,5 % aufweisen, beginnend am gegenüber dem Kontrollschacht liegenden Hochpunkt.

(6) Der Kontrollraum wird über eine bestimmte Flanschverbindung mit dem Kontrollschacht entsprechend den Angaben des Antragstellers verbunden (siehe Anlage 6).

(7) Besteht das Leckageerkennungssystem aus einer Dichtungsbahnlage für den Boden und einer Dichtungsbahnlage für den Wandbereich (siehe Abschnitt 3.1(5)), ist die Bodendichtungsbahnlage zwischen die Schenkel der Wanddichtungsbahnlage zu führen, wobei der angeschweißte Bahnenschenkel außen liegen muss (siehe Anlage 5).

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

(8) Die Dichtungsbahnlangen sind entsprechend den Vorgaben des Antragstellers an der Behälterwand zu befestigen (Verbindung Boden- und Wanddichtungsbahnlangen und Längsstoß zwischen der Wanddichtungsbahnlange). Für die Befestigung sind Befestigungsmittel zu wählen, die für die Verwendung in gerissenem Beton zugelassen sind. Die Stahlqualität ist unter Beachtung der Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4[9] auszuwählen.

(9) Der Längsstoß zwischen der Wanddichtungsbahnlage ist entsprechend den Vorgaben des Antragstellers entweder mit einer Klemmschiene oder als geschweißter Stoß auszuführen. Der geschweißte Stoß ist als Überlappungsnaht mittels Heizkeilschweißen oder als Einfachnaht mittels Warmgasüberlappschweißen herzustellen. Es gilt Absatz (12).

(10) In den Konstruktionszeichnungen ist die Stelle des Längsstoßes zu dokumentieren. Die Konstruktionszeichnungen sind zu den Bauakten zu geben.

(11) Beschädigte Dichtungsbahnlagen dürfen auf der Baustelle mittels Heizkeilschweißen mit Überlappungsnähten mit Prüfkanal bei großen Stücken oder Rissen und im Handschweißverfahren mittels Warmgasschweißen bei kleinen Zuschnitten nach DVS 2225-1 repariert werden.

(12) Für die Durchführung der Fügearbeiten sind die Richtlinien des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS-Richtlinien) anzuwenden. Für die Schweißarbeiten darf nur Personal eingesetzt werden, welches über eine gültige Prüfbescheinigung gemäß DVS-Richtlinie 2212-3, Untergruppe III–2 bzw. III-3 verfügt. Die Prüfbescheinigung muss mit der in diesem Bescheid geregelten Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5" erlangt worden sein. Die Schweißnähte sind gemäß DVS-Richtlinie 2225-2 zu prüfen und zu protokollieren. Die Ergebnisse sind in den Bauakten zu dokumentieren. Die Lage der reparierten Stellen ist in den Bauakten zu dokumentieren.

(13) Das Leckageerkennungssystem mit der elektrischen Leckagesonde "Maximat LW CX" (Leckagesonde, Signaleinrichtung und Kontrollrohr (siehe Anlage 6)) ist entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-65.40-496, ggf. ergänzenden Hinweisen des Antragstellers des Bescheids Nr. Z-65.40-496 sowie den beim DIBt hinterlegten Angaben zu installieren.

Die Leckagesonde muss so angeordnet sein, dass sie von der auslaufenden Flüssigkeit erreicht wird. Die Leckagesonde ist direkt auf den Boden aufzulegen bzw. mit einem Abstand zum Boden von max. 5 cm zu installieren. Die Leckagesonde und die zugehörige Signaleinrichtung sind an die zentrale Stromversorgung anzuschließen und in Funktion zu bringen. Die Leckagesonde ist vor Niederschlags- und Kondenswasser zu schützen.

(14) Die Dichtungsbahn ist bis ca. 30 cm über OK Gelände zu führen und an der Behälterwand mit einer Abschlussleiste zu befestigen (siehe Anlage 1 und Anlage 2). Der obere Anschluss ist mit einem tagwasserdichten Verschluss entsprechend den Vorgaben des Antragstellers zu verschließen.

(15) Vor dem Verfüllen der Baugrube sind die Dichtungsbahnlagen mit dem Schutzvlies so zu schützen, dass diese während des Verfüllens nicht beschädigt werden.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

[9] DIN EN 1993-1-4:2015-10 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln - Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen; Deutsche Fassung EN 1993-1-4:2006 + A1:2015

(16) Der Antragsteller muss den Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) verpflichten, an jeden Behälter dauerhaft die Information mit folgenden Angaben anzubringen (es sollen dabei mitgelieferte Schilder verwendet werden):

Als Leckageerkennungssystem wurde verwendet:

Leckageerkennungssystem:	"Leak Detections System 1.0" Z-59.26-470
– Dichtungsbahn:	"PE Sealing Membrane 1,5" Z-59.26-470
– Drainkomponente:	"Geotextil 1000"
Max. zul. Flächenlast:	77 kN/m²
Leckagesonde:	"Maximat LW CX" Z-65.40-496
Bescheidnummer:	Z-59.26-470
Antragsteller:	KAT GmbH Am Dobben 14 26639 Wiesmoor
ausgeführt am:	
ausgeführt von:	(ausführender Betrieb siehe Abschnitt 3.2.1 (1))

Zur Schadensbeseitigung nur die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben des Antragstellers verwenden!

Oder:

Als Leckageerkennungssystem wurde verwendet:

Leckageerkennungssystem:	"Leak Detections System 1.0" Z-59.26-470
– Dichtungsbahn:	"PE Sealing Membrane 1,5" Z-59.26-470
– Drainkomponente:	"LES 'Noppenbahn"
Max. zul. Flächenlast:	120 kN/m²
Leckagesonde:	"Maximat LW CX" Z-65.40-496
Bescheidnummer:	Z-59.26-470
Antragsteller:	KAT GmbH Am Dobben 14 26639 Wiesmoor
ausgeführt am:	
ausgeführt von:	(ausführender Betrieb siehe Abschnitt 3.2.1 (1))

Zur Schadensbeseitigung nur die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben des Antragstellers verwenden!

3.2.4 Überwachung der Bauausführung

(1) Vor, während bzw. nach Einbau des Leckageerkennungssystems sind nachstehende Kontrollen durchzuführen und deren Durchführung und Ergebnisse aufzuzeichnen.

(2) Vor dem Einbau und während des Einbaus:

- Kontrolle, ob der Untergrund den Vorgaben des Abschnitts 3.1 entspricht
- Kontrolle, ob die zu verwendenden Materialien den Anforderungen dieses Bescheids entsprechen. Dazu sind insbesondere die Chargennummern der verwendeten Dichtungsbahn, der Drainkomponente sowie der Leckagesonde zu dokumentieren.
- Kontrolle, ob die jeweiligen, nach Abschnitt 2.2 geforderten Verwendbarkeitsnachweise oder Abnahmeprüfzeugnisse vorliegen,
- Kontrolle der vorkonfektionierten Dichtungsbahnlage nach Abschnitt 3.2.2, im Besonderen die Bestätigung über vorgenommene Kontrollen an den Schweißverbindungen gemäß Abschnitt 3.2.2 (3),

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

– Kontrolle, ob die Dichtungsbahn den Anforderungen und der Kennzeichnung nach Abschnitt 2.2.1 entspricht,
– Kontrolle, ob die Drainkomponente den Anforderungen nach Abschnitt 2.2.2 entspricht,
– Kontrolle, ob das Zubehör den Anforderungen nach Abschnitt 2.2.3 entspricht,
– Kontrolle der ordnungsgemäßen Anschlüsse der Drainrohre an die Kontrollschächte gemäß Abschnitt 3.2.3 (6).

(3) Nach dem Einbau:

– Kontrolle, ob die Dichtungsbahnlagen entsprechend den Anforderungen des Antragstellers an der Behälterwand befestigt wurde,
– Kontrolle, ob die Leckagesonde inkl. Signaleinrichtung entsprechend des Bescheids Z-65.40-496 installiert wurde.

(4) Während der Herstellung des Leckageerkennungssystems sind Aufzeichnungen über den Einbau in Wort und Bild (Fotodokumentation) (siehe zum Beispiel Anlage 10) vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen. Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen und sind dem mit der Bauüberwachung Beauftragten auf Verlangen vorzulegen.

3.3 Übereinstimmungserklärung für die Bauart

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart (eingebautes Leckageerkennungssystem) mit den Bestimmungen dieses Bescheids muss vom ausführenden Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) mit einer Übereinstimmungserklärung auf Grundlage der Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere des Abschnitts 3, und folgenden zusätzlichen Kontrollen erfolgen:

- Kontrolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit der vorgesehenen Systemkomponenten für die fachgerechte Ausführung der Bauart sowie deren Kennzeichnung mit dem Übereinstimmungszeichen und
- Kontrollen der Ausführung und Aufzeichnungen nach Abschnitt 3.2.4.

(2) Die Übereinstimmungserklärung ist dem Betreiber der Anlage zusammen mit einer Kopie dieses Bescheids, einer Kopie der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung der Leckagesonde "Maximat LW CX", einer Kopie der ETA bzw. allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung der verwendeten Befestigungsmittel sowie einer Kopie der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers zu übergeben.

(3) Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre vom Unternehmen aufzubewahren. Kopien der Aufzeichnungen sind dem Betreiber zur Aufnahme in die Bauakten auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(4) Die ersten beiden Bauvorhaben nach Erteilung des Bescheids sind von einem vom DIBt benannten Gutachter (in Wort und Bild) zu begleiten und zu begutachten. Der Bericht darüber ist in die Bauakte aufzunehmen und unmittelbar dem DIBt zur Kenntnis zu geben.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

4.1 Allgemeines

(1) Auf die Notwendigkeit der gemäß den Vorschriften der AwSV regelmäßigen Kontrolle der Biogasanlage durch den Betreiber oder der ständigen Überwachung der Dichtheit sowie der Funktionsfähigkeit der JGS-Anlage gemäß AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.2 durch den Betreiber einer JGS-Anlage wird verwiesen. Hierfür gelten die unter Abschnitt 3.2 aufgeführten Kriterien in Verbindung mit Abschnitt 3.3.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

(2) Die Vorgaben des Antragstellers für die ordnungsgemäße Reinigung und Wartung des Regelungsgenstands sind vom Betreiber einer Anlage zu berücksichtigen.

(3) Vom Betreiber sind in der Betriebsanweisung der jeweiligen Lager- und Abfüllanlage von JGS-Anlagen bzw. Biogasanlagen die Kontrollintervalle so zu organisieren, dass das Leckageerkennungssystem gemäß den Vorgaben der AwSV mindestens einmal wöchentlich kontrolliert wird. Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrollen und alle von dieser Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse sind zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sind dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(4) Es wird darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist

- mit dem Instandhalten, Instandsetzen und Reinigen des Leckageerkennungssystems nur solche Betriebe zu beauftragen, die für diese Tätigkeiten Fachbetrieb im Sinne von AwSV, Anlage 7, Abschnitt 2.4 sind und
- eine Inbetriebnahmeprüfung durch Sachverständige nach Wasserrecht zu veranlassen, siehe AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.4.

(5) Wird bei den Kontrollen durch den Betreiber festgestellt, dass die Leckagesonde ein Signal anzeigt, so sind unverzüglich Maßnahmen zur Vermeidung von Gewässerschäden durchzuführen.

(6) Nach einer Leckage ist zu prüfen, ob die Funktionsfähigkeit der Leckagesonde weiterhin gegeben ist.

(7) Der Betreiber kann die Funktionsfähigkeit des Leckageerkennungssystems, z. B. im Rahmen von Cross Compliance-Prüfungen, mittels einer Durchgangsprüfung, durchgeführt vom Antragsteller oder dem ausführenden Betrieb, nachweisen lassen.

(8) Die elektronische Leckagesonde ist vom Betreiber auf Funktionsbereitschaft sowie Beschädigungen oder Verschmutzungen in angemessenen Zeitabständen, mindestens aber zweimal im Jahr, zu prüfen. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Leckagesonde im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

4.2 Prüfungen durch Sachverständige gemäß Vorschriften der AwSV

4.2.1 Inbetriebnahmeprüfung

(1) Der Sachverständige ist über den Fortgang der Arbeiten laufend zu informieren. Ihm ist die Möglichkeit zu geben, an den Kontrollen vor und nach dem Einbau des Leckageerkennungssystems nach Abschnitt 3.3 teilzunehmen und die Ergebnisse der Kontrollen zu beurteilen.

(2) Die Prüfung vor Inbetriebnahme ist in Anwesenheit eines sachkundigen Vertreters des Betriebes nach Abschnitt 3.2.1 (1) und des Anlagenbetreibers durchzuführen.

(3) Es ist zu kontrollieren, ob die Bestimmungen dieses Bescheids, insbesondere des Abschnitts 3, eingehalten wurden.

(4) Es ist zu kontrollieren, ob dieser Bescheid, die Unterlagen nach Abschnitt 3.3 (1) sowie die Bestätigung der Fertigung (siehe Anlage 10) vorliegen. Diese sind auf Verlangen dem Sachverständigen vorzulegen.

(5) Es ist zu kontrollieren, ob die Kontrollschächte und deren Anschlüsse ordnungsgemäß und ausreichend geplant und ausgeführt wurden und der Kontrollraum mit dem Kontrollschacht verbunden ist. Hierzu ist eine Durchgangsprüfung vorzunehmen. Die Durchgangsprüfung kann als Nebelprüfung durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Prüfung sind zu dokumentieren.

4.2.2 Wiederkehrende Prüfungen bei Anwendung in L- und A-Anlagen in Biogasanlagen

(1) Die Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Leckageerkennungssystems erfolgt mittels Durchgangsprüfung als Nebelprüfung. Die Vorgaben des Antragstellers sind zu beachten.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

(2) Werden bei wiederkehrenden Prüfungen Beschädigungen des Leckageerkennungssystems (z. B. an der oberen Befestigung an der Behälterwand oder am Kontrollschacht) festgestellt, sind entsprechende Maßnahmen gemäß Abschnitt 4.3 zur Beseitigung der Mängel zu treffen.

4.3 Mängelbeseitigung

Nach den Vorschriften der AwSV sind Mängel zu beheben, die bei den Prüfungen und Kontrollen festgestellt wurden.

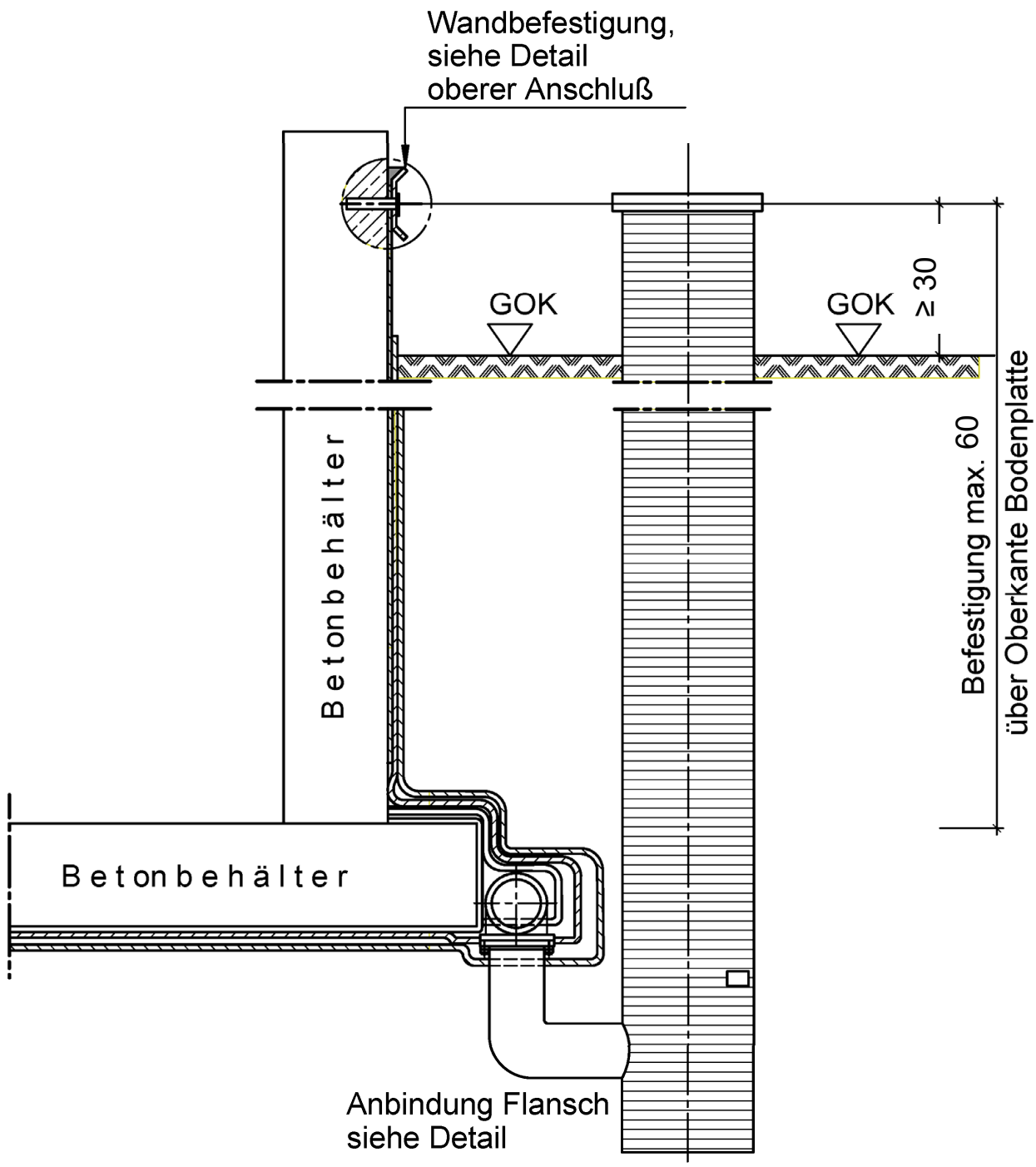
Mit der Schadensbeseitigung ist ein Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) zu beauftragen, der die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers verwenden darf und die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1 erfüllt.

Dr.-Ing. Ullrich Kluge
Referatsleiter

Beglaubigt

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

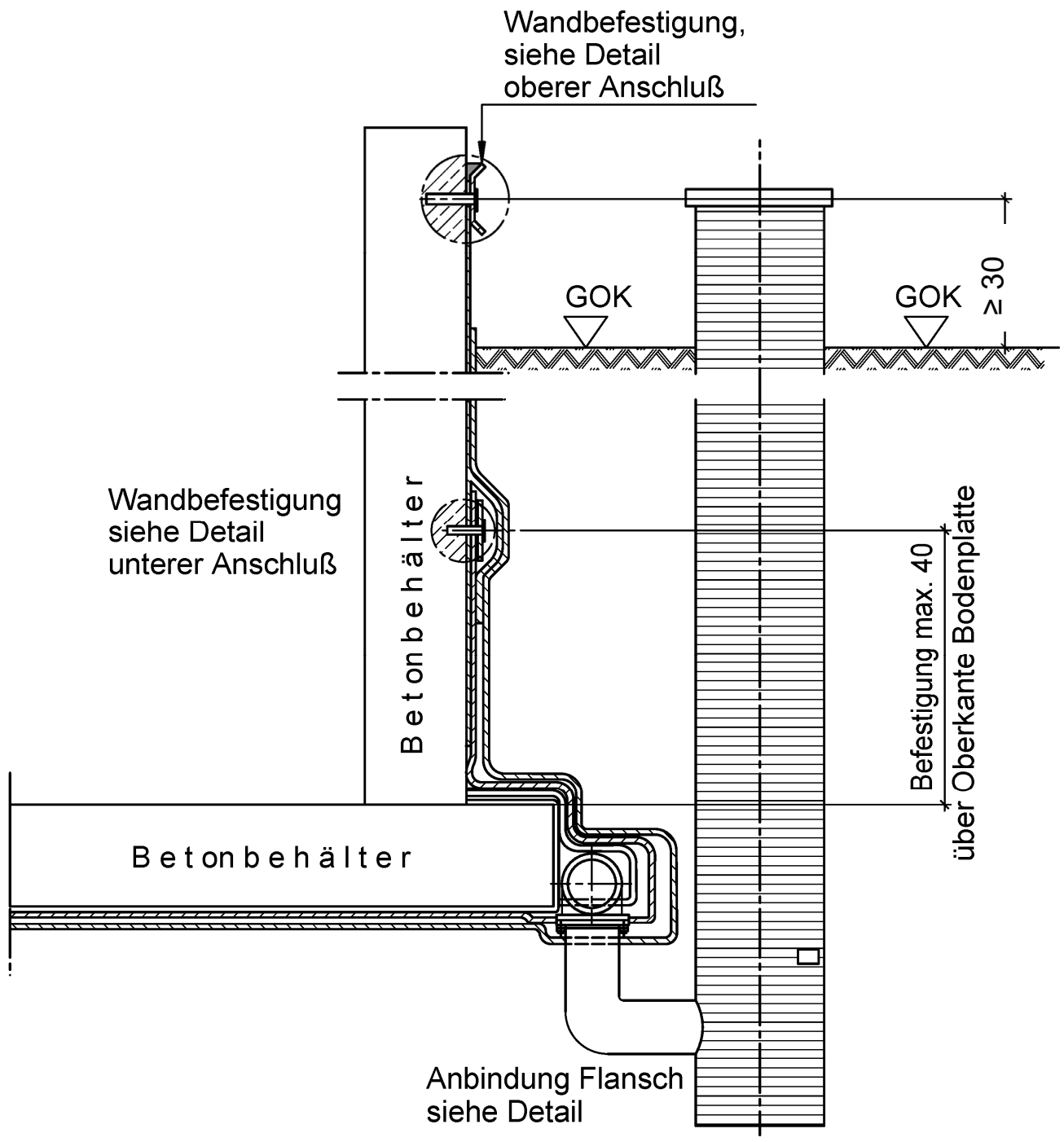
Deutsches Institut für Bautechnik DIBt



Maße in cm

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 1
Übersichtsdarstellung – Ausführung nur mit Bodendichtungsbahnlage (Einbindetiefe ins Erdreich ab OK Behälterbodenplatte die kleiner/gleich 30 cm)	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

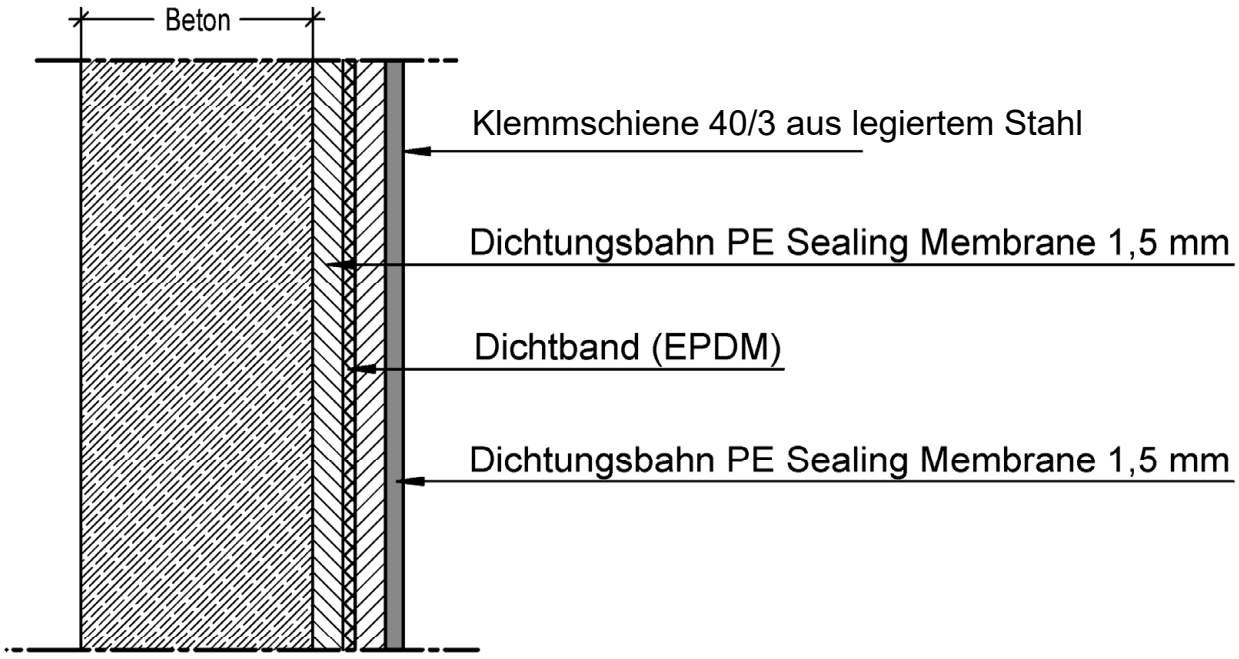


Maße in cm

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 2
Übersichtsdarstellung – Ausführung mit Boden- und Wanddichtungsbahnlage; (Einbindetiefe ins Erdreich ab OK Behälterbodenplatte die größer 30 cm)	

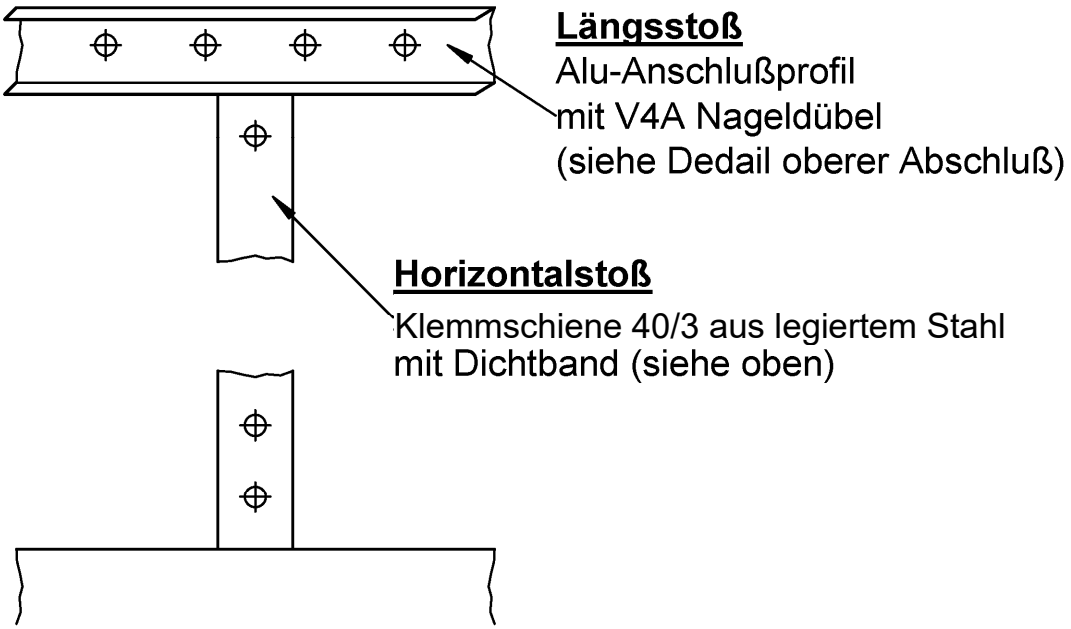
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Schnitt



Frontansicht

Korrosionsbeständigkeiten sind zu beachten und in der Planung zu berücksichtigen!



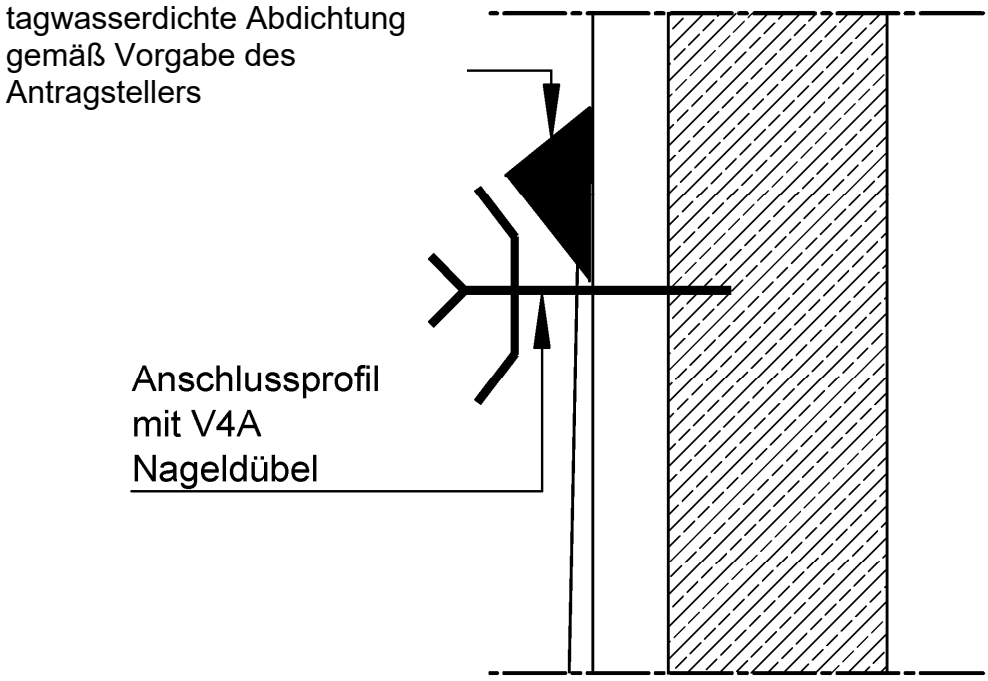
Längsstoß
Alu-Anschlußprofil
mit V4A Nageldübel
(siehe Dedail oberer Abschluß)

Horizontalstoß
Klemmschiene 40/3 aus legiertem Stahl
mit Dichtband (siehe oben)

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 3
Ausbildung des horizontalen und vertikalen Stoßes der Dichtungsbahnlagen	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Detail Abdichtfuge:



PE-Folie befestigen, bündig zum Anschlussprofil kürzen

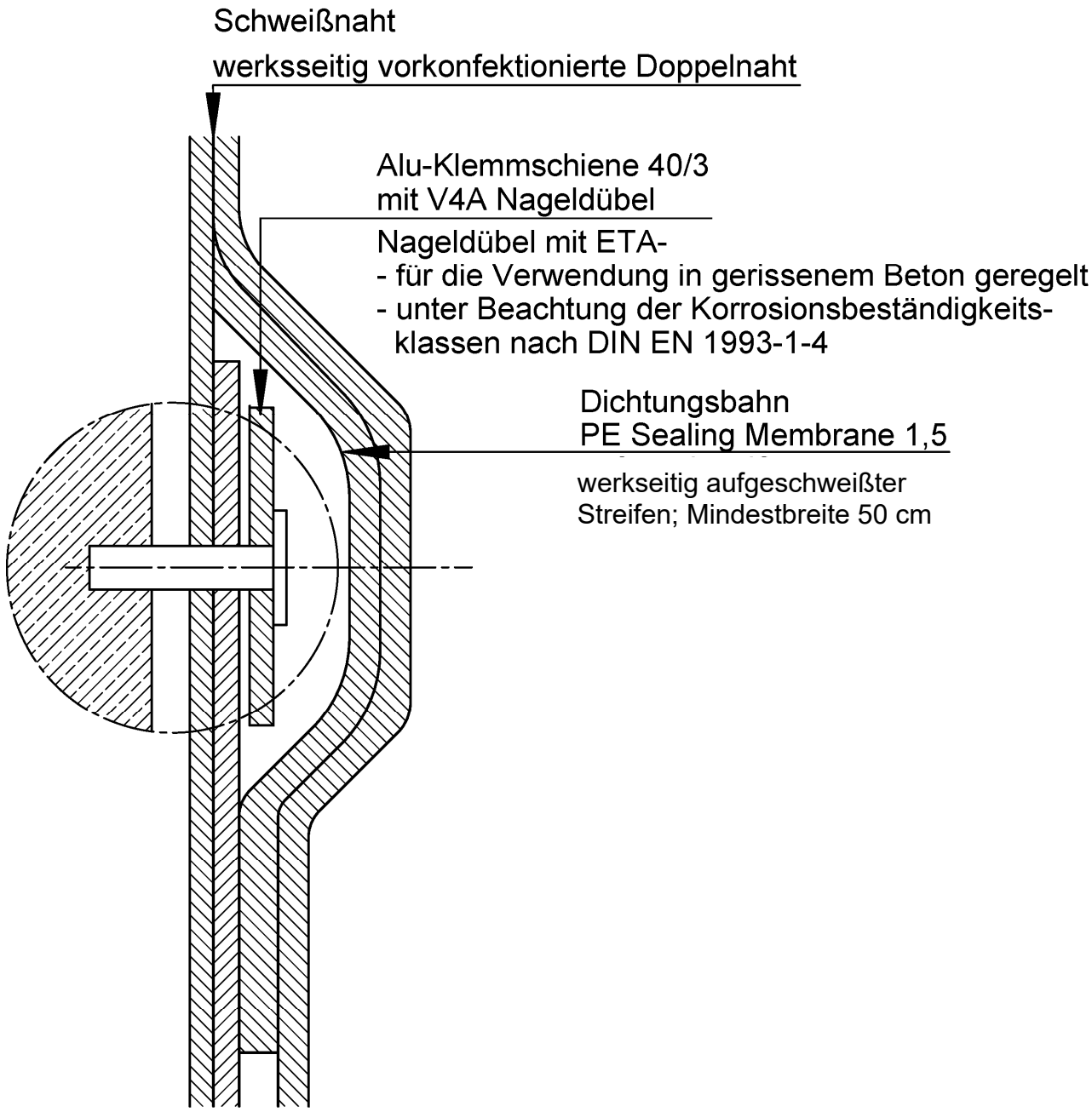
tagwasserdichte Abdichtung gemäß Vorgabe des Antragstellers

Befestigung mit weg- oder kraftkontrolliertem Befestigungsmittel mit gültiger europäisch technischer Bewertung (ETA) oder allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung, das für die Verwendung in gerissenen Beton verwendbar ist.

Auswahl der metallischen Teile unter Berücksichtigung der Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4 sowie der DIN EN 1999-1-1.

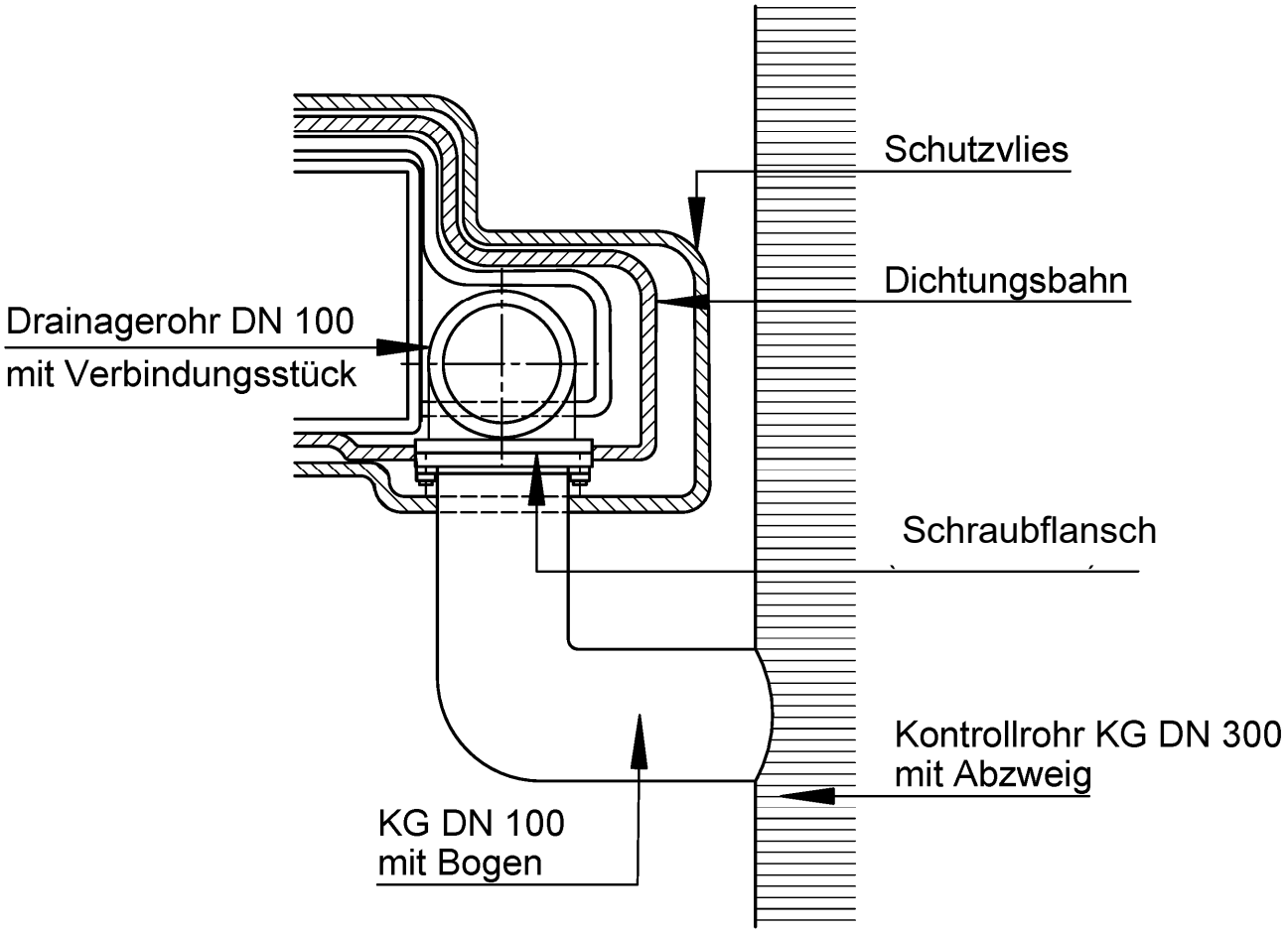
Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 4
Detail obere Befestigung	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 5
Detail Befestigung Boden- und Wandbahnlagen mit Y-Ausführung	



Frontansicht (Drainagerohr mit Flansch)

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 6
Detail Flanschanschluss	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

lfd. Nr.	Bauteil / Baustoff	Eigenschaft
1	Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5"	PE-LD-Dichtungsbahn mit einer Nenndicke von min. 1,5 mm gemäß den Bestimmungen dieses Bescheids
2	Drainkomponenten	
2.1	Drainagevlies "Geotextil 1000"	- PP-Drainagevlies - Flächengewicht 1.000 g/m² - chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) dieses Bescheids genannten Stoffe - Wasserableitvermögen von 0,03 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung weich/weich, hydraulischer Gradient i = 1) – max. zulässige Flächenlast: 77 kN/m²
2.2	Drainkomponente "LES Noppenbahn"	- PE-HD-Hohlnoppenbahn mit einseitiger PP-Vlieskaschierung - Flächengewicht 740 g/m² - chemisch beständig gegen die in Abschnitt 1 (1) dieses Bescheids genannten Stoffe - Wasserableitvermögen von 3,5 l/(m s) (nach DIN EN ISO 12958 bei 20 kPa Auflast, Bettung hart/weich, hydraulischer Gradient i = 1) – max. zulässige Flächenlast: 120 kN/m²
Zubehör		
3	PE -Schutzlage	PE-LD-Abdeckfolie mit einer Dicke von 0,2 mm
4	Geotextil als Schutzlage	Geotextil mit einem Flächengewicht von 300 g/m², GRK 5
5	Drainagerohr	DN 100, PVC-U-Drainrohr nach DIN 1187 (Wassereintrittfläche > 20 cm²/m)
6	Kontrollschacht	PP-Leckerkennungskontrollschacht, DA 300
7	Flanschanbindung	geschraubter Anschlussflansch mit Kompressionsdichtscheiben und Verschraubung aus legierten Schrauben (siehe Anlage 6)
8	Schiene	Klemmleiste 40 mm x 3 mm aus legiertem Stahl oder Aluminium, Lochabstand: 20 cm Die Korrosionsbeständigkeiten nach DIN EN 1993-1-4 sowie DIN EN 1999-1-1 sind zu beachten!
9	Dichtstoff	tagwasserdichter Verschluss nach Angaben des Antragstellers
10	Leckagesonde	Leckagesonde "Maximat LW CX" / Z-65.40-496

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Anforderungen an die Bauteile

Anlage 7

Prüfgegenstand	Eigenschaft		Prüfgrundlage	Überwachungswerte
Formmasse A	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(2,0 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,935 ± 0,002) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	> 120 min
Formmasse B	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(1,3 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,926 ± 0,002) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	> 90 min
Masterbatch	Rußgehalt		DIN EN ISO 11358-1[13]	(50,0 ± 1,5) %
Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5"	Dicke		DIN EN 1849-2[14]	1,5 mm (10 %/-5 %) (Einzelwerte ± 10 %)
	Schmelzindex MFR 190/5		DIN EN ISO 1133-1[10]	(2,1 ± 0,3) g/10 min
	Dichte (d_R)		DIN EN ISO 1183-1[11]	(0,946 ± 0,004) g/cm³
	Oxidations-Induktionszeit		DIN EN 11357-6[12] bei 170 °C	≥ 100 min
	Zugfestigkeit (σ_m)	längs quer	DIN EN 12311-2[15] Verfahren B, Schulterprobekörper, Prüfgeschwindigkeit v = 500 mm/min	20 N/mm² ± 15 %
	Dehnung bei Zugfestigkeit (ε_B)	längs quer		700 % ± 15 % (relativ) 750 % ± 15 % (relativ)
	Verhalten nach Erwärmung		DIN EN ISO 1107-2[16] (80°C, 6 h)	Maßänderung ≤ 2%
	Rußgehalt		DIN EN ISO 11358-1[13]	(3,0-± 0,2) %
	Homogenität der Rußverteilung		ASTM D 5596[17]	Category 1

[10] DIN EN ISO 1133-1:2012-03 Kunststoffe - Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten - Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren

[11] DIN EN ISO 1183-1:2013-04 Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren

[12] DIN EN ISO 11357-6:2018-07 Kunststoffe - Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) - Teil 6: Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit (isothermische OIT) und Oxidations-Induktionstemperatur (dynamische OIT) (ISO 11357-6:2018); Deutsche Fassung EN ISO 11357-6:2018

[13] DIN EN ISO 11358-1:2014-10 Kunststoffe - Thermogravimetrie (TG) von Polymeren - Allgemeine Grundlagen

[14] DIN EN 1849-2:2010-04 Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[15] DIN EN 12311-2:2013-11 Abdichtungsbahnen - Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[16] DIN EN 1107-2:2001-04 Abdichtungsbahnen - Bestimmung der Maßhaltigkeit - Teil 2: Kunststoff-und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen

[17] ASTM D 5596:2003(2016) Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Überwachungsgegenstand	Eigenschaft		Prüfgrundlage	Dokumentation	Häufigkeit der	
					Werkseigenen Produktionskontrolle	Fremdüberwachung
Formmasse A und B	Schmelzindex[a)]		siehe Anlage 8	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204[18]	jede Lieferung	2 x jährlich
	Dichte[a)]					
	Oxidations-Induktionszeit[a)]					
Masterbatch	Rußgehalt					
Dichtungsbahn "PE Sealing Membrane 1,5"	Dicke			Aufzeichnung	2 x je Schicht, wenn keine kontinuierliche Messung	
	Beschaffenheit		DIN EN 1850-2[19]		nach jedem Anfahren sowie einmal je Woche, wenn kein kontinuierliches Kameraüberwachungssystem vorhanden ist	
	Schmelzindex[a)]		siehe Anlage 8		nach jedem Anfahren sowie 2 x je Woche	
	Dichte[a)]				2 x je Woche	
	Oxidations-Induktionszeit				---	
	Zugfestigkeit[a)]	längs			nach jedem Anfahren sowie 1 x je Woche	
		quer				
	Dehnung bei Zugfestigkeit[a]	längs				
		quer				
	Verhalten nach Erwärmung	längs			1 x je Arbeitstag	
		quer				
	Rußgehalt					
	Homogenität der Rußverteilung					

a) Feststellung der Identität gemäß Abschnitt 2.3.3 (3) der Besonderen Bestimmungen

18 DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen

19 DIN EN 1850-2:2001-09 Abdichtungsbahnen - Bestimmung sichtbarer Mängel - Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen; Deutsche Fassung EN 1850-2:2001

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Leckageerkennungssystem Typ "Leak Detection 1.0" für die Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 9
Grundlage für den Übereinstimmungsnachweis der Dichtungsbahn	

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

lfd. Nr.	**Bestätigung des ausführenden Betriebs**	
1	Projekt:	
2	Lagergut:	
3	Dichtungsbahn: ..... / ..... / ..... (Handelsname/Type/Dicke) Drainkomponente: "Geotextil 1000" oder "LES Noppenbahn" (zutreffendes markieren)	
4	Bescheid: Z-59.26-470 vom 20/01/2020	
5a	Antragsteller: KAT GmbH, Am Dobben 14 in 26639 Wiesmoor Telefon: +49 (0) 4944 7999	
5b	Ausführender Betrieb gemäß Vorschriften der AwSV zum Einbau der Dichtungsbahn:	
5c	Bauzeit: Beginn:.....Fertigstellung:.....	
		Bestätigung
6	Das Fachpersonal des ausführenden Betriebs wurde vom Antragsteller über den sachgerechten Einbau unterrichtet und autorisiert.	
7	Behälterabmessungen: Durchmesser / Höhe / Einbindetiefe (in m)	
8	Bodenplane (B) / Mantelplane (M) (zutreffendes markieren)	B / M
9	Berechnete Flächenlast des Behälters (laut Statischem Nachweis) (in kN/m²)	
10	Beurteilung vor Einbau des Leckageerkennungssystems: Untergrundbeschaffenheit gem. Hinweisen des Bescheids ist gegeben	
11	Kontrolle des Einbaus	
	a) Kontrolle, ob Dichtungsbahn, Drainkomponente und Zubehör den Anforderungen des Bescheids entsprechen	
	b) **Prüfbescheinigungen**[20] der Schweißer gem. DVS-Richtlinie 2225-2 liegen vor	
	c) **Schweißprotokolle**[20] aus der Vorkonfektionierung liegen vor	
	d) Kontrolle der vorkonfektionierten Fläche nach dem Einbau und Bestätigung gemäß Abschnitt 3.2.2 (2) dieses Bescheides	
	e) **Drainkomponente**:	
	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 über Wasserableitvermögen nach Abschn. 2.1(4) für Drainkomponente liegt vor?	
	wurde fachgerecht eingebaut?	
	f) Kontrolle der ordnungsgemäßen Anschlüsse des Kontrollraumes an die Drainrohre und der Drainrohre an die Kontrollschächte	
	g) **Leckagesonde:**	
	ist entsprechend Z-65.40-496 gekennzeichnet?	
	wurde entsprechend Z-65.40-496 eingebaut?	
	h) das Leckageerkennungssystem wurde gemäß den Bestimmungen des Bescheids eingebaut	
	i) **Durchgangsprüfung** wurde während Inbetriebenahmeprüfung durch den Sachverständigen durchgeführt mit (zutreffendes markieren)	Nebel
	j) **Fotodokumentation** liegt vor?	
Bemerkungen:		

Datum; Unterschrift Verantwortlicher Bauleiter

[20] Die Prüfbescheinigungen und die Schweißprotokolle sind der Bestätigung beizufügen

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-59.26-470

Deutsches Institut für Bautechnik

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Zulassungs- und Genehmigungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Datum: 06.10.2022

Geschäftszeichen: II 71-1.74.62-62/19

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung

Nummer:
Z-74.62-213

Geltungsdauer
vom: **6. Oktober 2022**
bis: **6. Oktober 2027**

Antragsteller:
Sika Deutschland GmbH
Kornwestheimer Straße 103-107
70439 Stuttgart

Gegenstand dieses Bescheides:
"Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen/genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst 13 Seiten und sechs Anlagen.

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.

5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

(1) Gegenstand dieses Bescheids ist der standfeste Fugendichtstoff "Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" (nachfolgend Fugendichtstoff genannt) als Bestandteil des Fugenabdichtungssystems der Sika Deutschland GmbH (nachfolgend Fugenabdichtungssystem genannt).

Das Fugenabdichtungssystem darf in Lager- und Abfüllanlagen von JGS-Anlagen sowie von Biogasanlagen verwendet werden, in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft nach § 2 (8) AwSV[1], außer pflanzenölhaltige Gärsubstrate, eingesetzt werden.

(2) Das Fugenabdichtungssystem darf in den zuvor genannten Anlagen in folgenden Bereichen verwendet werden:

- Fahrsilos (Gärsubstratlager), in denen ausschließlich Gärsubstrate gemäß Abschnitt 1 (1) gelagert werden,
- Flächen, auf denen ausschließlich Gärsubstrate gemäß Abschnitt 1 (1) sowie die daraus entstandenen Gärreste gelagert und abgefüllt werden,
- Fahrsilos, in denen Gärfutter gelagert und in denen beim Silieren entstehende Silagesickersäfte abgeleitet werden sowie
- Flächen, auf denen wassergefährdende Stoffe gemäß § 2 (13) AwSV gelagert und abgefüllt werden.

(3) Das Fugenabdichtungssystem ist mit luftbereiften Fahrzeugen befahrbar.

(4) Der elastisch aushärtende Fugendichtstoff des Fugenabdichtungssystems (bestehend aus Fugendichtstoff, Voranstrich, Hinterfüllmaterial) darf in Dichtkonstruktionen zur Abdichtung von Bewegungsfugen verwendet werden.

(5) Das Fugenabdichtungssystem darf zusammen mit bestimmten Beton-Dichtkonstruktionen (Kontaktmaterialien) in waagerechten und senkrechten Fugen verwendet werden.

(6) Der Fugendichtstoff ist mit dem Voranstrich (Primer) auf das Kontaktmaterial abgestimmt. Die Fugenflanken sind vor dem Einbringen des Fugendichtstoffs mit dem Voranstrich (Primer) zu versehen.

(7) Das Fugenabdichtungssystem darf bei normalen Umgebungs-, Bauteil- und Materialtemperaturen eingebaut und bei Umgebungstemperaturen zwischen -20 °C und +70 °C genutzt werden, wobei die Temperatur der Lagersubstrate beim Kontakt mit dem Fugenabdichtungssystem 30 °C nicht überschreiten darf. Das Fugenabdichtungssystem darf während des Silierprozesses kurzzeitig Temperaturen von 40 °C ausgesetzt werden.

(8) Das Fugenabdichtungssystem darf sowohl im Inneren von Gebäuden als auch im Freien verwendet werden.

(9) Dieser Bescheid berücksichtigt auch die wasserrechtlichen Anforderungen an den Zulassungs- und Regelungsgegenstand. Gemäß § 63 Abs. 4 Nr. 2 und 3 WHG[2] gilt der Zulassungs- und Regelungsgegenstand damit als geeignet.

(10) Der Bescheid berücksichtigt die wasserrechtlichen Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS-Anlagen). Der Zulassungs- und Regelungsgegenstand darf gemäß Abschnitt 2.1 der Anlage 7 der AwSV in JGS-Anlagen verwendet bzw. angewendet werden.

[1]	AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), zuletzt geändert durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
[2]	WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 22. Juli 2022 (BGBl. I S 1237)

(11) Dieser Bescheid wird unbeschadet der Prüf- und Genehmigungsvorbehalte anderer Rechtsbereiche erteilt.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt/die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Allgemeines

Das Fugenabdichtungssystem muss den Angaben und den technischen Kenndaten der Anlagen dieses Bescheids entsprechen. Die in diesem Bescheid nicht angegebenen Werkstoffkennwerte, Zusammensetzungen, Rezepturen, Abmessungen und Toleranzen müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik, bei der Zertifizierungsstelle bzw. der fremdüberwachenden Stelle hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.2 Eigenschaften

(1) Das Fugenabdichtungssystem muss

- im angegebenen Temperaturbereich beständig und flüssigkeitsundurchlässig gegenüber den in Absatz 1 (2) genannten wassergefährdenden Stoffen sowie
- hydrolyse- und witterungsbeständig sein.
- geeignet sein, an Kontaktmaterialien gemäß Anlage 3, Tabelle 2 angeschlossen zu werden.
- bei gleichzeitiger Beanspruchung mit Lagersubstraten gemäß Absatz 1 (2) mit luftbereiften Fahrzeugen befahrbar sein.
- unter Berücksichtigung der zu erwartenden Einbaugegebenheiten bzw. Beanspruchungen geeignet sein, die in Anlage 4 dargestellten zulässigen Dehn-, Stauch- bzw. Scherverformungen in parallelflankigen Bereichen sowie im Bereich von T- und Kreuzungspunkten aufzunehmen, ohne flüssigkeitsdurchlässig zu werden und
- hinsichtlich des Brandverhaltens die Anforderungen der Klasse E nach DIN EN 13501-1[3] erfüllen.

(2) Die Eigenschaften nach Absatz (1) wurden dem DIBt gegenüber nachgewiesen.

2.1.3 Zusammensetzung

(1) Das Fugenabdichtungssystem besteht aus:

- **Fugendichtstoff**

  "Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau " einkomponentig auf Polyurethan-Basis
- **Voranstrich**

  "Sika Primer 115" gekennzeichnet nach Z-74.62-212
- **Hinterfüllmaterial**

  Es ist geschlossenzelliges und mit dem Fugendichtstoff verträgliches Hinterfüllmaterial gemäß den Festlegungen des Antragstellers zu verwenden.

(2) Nähere Angaben zu den einzelnen Komponenten des Fugenabdichtungssystems (Mischungsverhältnisse, Ablüftezeit, etc.) enthält Anlage 1, Tabelle 2.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Die Herstellung des Fugendichtstoffs und des Voranstrichs haben nach den im Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben zu erfolgen. Der Fugendichtstoff wird im Werk der Sika Deutschland GmbH, Stuttgarter Straße 117 in 72574 Bad Urach hergestellt.

[3] DIN EN 13501-1:2010-01 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2010

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

Änderungen der Rezeptur und des Herstellverfahrens bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das Deutsche Institut für Bautechnik.

2.2.2 Verpackung, Transport, Lagerung

(1) Verpackung, Transport und Lagerung der einzelnen Komponenten des Fugenabdichtungssystems müssen so erfolgen, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Insbesondere sind der Fugendichtstoff und der Voranstrich in geschlossenen Originalgebinden vor Feuchtigkeit geschützt im in Anlage 1, Tabelle 2 angegebenen Temperaturbereich zu lagern. Die auf den Gebinden angegebene maximale Lagerzeit ist zu beachten.

(2) Die auf den Liefergefäßen vermerkten Angaben zu Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen (z. B. Gefahrstoff- bzw. Transportrecht) sind zu beachten.

(3) Die Komponenten des Fugenabdichtungssystems sind nicht der direkten Sonneneinstrahlung auszusetzen. Sie sind so zu lagern, dass die Stofftemperatur zum Zeitpunkt der Verarbeitung größer +5 °C und kleiner +25 °C ist.

2.2.3 Kennzeichnung

(1) Die Komponenten des Fugenabdichtungssystems müssen vor dem Einbau einwandfrei identifizierbar sein.

(2) Liefergefäße, Verpackungen, Lieferschein oder Schilder/Aufkleber sind im Herstellwerk gemäß Abschnitt 2.2.1 vom Hersteller mit nachstehenden Angaben zu kennzeichnen:

- vollständige Bezeichnung der Einzelkomponenten (gemäß Abschnitt 2.1.3):

  Komponente für 'Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau – Fugenabdichtungssystem der Sika Deutschland GmbH zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen' nach Bescheid Nr. Z-74.62-213,
- Name und Werkzeichen des Herstellers,
- unverschlüsselte Mindesthaltbarkeit und
- Chargen-Nr.

(3) Zusätzlich ist jedes Liefergefäß mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) gemäß den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

(4) Alle für den Einbau wichtigen Angaben müssen deutlich und verständlich auf der Verpackung und/oder auf einem Beipackzettel, vorzugsweise mit Darstellungen, angegeben sein.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts (Fugendichtstoff) mit den Bestimmungen der vom Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für das Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

(2) Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Überwachungs- bzw. Zertifizierungsstelle einzuschalten.

(3) Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(4) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats sowie eine Kopie des Erstprüfberichts (gemäß Abschnitt 2.3.3) zur Kenntnis zu geben.

(5) Die werkseigene Produktionskontrolle und Fremdüberwachung für den Voranstrich "Sika Primer 115" ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-74.62-212 festgelegt.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) Im Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser vom Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

(2) Die werkseigene Produktionskontrolle für das Bauprodukt soll im Herstellwerk mindestens die in Anlage 2 aufgeführten Maßnahmen einschließen und ist gemäß dem hinterlegten Prüfplan durchzuführen.

(3) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen gemäß Anlage 2 sowie
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(4) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(5) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Einzelne Komponenten des Bauprodukts, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

(1) Im Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

(2) Die Fremdüberwachung ist gemäß Anlage 2 auf Grundlage des hinterlegten Prüfplans durchzuführen. Im Rahmen der Fremdüberwachung ist die Identität nach Anlage 2 dabei im Vergleich zu den Angaben nach Anlage 3 mit den ermittelten Werten festzustellen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

(3) Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der einzelnen Komponenten des Bauprodukts mit folgendem Prüfumfang durchzuführen:

- Identität der Materialien,
- Verarbeitungszeit,
- Verarbeitungseigenschaften,
- Klebfreiheit,
- Zugspannungswerte E 60 bei +23 °C und -20 °C sowie
- Zugspannungswerte E 60 bei +23 °C nach Lagerung in einer vom DIBt festgelegten Prüfflüssigkeit (siehe Anlage 2) gemäß hinterlegtem Prüfplan.

(4) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile sowie deren Chargennummern,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen gemäß Anlage 2 sowie
- Unterschrift des für die Fremdüberwachung Verantwortlichen.

(5) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Bestimmungen für Planung und Bemessung

(1) Die Planung des Fugenabdichtungssystems darf nur von fachkundigen Planern vorgenommen werden.

(2) Die Fugen sind so zu planen, dass sie während der späteren Nutzung kontrolliert werden können.

(3) Für den sachgemäßen Einbau des Fugenabdichtungssystems erstellt der Antragsteller eine Einbau- und Verarbeitungsanleitung.

(4) Unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Vorschriften und den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen sind für das jeweilige Objekt prüfbare Berechnungen und Konstruktionsunterlagen (z. B. Fugenpläne) durch einen fachkundigen Planer anzufertigen. Bewegungsfugen sind unter Berücksichtigung der zulässigen Kontaktmaterialien (Dichtflächenmaterialien) gemäß Anlage 3, Tabelle 2 so anzuordnen, dass die zulässigen Dehn-, Stauch- und Scherwege des Fugenabdichtungssystems gemäß Anlage 4 eingehalten werden.

(5) Bei Planung und Bemessung ist das Folgende zu beachten:

- Fugenabdichtungssysteme in Dichtkonstruktionen sind so anzuordnen, dass diese nur im Rahmen der in Abschnitt 1 angegebenen Beanspruchung beaufschlagt werden können bzw. ein Ansammeln eines Gemischs aus Schmutz und wassergefährdenden Flüssigkeiten auf dem Fugenabdichtungssystem vermieden wird.
- Vom Planer ist in den Konstruktionsunterlagen das Mindestalter des Betons vor der Verfugung, unter Berücksichtigung der zu verfugenden Dichtkonstruktion und der besonderen Gegebenheiten des jeweiligen Objektes, anzugeben.
- Die anschließende Dichtkonstruktion ist so zu bemessen, dass die zulässigen Bewegungen gemäß Anlage 4 (z. B. infolge Temperatur, Restschwinden bzw. -kriechen) eingehalten werden.
- Das Fugenabdichtungssystem darf bei Umgebungstemperaturen zwischen -20 °C und +70 °C genutzt werden, wobei die Temperatur der Lagersubstrate beim Kontakt mit dem Fugenabdichtungssystem 30 °C nicht überschreiten darf. Das Fugenabdichtungssystem darf während des Silierprozesses kurzzeitig Temperaturen von 40 °C ausgesetzt werden.
- Die zusätzlichen herausgegebenen Anweisungen und technischen Hinweise des Antragstellers über die Beschaffenheit der Fugenflanken sowie anschließender Bauteile sind zu beachten.

3.2 Bestimmungen für die Ausführung

3.2.1 Allgemeines

(1) Der ausführende Betrieb (gemäß Vorschriften der AwSV), einschließlich seiner Fachkräfte, muss vom Antragsteller für die in diesem Bescheid genannten Tätigkeiten geschult und autorisiert sein.

(2) Bei der Verwendung des Abdichtungssystems in JGS-Anlagen wird auf Anlage 7, Abschnitt 2.4 der AwSV verwiesen, wonach der ausführende Betrieb für diese Tätigkeiten Fachbetrieb gemäß § 62 AwSV sein muss, es sei denn, die Tätigkeiten sind gemäß AwSV von der Fachbetriebspflicht ausgenommen.

(3) Das Fugenabdichtungssystem ist gemäß den Bestimmungen dieses Bescheids, nach den Konstruktionszeichnungen (Abschnitt 3.1 (4)) und der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers einzubauen. Die in der Einbau- und Verarbeitungsanweisung festgelegten Verarbeitungs- und Nachbehandlungshinweise sind einzuhalten.

(4) Die einzelnen Komponenten des Fugenabdichtungssystems müssen den Angaben der Anlagen entsprechen.

(5) Die Komponenten des Fugenabdichtungssystems dürfen nicht ausgetauscht werden.

(6) Die Fugenbreiten gemäß Anlage 1, Tabelle 1 sind einzuhalten.

(7) Vor dem Einbau des Fugenabdichtungssystems ist die Eignung der Fugenflanken sowie der anschließenden Bauteile festzustellen.

- Der Beton der Kontaktflächen muss das vom Planer festgelegte Mindestalter vor dem Verfugen (siehe Abschnitt 3.1 (5)) erreicht haben.
- Die Fugenflanken müssen den Anforderungen dieses Bescheids entsprechen. Sie müssen trocken sein und dürfen keine Verunreinigungen aufweisen.
- Ansammlungen von Niederschlagswasser hinter bereits ausgeführten Abdichtungen sind zu verhindern.
- An der jeweiligen Fugenflanke ist der Voranstrich gleichmäßig aufzubringen (siehe auch Anlage 5). Der Voranstrich ist gemäß den Bestimmungen der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers aufzutragen.

(8) Der Antragsteller hat das Hinterfüllmaterial nach den folgenden Kriterien auszuwählen und in der Einbau- und Verarbeitungsanweisung anzugeben:

- Es ist ein Hinterfüllmaterial zu wählen, das eine Haftung des Fugendichtstoffs zum Fugengrund verhindert. Das Hinterfüllmaterial ist zur Einhaltung der Maße für die Fugentiefe genügend fest und mit gleicher Höhe "d" (Anlage 5) einzubauen.
- Das Hinterfüllmaterial muss so eingebaut sein, dass ein ellipsenförmiger Flächenquerschnitt (siehe Anlage 5) entsteht. Es muss mit dem Fugendichtstoff verträglich sein.
- Das Hinterfüllmaterial darf die Formänderung des Fugendichtstoffs nicht unzulässig behindern und keine Stoffe enthalten, die das Haften des Fugendichtstoffs an den Fugenflanken beeinträchtigen können.
- Das Hinterfüllmaterial darf keine Verfärbungen oder Blasen hervorrufen.
- Das Hinterfüllmaterial muss im eingebauten Zustand einen ausreichenden Widerstand beim Einbringen des Fugendichtstoffs leisten.

3.2.2 Einbau

(1) Bei Temperaturen an der Bauteiloberfläche unter +5 °C und über +40 °C darf nicht verfugt werden. Die Stofftemperatur des Fugendichtstoffs muss zum Zeitpunkt der Verarbeitung zwischen +5 °C und +40 °C liegen.

(2) Der Fugendichtstoff darf nicht auf Kondenswasserschichten eingebracht werden. Die Oberflächentemperatur der Bauteile im Fugenbereich muss während des Einbauens des Fugendichtstoffs mindestens 3 K über der Taupunkttemperatur liegen.

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

(3) Der Fugendichtstoff bzw. der Voranstrich ist gemäß der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers einzubringen.

(4) Die in Anlage 1, Tabelle 2 angegebene Zeitspanne zwischen Auftragen des Voranstrichs und Einbringen des Fugendichtstoffs (Ablüftezeit) ist einzuhalten.

(5) Der Fugendichtstoff ist gleichmäßig und möglichst blasenfrei einzubringen.

(6) Die Freigabe für mechanische und chemische Beanspruchungen der Dichtkonstruktion darf erst nach der in Anlage 1, Tabelle 2 angegebenen Frist nach dem vollständigen Einbringen des Fugenabdichtungssystems erfolgen.

3.2.3 Kontrolle der Ausführung

(1) Vor, während bzw. nach Einbau des Fugenabdichtungssystems sind nachstehende Kontrollen durchzuführen.

(2) Vor dem Einbau:

- Vor dem Einbringen des Fugenabdichtungssystems ist durch den ausführenden Betrieb gemäß Abschnitt 3.2.1 (1) sicherzustellen, dass die Betonfestigkeitsklasse der Betondichtkonstruktion den Anforderungen der jeweils maßgebenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung der Dichtkonstruktion, der DIN 11622-2[4] (MVV TB C 2.15.26 und C 2.15.27) oder DIN 11622-5[5] (MVV TB C 2.15.29 und C 2.15.30) entspricht, beispielsweise durch Kontrolle dieser Kennwerte in den Überwachungsaufzeichnungen gemäß DIN EN 13670[6] in Verbindung mit DIN 1045-3[7], z. B. Bautagebuch.
- Kontrolle der Fugenbreite, des Fugenabstands und der Tiefe des Fugenraums gemäß Anlage 5, der Konstruktionsunterlagen, z. B. Fugenplan (siehe Abschnitt 3.1), bzw. der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers.
- Kontrolle des Zustands der Kontaktflächen (Haftflächen). Verschmutzungen sind gründlich vor dem Einbau zu entfernen.
- Ermittlung der Oberflächentemperatur und Vergleich (3 K über Taupunkttemperatur) gemäß Abschnitt 3.2.2.

(3) Nach dem Einbau:

Das eingebaute Fugenabdichtungssystem ist im ausgehärteten Zustand in voller Länge auf Flankenhaftung zu untersuchen. Diese Prüfung kann mit einer der nachstehenden Methoden durchgeführt werden:

- Kugelstab-Prüfung

  Hierbei wird ein am Ende halbkugelförmig abgerundeter Stab von halber Fugenbreite ca. 2 mm tief in die Fuge eingedrückt.
- Rollen-Prüfung

  Durch Verwendung einer kreisrunden Metallscheibe von rund 100 mm Durchmesser, deren Dicke halb so groß ist wie die Fugenbreite und deren Umfangsfläche halbkreisförmig gerundet ist, wird der Eindruckversuch kontinuierlich durchgeführt. Dazu wird die Scheibe mit einer Achse versehen und in eine Vorrichtung eingebaut, die ausreichend beschwert (ca. 2 mm tief eingedrückt) wird. Das so vorbereitete Gerät wird langsam über das eingebaute Fugenabdichtungssystem gezogen.

(4) Während der Herstellung des Fugenabdichtungssystems sind Aufzeichnungen über den Einbau (siehe zum Beispiel Anlage 6) vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen. Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen und sind dem mit der Bauüberwachung Beauftragten auf Verlangen vorzulegen.

[4]	DIN 11622-2:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos - Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
[5]	DIN 11622-5:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos - Teil 5: Fahrsilos
[6]	DIN EN 13670:2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton
[7]	DIN 1045-3:2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670, sowie DIN 1045-3 Berichtigung 1:2013-07

3.2.4 Übereinstimmungsnachweis für die Bauart

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart (eingebautes Fugenabdichtungssystem) mit den Bestimmungen dieses Bescheids muss vom ausführenden Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) mit einer Übereinstimmungserklärung und folgenden zusätzlichen Kontrollen erfolgen:

- Kontrolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit der vorgesehenen Systemkomponenten für die fachgerechte Ausführung der Bauart sowie deren Kennzeichnung mit dem Übereinstimmungszeichen und
- Kontrollen der Ausführung nach Abschnitt 3.2.3.

(2) Die Ergebnisse der Kontrollen sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Fugenabdichtungssystem: Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen
- Bescheidnummer: Z-74.62-213
- Antragsteller: *Name, Adresse*
- Ausführung am: *Datum*
- Ausführung von: *vollständige Firmenbezeichnung*
- Hinweis: Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit nur nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung Nr. Z-74.62-213 und den entsprechenden Angaben des Antragstellers
- Art der Kontrolle oder Prüfung (siehe Abschnitt 3.2.3)
- Datum der Kontrolle oder Prüfung
- Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die Ausführungskontrolle Verantwortlichen

(3) Die Aufzeichnungen sind dem Betreiber zur Aufnahme in die Bauakten auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

4.1 Allgemeines

(1) Auf die Notwendigkeit der ständigen Überwachung der Dichtheit sowie der Funktionsfähigkeit der JGS-Anlage gemäß AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.2 durch den Betreiber einer JGS-Anlage wird verwiesen. Hierfür gelten die unter Abschnitt 4.2 aufgeführten Kriterien in Verbindung mit Abschnitt 4.3.

(2) Es wird darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist, mit dem Instandhalten, Instandsetzen und Reinigen des Abdichtungssystems nur solche Betriebe zu beauftragen, die für diese Tätigkeiten Fachbetrieb im Sinne von AwSV, Anlage 7, Abschnitt 2.4 sind.

(3) Es wird ebenso darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist, eine Inbetriebnahmeprüfung durch Sachverständige nach Wasserrecht zu veranlassen (siehe AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.4).

(4) Vom Betreiber sind in der Betriebsanweisung der jeweiligen Biogas-LA-Anlagen, die Kontrollintervalle in Abhängigkeit von der nach diesem Bescheid zulässigen Beanspruchungsdauer zu organisieren. Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrollen und alle von dieser Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse sind zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sind dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(5) Vom Betreiber sind in der Betriebsanweisung der jeweiligen Lager- und Abfüllanlage von JGS-Anlagen bzw. Biogasanlagen für die Fahrsilos, Flächen zum Lagern sowie Abfüllen, die Kontrollintervalle so zu organisieren, dass der Fugendichtstoff mindestens einmal jährlich visuell kontrolliert werden kann. Bei der visuellen Kontrolle sind u. a. die Oberfläche des Fugendichtstoffs auf Veränderungen, wie Rissbildungen, Aufweichungen usw., die Flankenhaftung des Fugendichtstoffs an der anschließenden Dichtkonstruktion sowie die Fugengeometrie entsprechend Anlage 1 und Anlage 5 zu prüfen. Werden hier Mängel festgestellt, so ist durch eine sachkundige Person festzustellen (z. B. durch Betrieb gemäß Abschnitt 3.2.1 (1)), ob das Fugenabdichtungssystem noch flüssigkeitsundurchlässig ist.

(6) Wird vom Betreiber bei diesen Kontrollen festgestellt, dass die anschließende Betondichtkonstruktion mehr als 5 mm abgetragen wurde (Fase ist im Bereich der Fuge nicht mehr sichtbar (siehe Anlage 5)), so ist durch eine sachkundige Person prüfen zu lassen, ob die Dichtkonstruktion an dieser Stelle noch flüssigkeitsundurchlässig ist. Bei negativem Ergebnis ist die Flüssigkeitsundurchlässigkeit durch geeignete Maßnahmen wiederherzustellen, z. B. Reprofilierung der Fugenflanke mit einem Betonersatzsystem, das über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung für die Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS-Anlagen bzw. Biogasanlagen verfügt, und Einbau des Fugendichtstoffs gemäß diesem Bescheid.

(7) Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrollen und alle von der Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse sind zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sind dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(8) Das Fugenabdichtungssystem darf unter bestimmten Voraussetzungen nur mit luftbereiften Fahrzeugen (siehe auch Anlage 1, Tabelle 1) befahren werden.

(9) Bei der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit (Instandsetzung des Fugenabdichtungssystems) in bestehenden LA-Anlagen nach Abschnitt 4.4 hat der Betreiber gemäß den Vorschriften der AwSV

- die Bauzustandsbegutachtung und das darauf abgestimmte Instandsetzungskonzept bei einem fachkundigen Planer und
- die Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustands des wiederhergestellten Bereichs

zu veranlassen. Dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) ist die Möglichkeit der Kenntnisnahme der Bauzustandsbegutachtung und des Instandsetzungskonzepts einzuräumen.

(10) Es wird darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist,

- mit dem Instandhalten, Instandsetzen und Reinigen des Abdichtungssystems nur solche Betriebe zu beauftragen, die für diese Tätigkeiten Fachbetrieb im Sinne von AwSV, Anlage 7, Abschnitt 2.4 sind und
- eine Inbetriebnahmeprüfung durch Sachverständige nach Wasserrecht zu veranlassen, siehe AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.4.

4.2 Prüfungen durch Sachverständige gemäß Vorschriften der AwSV

(1) Inbetriebnahmeprüfung

- Der Sachverständige ist über den Fortgang der Arbeiten laufend zu informieren. Ihm ist die Möglichkeit zu geben, an den Kontrollen vor und nach dem Einbau des Fugenabdichtungssystems nach Abschnitt 3.2.3 teilzunehmen und die Ergebnisse der Kontrollen zu beurteilen.
- Die abschließende Prüfung der Beschaffenheit der Oberfläche des Fugenabdichtungssystems erfolgt durch Inaugenscheinnahme der Oberfläche sämtlicher Fugen der jeweiligen Dichtkonstruktion.
- Der Sachverständige prüft die in der Betriebsanweisung des Betreibers festgelegten Kontrollintervalle (nach Abschnitt 4.1).

(2) Wiederkehrende Prüfungen bei Verwendung in L- und A-Anlagen von Biogasanlagen

- Die Untersuchung der Beschaffenheit des Fugenabdichtungssystems geschieht durch Sichtprüfung der Fugenabdichtung in allen Bereichen der jeweiligen Dichtkonstruktion. Dabei sind im Besonderen die Bestimmungen des Abschnittes 4.1 (5) zu beachten.
- Zusätzlich ist die Untersuchung auf Flüssigkeitsundurchlässigkeit durch stichprobenartige Prüfung des Fugenabdichtungssystems auf Flankenhaftung durchzuführen.
- Anhand der Dokumentation über die regelmäßigen Kontrollen und aller von der Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse ist zu kontrollieren, ob
  - die Kontroll- und Reinigungsintervalle vom Betreiber eingehalten wurden,
  - es zu keinen von der Betriebsanweisung abweichenden Ereignissen gekommen ist und
  - kein längerer Kontakt mit den wassergefährdenden Flüssigkeiten im Laufe der Nutzung stattgefunden hat.

  Der Vergleich ist dabei zu den nach diesem Bescheid zulässigen Beanspruchungen vorzunehmen.
- Ergeben sich Zweifel an der Flüssigkeitsundurchlässigkeit des Fugenabdichtungssystems (z. B. aufgrund von Aufweichungen der Oberfläche des Fugendichtstoffs) sind weitere Untersuchungen erforderlich. Hierzu müssen ggf. Proben (Bohrkerne) aus dem betroffenen Bereich entnommen werden. Auf die Entnahme von Proben aus dem unter dem Fugenabdichtungssystem liegenden Boden kann verzichtet werden, wenn nachweislich keine vollständige Durchdringung des Fugenabdichtungssystems durch wassergefährdende Flüssigkeiten erfolgte.

4.3 Mängelbeseitigung

(1) Nach den Vorschriften der AwSV sind Mängel zu beheben, die bei den Kontrollen und Prüfungen festgestellt wurden. Mit der Schadensbeseitigung ist ein Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) zu beauftragen, der die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben der Verarbeitungsanleitung des Antragstellers verwenden darf und die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1 erfüllt.

(2) Die Flüssigkeitsundurchlässigkeit beschädigter Bereiche ist gemäß Abschnitt 4.4 wiederherzustellen und gemäß Abschnitt 4.2 vor der Inbetriebnahme zu prüfen.

4.4 Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit in bestehenden Anlagen

(1) Der Fugendichtstoff und der Voranstrich (Primer) dürfen zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Fugenabdichtungssystemen aus dem Fugendichtstoff dieses Bescheids in bestehenden JGS-Anlagen bzw. Biogasanlagen in den in Abschnitt 1 (2) aufgeführten Bereichen eingesetzt werden.

(2) Die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist nach den Vorschriften der AwSV auf Grundlage einer Bauzustandsbegutachtung und dem darauf abgestimmten Instandsetzungskonzept unter Berücksichtigung dieses Bescheids für das jeweilige Vorhaben fachkundig zu planen und auszuführen. Dabei sind die Wechselwirkungen zwischen der Dichtkonstruktion und dem Fugenabdichtungssystem zu berücksichtigen.

(3) Die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit im Fugenbereich der angeschlossenen Dichtkonstruktion (Kontaktmaterial) ist auf Grundlage des Verwendbarkeitsnachweises der jeweiligen Dichtkonstruktion durchzuführen.

(4) Vor der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist sicher zu stellen, dass die in der Bauzustandsbegutachtung ermittelten Schädigungen der Dichtkonstruktion und deren Ursachen beseitigt wurden.

(5) Es gelten für die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit des Fugenabdichtungssystems die Bestimmungen dieses Bescheids und die zusätzlichen Bestimmungen des Antragstellers.

(6) Mit Arbeiten zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sind nur Betriebe nach Abschnitt 3.2.1 (1) zu beauftragen.

(7) Bei wesentlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist vom Betreiber, bevor die Anlage wieder in Betrieb genommen wird, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustands des wiederhergestellten Bereichs gemäß den Vorschriften der AwSV zu veranlassen.

Dr.-Ing. Ullrich Kluge
Referatsleiter

Beglaubigt
Dr.-Ing. Westphal-Kay

Tabelle 1: Abmessungen der Fugenausbildung[1) 2)]

– befahrbar mit luftbereiften Fahrzeugen –		
b	**d**	**d_H**
mm		
20	20	30

– begehbar durch Fußbänger –		
b	**d**	**d_H**
mm		
20	20	30
Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.		
40	40	60

1) Vergleiche Anlage 5
2) Für die Verwendung mit den Kontaktmaterialien gemäß Anlage 3, Tabelle 2.

Tabelle 2: Charakteristische Materialkennwerte für die Verarbeitung

lfd. Nr.	Merkmal	Einheit	Kennwerte für das Fugenabdichtungssystem zur Verwendung gegenüber
1	**Kontaktmaterial nach Anlage 3**	---	Beton
2	**Voranstrich**		**Sika Primer 115**[3)]
3	**Ablüftezeit** (bei 23 °C) des Voranstrichs (witterungsabhängig) mindestens:	---	30 Minuten
4	**max. Lagerzeit**[1)] Dichtstoff bei 5°C bis 25 °C:	Monate	12
	Voranstrich bei 10°C bis 25 °C:		12
5	**Mischungsverhältnis** Dichtstoff: Voranstrich:	Gew.-Teile	1-komponentig 1-komponentig
6	**Hautbildungszeit**[2)]	---	ca. 5 Stunden (witterungs- und temperaturabhängig)
7	**Durchhärtungszeit** bis zur vollen chemischen und mechanischen Beanspruchbarkeit[2)]	Tage	14 (witterungs- und temperaturabhängig)
8	**Wartezeit** bis zur Befahrbarkeit[2)]	Tage	7 bis 14 (witterungs- und dimensionsabhängig)
9	**Farbton** Dichtstoff:	---	betongrau
	Voranstrich (Primer)[1)]:		transparent
10	**Hinterfüllmaterial** Klasse nach DIN EN 13501-1	---	gemäß Bescheid und den zusätzlichen Festlegungen des Antragstellers mindestens Klasse E
11	Oberflächentemperatur der Flächenabdichtungssysteme im Fugenbereich während des Einbaus	---	≥ 5 °C und ≤ 40 °C, ≥ 3 K über der Taupunkttemperatur
12	Baustoffklasse des Fugendichtstoffs zusammen mit dem Voranstrich: Klasse E nach DIN EN 13501-1		

1) im Originalgebinde
2) Herstellerangabe
3) gekennzeichnet nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung Nr. Z-74.62-212

"Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 1
Fugenabmessungen und Charakteristische Materialkennwerte für die Verarbeitung	

lfd. Nr	Kennwert	Prüfgrundlage	Überwachungs-gegenstand	Häufigkeit der werkseigenen Produktions-kontrolle	Häufigkeit der Fremdüber-wachung[2)]	Überwachungs-werte
1	**IR-Spektrum**[1)]	DIN EN 1767	ausgehärteter Fugendichtstoff	---	2 x jährlich	zum Bescheid hinterlegte Kurven
2	**TGA**	DIN EN ISO 11358			1 x in 5 Jahren	
3	**Dichte** (bei 23 °C)[1)]	DIN EN ISO 1183-1, Verfahren A[5)]	Fugendichtstoff	min. 1 x je Fertigungs-charge	2 x jährlich	Anlage 3
4	**Viskosität** (bei 23 °C)[1)]	DIN EN ISO 3219	Fugendichtstoff[4)]			
5	**Verlaufseigenschaften**[8)]	DIN EN ISO 7390	Fugendichtstoff	1x je Pro-duktionstag		≤ 2 mm
6	**klebfreie Zeit**	DIN EN 14187-2		---		Anlage 3
7	**Dehnspannungswert E60**[3)]	DIN EN ISO 8340		1 x je Fertigungs-woche		
8	**Dehnspannungswert E60 nach Lagerung in Prüfflüssigkeit der Flüssigkeitsgruppe "2"[6) 7)] nach 28 d (40 °C)**	Hinterlegter Prüfplan		1 x je 3 Fertigungs-monate	2 x jährlich	zul. Abweichung vom Prüfwert nach lfd. Nr. 7: -50 % bzw. +25 %
9	**Hautbildungszeit**	CPQ019-1 V.5		min. 1 x je Fertigungs-charge	---	Anlage 1
10	**Volumenänderung bei Temperatur-beanspruchung**	Hinterlegter Prüfplan		---	2 x jährlich	< 5 %
11	**Volumen- und Masse-änderung nach Lage-rung in Prüfflüssigkeit der Flüssigkeitsgruppe "2"[6)] nach 180 d**				1 x jährlich	zum Bescheid hin-terlegte Werte für Masseänderung: ± 5 %; Volumenänderung: – 5 %

1) Identifikationsprüfungen
2) Die Prüfungen müssen an durch die Überwachungsstelle aus der laufenden Produktion entnommenen Materialien erfolgen.
3) in der werkseigenen Produktionskontrolle bei +23 °C
in der Fremdüberwachung bei +23 °C und -20 °C
4) im Rahmen der FÜ mit Platte-Platte-System, Messspalt 25 mm und Scherrate 10/s;
im Rahmen der WPK nach Handlungsanweisung CQP078-1 V.3 mit 3 mm-Öffnung
5) In der WPK ist die Prüfung je Fertigungscharge entsprechend Prüfvorschrift U-QP353, datiert vom 05.09.2018, sowie einmal jährlich entsprechend DIN EN ISO 1183-1 durchzuführen.
6) Flüssigkeitsgruppe "2" nach Liste 7 der "Medienlisten für Abdichtungsmittel und Dichtkonstruktionen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe" des DIBt; Zusammensetzung der Prüfflüssigkeit entsprechend hinterlegtem Prüfplan.
7) Wird mit einem Ersatzprobekörper geprüft, sind die Bezugswerte zusätzlich ebenfalls an diesem zu ermitteln.
8) im Rahmen der WPK nur Verfahren A.

"Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Grundlage für den Übereinstimmungsnachweis

Anlage 2

Tabelle 1: Charakteristische Materialkennwerte für den Übereinstimmungsnachweis

lfd. Nr.	Eigenschaft	Einheit	Kennwert
			Fugendichtstoff: **Sikaflex–403 Tank & Silo betongrau**
1	**Dichte** bei 20 °C zulässige Toleranz: ± 2 %	g/cm³	1,23
2	**Viskosität** bei 23 °C (FÜ)[1] zulässige Toleranz: ± 20 %	Pa s	526
3	**Viskosität** bei 23°C (WPK)[1]		350 N bis 600 N
4	**Dehnspannungswert**[2] zulässige Toleranz: ± 25 %	N/mm²	**E60**
	bei 23 °C		0,88
	bei -20 °C		1,18

[1] Prüfrandbedingungen entsprechend Anlage 2

[2] ermittelt mit Zementmörtelprismen entsprechend der Vorgabe aus dem Prüfplan

Tabelle 2: Zulässige Kontaktmaterialien

lfd. Nr.	Kontaktmaterialien	Bemerkungen
1	Dichtkonstruktionen aus Beton[1] [2]: Fertigteile Ortbeton	- nach DIN 11622-2[3] oder DIN 11622-5[4] gemäß Bestimmungen MVV TB C 2.15.26 bzw. MVV TB C 2.15.27 oder MVV TB C 2.15.29 bzw. MVV TB C 2.15.30
2	Dichtkonstruktionen aus Beton[1]: Fertigteile	- gekennzeichnet gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/ allgemeiner Bauartgenehmigung für Beton-Fertigteile als Bestandteil von Flächenabdichtungssystemen zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS-Anlagen bzw. von Biogasanlagen, in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft vergoren werden

[1] Betonfestigkeitsklasse: C ≤ C 50/60;

[2] Bei Abweichungen von der DIN 11622-2 bzw. DIN 11622-5 sind als Kontaktmaterial nur Ortbeton bzw. Betonfertigteile mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen zulässig.

[3] **Beton** als Abdichtungsmittel **bzw. Stahlbeton- und Spannbetonfertigteile** als Teil von Dichtkonstruktionen in Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Gärsubstraten und Gärresten aus landwirtschaftlicher Herkunft sowie Jauche, Gülle und Silagesickersäften, wobei das jeweilige Gemisch zum Lagern maximal 10 Vol.-% Silagesickersäfte aufweisen darf.

[4] DIN 11622-5, Abschnitt 6.2 ist zu beachten, insbesondere die Voraussetzungen zum Verzicht auf einen Schutz des Betons.

lfd. Nr.	Kennwerte/Hinweise	Zulässige Verformungen infolge Stauch-, Dehn- bzw. Scherbeanspruchung
1	Zulässige Dehnwege[2)] - parallele Fugenflanken - Kreuzungs- bzw. T-Stoß	20 mm Fugenbreite: ≤ 3,0 mm 40 mm Fugenbreite: ≤ 6,0 mm
2	Zulässige Stauchwege[2)] - parallele Fugenflanken - Kreuzungs- bzw. T-Stoß	20 mm Fugenbreite: ≤ 3,0 mm 40 mm Fugenbreite: ≤ 6,0 mm
3	Zulässige Scherwege[2)] - parallele Fugenflanken - Kreuzungs- bzw. T-Stoß	20 mm Fugenbreite: ≤ 3,0 mm 40 mm Fugenbreite: ≤ 6,0 mm
4		Resultierend:[1), 2)]
	Kombination horizontaler und vertikaler Verformung im Bereich paralleler Fugenflanken sowie im Bereich von Kreuzungs- bzw. T-Stößen	$\frac{x^2_{S,p}}{x^2_S} + \frac{x^2_{DS,p}}{x^2_{DS}} \leq 1$ mit: x_{DS} zulässige horizontale Verformung $x_{DS,p}$ zu erwartender Dehn- bzw. Stauchweg (für Planung) x_S zulässiger Scherweg $x_{S,p}$ zu erwartender Scherweg (für Planung)
5	Die Auswirkung des Bewegungsverhaltens der anschließenden Dichtkonstruktion (z. B. infolge Temperatur, Restschwinden bzw. -kriechen) auf die Fugenbreite ist zu berücksichtigen	

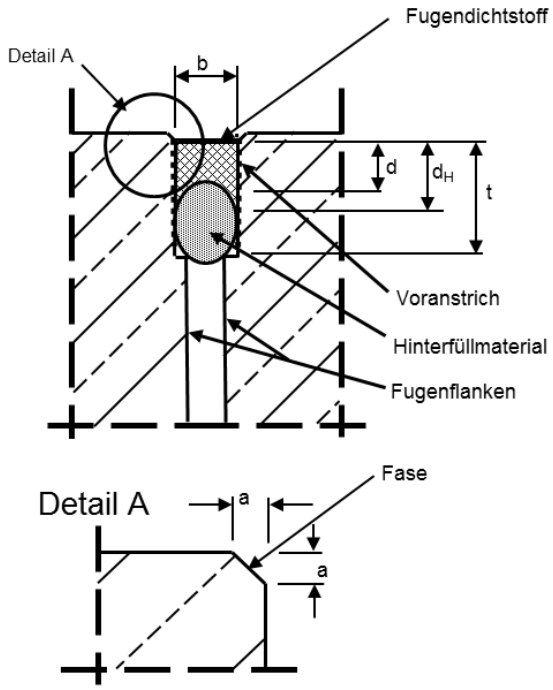
[1)] **Gleichzeitige Dehn- bzw. Stauchbeanspruchung und Scherbeanspruchung:**
Unter Berücksichtigung der realen Beanspruchung dürfen die Fugendichtstoffe mehr auf das Dehn- bzw. Stauchvermögen bezogen oder auf das Schervermögen hin gemäß der Gleichung ausgenutzt werden.

[2)] Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

"Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen

Zulässige Dehn-, Stauch- und Scherwege

Anlage 4



a = Fasentiefe (5 bis 10) mm

b = Fugenbreite 20 mm (befahrbar), 20 mm bis max. 40 mm (nicht befahrbar)

d = Dicke des Fugendichtstoffs

d_H = Haft- bzw. Kontaktfläche des Fugendichtstoffs an der Fugenflanke

t = Die Tiefe der Fugenkammer ist in Abhängigkeit von der Einbaugeometrie des Fugendichtstoffs einschließlich des Hinterfüllmaterials gemäß der Einbau- und Verarbeitungsanleitung des Antragstellers herzustellen.

Abbildung 1: Fugenausbildung beim Einbau in Betondichtkonstruktionen

"Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau" als Bestandteil des Sika-Fugenabdichtungssystems zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen	Anlage 5
Fugenausbildung beim Einbau in Betondichtkonstruktionen	

Bestätigung des ausführenden Betriebs

lfd. Nr.		
1	Projekt - Name.....	
	- Größe	
2	Lagergut:	
3	Fugenabdichtungssystem	**Sikaflex-403 Tank & Silo, betongrau** als Bestandteil des Fugenabdichtungssystems der Sika Deutschland GmbH zur Verwendung in L- und A-Anlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen
4a	Bescheid:	Z-74.62-213 vom 6. Oktober 2022
4b	Chargennummer und Verfallsdatum:	
5a	Antragsteller:	Sika Deutschland GmbH Kornwestheimer Straße 103-107, 70439 Stuttgart Telefon: +49 (0) 711 / 8009-0
5b	Betrieb (gemäß Vorschriften AwSV):	....
5c	Bauzeit:	

6	Das Fachpersonal des ausführenden Betriebs wurde vom Antragsteller des o.g. Bescheids über die sachgerechte Verarbeitung unterrichtet.	Bestätigung liegt vor ja / nein

7 **Beurteilungen und Kontrollen vor und während des Einbaus des Fugenabdichtungssystems**

a) Vor dem Einbau:

– Vergleich Betonfestigkeitsklasse C (C ≤ C50/60) mit den Aufzeichnungen des Bautagebuchs	Kennwert aus Bautagebuch angeben: C ...../.....
– Fugenbreite/Fugenabstand/Tiefe des Fugenraumes in mm:	Anforderung erfüllt: ja / nein ..... / ..... / .....
– Oberflächentemperatur/Taupunkttemperatur in °C:	...../.....
– Kontakt-/Haftflächen sind trocken:	ja / nein
– Kontakt-/Haftflächen sind frei von allen Verunreinigungen:	ja / nein
– Systemkomponenten gemäß Bescheid:	ja / nein
– Kennzeichnung aller Komponenten gemäß Bescheid:	ja / nein

b) Während und nach dem Einbau:

– Protokolle zur Wetterlage liegen bei:		ja / nein
– Prüfung durch Inaugenscheinnahme: (Nichtzutreffendes streichen)	Ohne Beanstandungen	Mit Beanstandungen (siehe Bemerkungen)
– Flankenhaftung: (Nichtzutreffendes streichen)	Ohne Beanstandungen	Mit Beanstandungen (siehe Bemerkungen)

Bemerkungen:

Datum: .....

Unterschrift/ Stempel

Deutsches Institut für Bautechnik

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt
Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ Allgemeine Bauartgenehmigung

Datum: 28.02.2020

Geschäftszeichen: II 76-1.74.101-29/18

Nummer:
Z-74.101-188

Geltungsdauer
vom: **28. Februar 2020**
bis: **28. Februar 2025**

Antragsteller:
BPA-GmbH
Behringstraße 12
71083 Herrenberg-Gültstein

Gegenstand dieses Bescheides:
CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen/genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst zwölf Seiten und sieben Anlagen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

DIBt | Kolonnenstraße 30 B | D-10829 Berlin | Tel.: +49 30 78730-0 | Fax: +49 30 78730-320 | E-Mail: dibt@dibt.de | www.dibt.de

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.

5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

(1) Gegenstand dieses Bescheids ist das Fugenblechsystem "CEMflex AVS-JGS" der BPA-GmbH (nachfolgend Fugenblechsystem genannt). Die Fugenbleche (Anlage 1) bestehen aus verzinktem Stahlblech mit beidseitiger Beschichtung auf mineralischer Basis.

Die Fugenbleche sind bandförmige Produkte, die innenliegend ganz in Bauteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton einbetoniert werden. Als Zubehörteile können CEMflex Omega-Bügel und CEMflex –Haltespangen zur Anwendung kommen. Die Fugenbleche werden in der Variante "gerade ("I-Typ")" und Abmessungen gemäß Anlage 2 hergestellt.

(2) Das Fugenblechsystem darf in unbeschichteten Lager- und Abfüllanlagen von JGS-Anlagen und Biogasanlagen in den folgenden Bereichen verwendet werden:

- Behälter mit einer max. Füllhöhe von 20 m, in denen ausschließlich Jauche, Gülle und Silagesickersäfte gemäß § 2 (13) AwSV[1] gelagert werden, wobei ein Gemischtanteil mit max. jeweils 10 Vol.-% Silagesickersäften einzuhalten ist,
- Behälter mit einer max. Füllhöhe von 20 m, in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft nach § 2 (8) AwSV außer pflanzenölhaltige Gärsubstrate, sowie daraus entstandene Gärreste gelagert werden, wobei ein Gemischtanteil mit max. jeweils 10 Vol.-% Silagesickersäften einzuhalten ist,
- Fahrsilos, in denen Gärfutter gemäß § 2 (13) AwSV gelagert und in denen beim Silieren entstehende Silagesickersäfte abgeleitet werden sowie
- Fahrsilos (Gärsubstratlager), in denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft nach § 2 (8) AwSV, außer pflanzenölhaltige Gärsubstrate, gelagert werden.
- Flächen, auf denen wassergefährdende Stoffe gemäß § 2 (13) AwSV gelagert und abgefüllt werden.
- Flächen, auf denen ausschließlich Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft nach § 2 (8) AwSV, außer pflanzenölhaltige Gärsubstrate, sowie die daraus entstandenen Gärreste gelagert und abgefüllt werden.

(3) Unter Einhaltung der Bestimmungen der MVV TB C 2.15.26, C 2.15.27 darf das Fugenblechsystem als innenliegende Abdichtung für Arbeitsfugen von Behältern nach 1(2) mit einer maximalen Öffnungsweite der Arbeitsfuge von 0,2 mm verwendet werden. Darüber hinaus darf das Fugenblechsystem in Fahrsilos und Flächen nach 1(2) und nach MVV TB C 2.15.29, C 2.15.30 verwendet werden, wenn der Zutritt von Sickersäften zum Fugenblech bei einer zulässigen Öffnungsweite der Arbeitsfuge von 0,2 mm im Arbeitsfugenbereich ausgeschlossen wird.

(4) Das Fugenblechsystem wird zur Dichtung von Arbeitsfugen in Ortbetonbauwerken verwendet und darf dabei hinsichtlich seiner Dichtfunktion keinen Schaden nehmen.

(5) Das Fugenblechsystem darf zur Abdichtung von Arbeitsfugen gegenüber wassergefährdenden Flüssigkeiten in Dichtkonstruktionen aus unbeschichtetem Beton gemäß den Bestimmungen der DIN 11622-2[2] bzw. DIN 11622-5[3] oder mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung/allgemeiner Bauartgenehmigung für die Verwendung in JGS- bzw. Biogas-Anlagen unter Berücksichtigung des Abschnittes 1(3) verwendet werden.

1	AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 21.04.2017 (BGBl. I S. 905)
2	DIN 11622-2:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
3	DIN 11622-5:2015-09	Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 5: Fahrsilos

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

(6) Das Fugenblechsystem soll bei normalen Umgebungs-, Bauteil- und Materialtemperaturen (üblicherweise innerhalb eines Bereichs von -5 °C bis +45 °C) eingebaut werden.

(7) Dieser Bescheid berücksichtigt auch die wasserrechtlichen Anforderungen an den Zulassungs- und Regelungsgegenstand. Gemäß § 63 Abs. 4 Nr. 2 und 3 WHG[4] gilt der Zulassungs- und Regelungsgegenstand damit als geeignet.

(8) Der Bescheid berücksichtigt die wasserrechtlichen Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS-Anlagen). Der Zulassungs-/Regelungsgegenstand darf gemäß Abschnitt 2.1 der Anlage 7 AwSV in JGS-Anlagen verwendet bzw. angewendet werden.

(9) Der Bescheid wird unbeschadet der Prüf- und Genehmigungsvorbehalte anderer Rechtsbereiche erteilt.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt/die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Allgemeines

Das Fugenblechsystem muss den Angaben und den technischen Kenndaten der Anlagen dieses Bescheids entsprechen. Die in diesem Bescheid nicht angegebenen Werkstoffkennwerte, Zusammensetzungen, Rezepturen, Abmessungen und Toleranzen der Fugenbleche bzw. der Beschichtung müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik, bei der Zertifizierungsstelle bzw. der fremdüberwachenden Stelle hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.2 Eigenschaften

(1) Das Stahlblech muss hinsichtlich seiner Zusammensetzung und Verarbeitung einem Stahlblech DC01 +ZE 25/25 A PC nach DIN EN 10152[5], entsprechen.

(2) Die Beschichtung der Fugenbleche besteht aus den Komponenten gemäß Anlage 1. Sie muss:

- beständig sein gegenüber den in Abschnitt 1(2) genannten Medien sowie
- haftfest und alterungsbeständig sein.

(3) Das Fugenblechsystem muss im eingebauten Zustand:

- beständig und flüssigkeitsundurchlässig gegenüber den in Abschnitt 1(2) genannten Medien sein,
- Umläufigkeiten gegenüber den in Abschnitt 1(2) genannten Medien verhindern,
- mindestens die Anforderungen der Baustoffklasse E nach DIN EN 13501-1[6] erfüllen und
- geeignet sein, in Dichtkonstruktionen aus Beton und Stahlbeton in JGS- bzw. Biogas-Anlagen eingesetzt zu werden.

(4) Darüber hinaus gewährleistet das Fugenblechsystem im Einbaubereich die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtkonstruktion unter Berücksichtigung der Bestimmungen nach Abschnitt 1(3) bis zu einer Öffnungsweite der Arbeitsfuge von maximal 0,2 mm bei einer Behälterfüllhöhe von max. 20 m.

2.1.3 Zusammensetzung

(1) Die Angaben zu den Fugenblechen selbst und die Rezeptur bzw. Zusammensetzung der Beschichtung für die Herstellung des Fugenblechsystems sind beim Deutschen Institut für

4	WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771)
5	DIN EN 10152:20170-6	Elektrolytisch verzinkte kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen
6	DIN EN 13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

Bautechnik hinterlegt. Änderungen der Rezeptur bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das deutsche Institut für Bautechnik.

(2) Nähere Angaben zu den charakteristischen Materialkennwerten der Fugenbleche und der Beschichtung enthält Anlage 1.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

(1) Das Fugenblechsystem wird durch Beschichtung von verzinkten Stahlblechen mit einer mineralischen Beschichtung in einer Auftragsmaschine und anschließender Trocknung hergestellt. Die Beschreibung des Herstellverfahrens ist beim DIBt hinterlegt. Änderungen bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das Deutsche Institut für Bautechnik.

(2) Die Fugenbleche werden im Werk Herrenberg der BPA-GmbH beschichtet und konfektioniert. Änderungen bedürfen der vorherigen Zustimmung des DIBt.

(3) Die Komponenten der Beschichtung werden in den beim DIBt hinterlegten Werk A und Werk B der BPA-GmbH hergestellt. Änderungen bedürfen der vorherigen Zustimmung durch das DIBt.

2.2.2 Verpackung, Transport, Lagerung

Das Fugenblechsystem und Zubehör:

- dürfen in Transportbehältnisse verpackt und geliefert werden.
- müssen so verpackt und transportiert werden, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Insbesondere sind die Fugenbleche gemäß den Angaben des Herstellers zu lagern. Die angegebenen Lagerbedingungen sind zu beachten.
- sind bis zum Einbau verpackt an geschützter Stelle, bspw. auf Lagerhölzern oder anderen festen Unterlagen, zu lagern und vor Verschmutzung sowie vor Nässe, hohen Temperaturen ($\geq$ +45 °C), UV-Belastung und Beschädigungen, gemäß den Angaben des Herstellers, zu schützen.
- Im Winter sind sie so zu lagern, dass die Stofftemperatur zum Zeitpunkt des Einbaus größer -5 °C ist.

2.2.3 Kennzeichnung

(1) Die Fugenblechsysteme müssen auf der Verpackung oder auf dem Lieferschein der Fugenbleche im Herstellwerk gemäß Abschnitt 2.2.1 vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

(2) Alle für den Einbau wichtigen Angaben müssen deutlich auf der Verpackung und/oder auf einem Beipackzettel angegeben sein. Alle Angaben müssen in einer Form erfolgen, die deutlich und verständlich ist.

(3) Weiterhin muss der Beipackzettel oder der Lieferschein mit nachstehenden Angaben gekennzeichnet sein:

- vollständige Bezeichnung des Bauprodukts:

  "CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem zur Verwendung in JGS-/Biogas-Anlagen nach Bescheid Nr. Z-74.101-188" sowie
- Name und Werkzeichen des Herstellers.

(4) Die Fugenblechsysteme sind mindestens mit dem Werkzeichen, dem Typ und der Bescheidnummer zu kennzeichnen, z. B. CEMflex AVS-JGS 150, Z-74.101-188.

(5) Die Komponenten der Beschichtung, deren Verpackung, Beipackzettel oder Lieferschein, sind in den Herstellwerken gemäß Abschnitt 2.2.1(3) vom Hersteller mit "Komponente für Fugenblechsystem gemäß Z-74.101-188" zu kennzeichnen.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts (Fugenblechsystem) mit den Bestimmungen der vom Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für das in Abschnitt 2.2.1 angegebene Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

(2) Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

(3) Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(4) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikates sowie eine Kopie des Erstprüfberichts (gemäß Abschnitt 2.3.3) zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) In dem im Abschnitt 2.2.1 angegebenen Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser vom Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

(2) Der Hersteller hat sich die Identität der Ausgangsmaterialien der Beschichtung vom jeweiligen Herstellwerk und die Anforderungen an das verzinkte Stahlblech durch ein Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204[7] nachweisen zu lassen. Dabei sind die Eigenschaften der Anlage 1 zu erfüllen. Darüber hinaus ist im Rahmen der Wareneingangskontrolle die Vollständigkeit und Richtigkeit der mitgelieferten Konformitätserklärungen, Abnahmeprüfzeugnisse und Lieferscheine zu prüfen.

(3) Die werkseigene Produktionskontrolle für das Fugenblechsystem soll mindestens die in Anlage 3 und Anlage 4 aufgeführten Maßnahmen einschließen.

(4) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen, mit den Eigenschaftskennwerten in Anlage 1 zu vergleichen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Fugenblech-Abdichtungssystems,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Fugenblechs bzw. des Ausgangsmaterials,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen nach Anlage 3 und Anlage 4 und Vergleich mit den Anforderungen nach Anlage 1 und
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(5) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(6) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom für die Produktionskontrolle Verantwortlichen unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Fugen-

[7] DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

bleche, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

(1) In dem in Abschnitt 2.2.1 angegebenen Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle. Die Proben sind repräsentativ aus der laufenden Produktion zu entnehmen.

(2) Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Fugenblechsystems durchzuführen.

(3) Bei der **Erstprüfung** des Fugenblechsystems sind die in Anlage 1 genannten Eigenschaften zu ermitteln. Diese Prüfungen können entfallen, wenn die der mit diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zugrunde liegenden Verwendbarkeitsprüfungen an Proben durchgeführt wurden, die von einer unabhängigen Drittstelle repräsentativ aus der laufenden Produktion entnommen wurden.

(4) Im Rahmen der **Fremdüberwachung** des Fugenblechsystems sind die Eigenschaften nach Anlage 3 und Anlage 4 zu ermitteln und mit den angegebenen Überwachungswerten zu vergleichen. Des Weiteren ist die Kennzeichnung des Fugenblechsystems zu prüfen und zu dokumentieren.

(5) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile sowie deren Chargennummern,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen sowie Vergleich mit den Anforderungen gemäß Anlage 3 und Anlage 4 sowie
- Unterschrift des für die Fremdüberwachung Verantwortlichen.

(6) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung und Bemessung

(1) Unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Vorschriften und den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionsunterlagen (z. B. Fugenpläne) durch einen fachkundigen Planer anzufertigen.
(2) Für den sachgemäßen Einbau des Fugenblechsystems hat der Antragsteller eine Einbau- und Verarbeitungsanweisung zu erstellen.

(3) Voraussetzung für die ordnungsgemäße Funktion des Fugenblechsystems sind die Vorschriften für Betonbehälter und Fahrsilos in Ortbetonbauweise gemäß DIN 11622-2[8] bzw. DIN 11622-5[9].

[8] DIN 11622-2:2015-09 Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton

[9] DIN 11622-5:2015-09 Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 5: Fahrsilos

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

(4) Bei Entwurf und Bemessung ist das Folgende zu beachten:

- Das Fugenblechsystem muss die Bewegungen in der Arbeitsfuge schadlos überstehen.
- Fugen müssen gegen anstehende Medien unter Berücksichtigung mechanischer, thermischer und witterungsbedingter Einwirkungen ausreichend dicht und beständig sein.
- Der Verbund des Betons zum Fugenblechsystem muss so fest und tragfähig sein, dass er die auftretenden Beanspruchungen aufnehmen kann, die durch das Fugenblechsystem auf ihn einwirken.
- Bei der Planung des Fugenblechsystems sind für die Festlegung der Einbautiefe die Hinweise zur Planung und Bemessung gemäß Anlage 5 und Anlage 6 zu berücksichtigen.
- Das Fugenblechsystem muss mindestens 3,5 cm in den Beton eingebunden sein.
- Das Fugenblechsystem ist mittig, mindestens jedoch in einem Abstand von 90 mm zum Bauteilrand der medienbeaufschlagten Seite, in das Betonbauteil einzubauen.
- Ein Ablängen des Fugenblechsystems auf der Baustelle ist möglichst zu vermeiden. Andernfalls sind die Bleche bei einseitiger Beaufschlagung, z. B. bei Behältern oder Einkammerfahrsilos, so im Bauteil anzuordnen, dass das geschnittene Fugenblech auf der dem Befüllgut abgewandten Seite ist.
- Die Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers ist zu berücksichtigen.

(5) Zur Gewährleistung der dauerhaften Flüssigkeitsundurchlässigkeit kann gegebenenfalls zusätzlich ein Injektionsschlauchsystem zur Verwendung in BGA/JGS-Anlagen im Arbeitsfugenbereich eingeplant werden.

3.2 Ausführung

3.2.1 Allgemeines

(1) Der ausführende Betrieb (gemäß Vorschriften der AwSV), einschließlich seiner Fachkräfte, muss vom Antragsteller oder dessen autorisierten Vertretern für die in diesem Bescheid genannten Tätigkeiten geschult und autorisiert sein.

(2) Bei der Verwendung des Abdichtungssystems in JGS-Anlagen wird auf Anlage 7, Abschnitt 2.4 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905) verwiesen, wonach der ausführende Betrieb für diese Tätigkeiten Fachbetrieb gemäß § 62 AwSV sein muss, es sei denn, die Tätigkeiten sind gemäß AwSV von der Fachbetriebspflicht ausgenommen.

(3) Das Fugenblechsystem ist gemäß den Bestimmungen dieses Bescheids, nach den Konstruktionszeichnungen (Abschnitt 3.1 (1)) und der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers einzubauen. Die in der Einbau- und Verarbeitungsanweisung festgelegten Hinweise sind einzuhalten.

3.2.2 Einbau

(1) Beim Einbau des Fugenblechsystems sind die vom Antragsteller bzw. fachkundigen Planer getroffenen Festlegungen (z. B. Art, Material, Position und Montage) einzuhalten.

(2) Das Fugenblechsystem darf sich beim Einbringen des Betons nicht verschieben bzw. nicht kippen.

(3) Fugenblechsysteme mit beschädigter Beschichtung dürfen nicht eingebaut werden. Um Beschädigungen zu vermeiden, ist Vorsicht geboten, z. B. beim Ausschalen.

(4) Die Lage des Fugenblechsystems ist in der Art vorzusehen, dass der Beton in der Fugenumgebung den gleichen Verdichtungsgrad erreicht, wie er für die gesamte Fläche maßgebend ist.

(5) Das Fugenblechsystem ist unter Berücksichtigung der Hinweise und Darstellungen in Anlage 5 und Anlage 6 in Betondichtkonstruktionen einzubauen. Das Fugenblechsystem muss mindestens 3,5 cm in den Beton eingebunden sein.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

(6) Das Fugenblechsystem muss mittig, mindestens jedoch in einem Abstand von 90 mm zum Bauteilrand der medienbeaufschlagten Seite, in die Betonkonstruktion eingebaut werden (siehe Anlage 5 und Anlage 6).

(7) Die Fixierung der Fugenbleche erfolgt mit dem dazugehörigen Zubehör oder mittels eines Montagefußes auf oder an der Bewehrung.

(8) Die Verbindung der Fugenbleche in Arbeitsfugen erfolgt:

– durch Klemmen mit einer elastomeren Zwischenlage (z. B. NBR). Die beidseitig angeordneten Klemmleisten müssen einen Klemmbereich von mindestens 150 mm x 30 mm sicherstellen. Es sind Klemmleisten der Größe 10 mm x 30 mm und 3 Schrauben M10 zu verwenden. Die Dicke der elastomeren Zwischenlage beträgt 2 mm (siehe Anlage 6, Bild 1).
– durch Überlappung. Der Überlappungsbereich muss der halben Bauteildicke entsprechen, mindestens jedoch 300 mm. Um die vollflächige Verbundwirkung sicherzustellen, ist ein Abstand der zu überlappenden Bleche von zweimal der Mindestbetondeckung (c_{min}) nach Abschnitt 7.3.1 der DAStb Richtlinie "BUmwS", Teil 1 einzuhalten, mindestens jedoch 50 mm (siehe Anlage 6, Bild 2).
– durch Klemmen der Fugenbleche direkt aufeinander mittels CEMflex-Haltespangen. Der Überlappungsbereich muss mindestens 200 mm betragen (siehe Anlage 6, Bild 3).

(9) Werden Bleche gestoßen, die auf der Baustelle abgelängt wurden, sind die Bleche bei einseitiger Beaufschlagung, z. B. bei Behältern oder Einkammerfahrsilos, so im Bauteil anzuordnen, dass das geschnittene Fugenblech auf der dem Befüllgut abgewandten Seite ist.

(10) Wird das Fugenblechsystem auf der Baustelle gebogen, ist der Biegeradius so zu wählen, dass es zu keiner Beeinträchtigung der Fugenblechbeschichtung kommt, z. B. Rissbildung. Ein Mindestbiegeradius von 7 mm ist einzuhalten.

(11) Zusätzlich ist gegebenenfalls ein für die Verwendung in BGA/JGS-Anlagen geeignetes Injektionsschlauchsystem im Arbeitsfugenbereich vorzusehen.

3.2.3 Kontrolle der Ausführung

(1) Vor, während bzw. nach Einbau des Fugenblechsystems werden nachstehende Kontrollen durchgeführt:

- Kontrolle, dass das richtige Fugenblech gemäß diesem Bescheid verwendet wird.
- allgemeine Beschaffenheit des Fugenblechs (z. B. frei von Beschädigungen) vor dem Betonieren. Dafür ist das eingebaute Fugenblech in voller Länge visuell zu untersuchen.
- Einbaulage (Berücksichtigung der Forderungen aus Abschnitt 3.2.2) und Vergleich mit dem Fugenplan und den Einbaudetails der Konstruktionsunterlagen vor dem Betonieren.
- Prüfung, dass kein Verschieben oder Aufschwimmen der Fugenbleche während der Betonagen erfolgt ist.
- die ordnungsgemäße Ausführung der Stöße und Biegungen der Fugenbleche unter Berücksichtigung der Forderungen aus Abschnitt 3.2.2 ist vor dem Betonieren zu prüfen.

(2) Die Freigabe des Betonierens ist schriftlich unter Berücksichtigung der zuvor genannten Kontrollen zu dokumentieren und zu den Bauakten zu geben.

3.2.4 Übereinstimmungserklärung für die Bauart

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart (eingebautes Fugenblechsystem) mit den Bestimmungen dieses Bescheids muss vom ausführenden Betrieb nach Abschnitt 3.2.1 (1) mit einer Übereinstimmungserklärung und folgenden zusätzlichen Kontrollen erfolgen:

– Kontrolle, ob das richtige Fugenblech für die fachgerechte Ausführung der Fugenblechabdichtung verwendet wurde.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

– Kontrollen der Ausführung nach Abschnitt 3.2.3.

(2) Die Ergebnisse der Kontrollen sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

– Fugenabdichtungssystem: "CEMflex AVS-JGS" – Fugenblechsystem der BPA-GmbH zur Verwendung in JGS-Anlagen und Biogasanlagen
– Bescheidnummer: Z-74.101-188
– Antragsteller: BPA-GmbH, Behringstraße 12, 71083 Herrenberg-Gültstein
– Ausführung am: Datum
– Ausführung von: vollständige Firmenbezeichnung
– Art der Kontrollen oder Prüfungen (siehe Abschnitt 3.2.3)
– Datum der Prüfung
– Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen
– Unterschrift des für die Ausführungskontrolle Verantwortlichen

(3) Während der Herstellung der Fugenabdichtung sind Aufzeichnungen über den Nachweis des Einbaus vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen. Die Aufzeichnungen sind dem Betreiber zur Aufnahme in die Bauakten auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik, der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde und dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(4) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom einbauenden Betrieb unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Nach Abstellung des Mangels sind - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die Kontrollen oder Prüfungen unverzüglich zu wiederholen.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

4.1 Allgemeines

(1) Auf die Notwendigkeit der ständigen Überwachung der Dichtheit sowie der Funktionsfähigkeit der JGS-Anlage gemäß AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.2 durch den Betreiber einer JGS-Anlage wird verwiesen. Hierfür gelten die unter Abschnitt 4.2 aufgeführten Kriterien in Verbindung mit Abschnitt 4.3.

(2) Es wird darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS- Anlage verpflichtet ist, mit dem Instandhalten und Instandsetzen des Abdichtungssystems nur solche Betriebe zu beauftragen, die für diese Tätigkeiten Fachbetrieb im Sinne von AwSV, Anlage 7, Abschnitt 2.4 sind.

(3) Es wird ebenso darauf verwiesen, dass der Betreiber einer JGS-Anlage verpflichtet ist, eine Inbetriebnahmeprüfung durch Sachverständige nach Wasserrecht zu veranlassen (siehe AwSV, Anlage 7, Abschnitt 6.4.).

(4) Vom Betreiber sind in der Betriebsanweisung der jeweiligen Biogas-LA-Anlagen, die Kontrollintervalle in Abhängigkeit von der nach diesem Bescheid zulässigen Beanspruchungsdauer zu organisieren. Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrollen und alle von dieser Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse sind zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sind dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) auf Verlangen vorzulegen.

(5) Bei der Instandsetzung des Fugenabdichtungssystems (Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit) in bestehenden LA-Anlagen nach Abschnitt 4.4 hat der Betreiber gemäß den Vorschriften der AwSV

– die Bauzustandsbegutachtung und das darauf abgestimmte Instandsetzungskonzept bei einem fachkundigen Planer und

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

– die Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustandes des wiederhergestellten Bereichs

zu veranlassen. Dem Sachverständigen (gemäß Vorschriften der AwSV) ist die Möglichkeit der Kenntnisnahme der Bauzustandsbegutachtung und des Instandsetzungskonzepts einzuräumen.

4.2 Prüfungen durch Sachverständige gemäß Vorschriften der AwSV

(1) Inbetriebnahmeprüfung

– Der Sachverständige ist über den Fortgang der Arbeiten laufend zu informieren. Ihm ist die Möglichkeit zu geben, an den Kontrollen vor und nach dem Einbau der Fugenabdichtung nach Abschnitt 3.2.3 teilzunehmen und die Ergebnisse der Kontrollen zu beurteilen.
– Die abschließende Prüfung der Beschaffenheit der Arbeitsfugen erfolgt durch Inaugenscheinnahme der Oberfläche sämtlicher Fugen der jeweiligen Dichtkonstruktion.
– Der Bereich der Arbeitsfuge ist auf Risse und Abweichungen von der maximal zulässigen Arbeitsfugen-Öffnungsweite unter Berücksichtigung der Bestimmungen nach Abschnitt 1(3) zu überprüfen.
– Der Sachverständige prüft die in der Betriebsanweisung des Betreibers festgelegten Kontrollintervalle (nach Abschnitt 4.1).

(2) Wiederkehrende Prüfungen bei Verwendung in L- und A-Anlagen von Biogasanlagen

– Die Untersuchung der Beschaffenheit der Arbeitsfugen geschieht durch Sichtprüfung aller Arbeitsfugenbereiche der jeweiligen Dichtkonstruktion. Der Bereich der Arbeitsfuge ist auf Risse und Abweichungen von der maximal zulässigen Arbeitsfugen-Öffnungsweite unter Berücksichtigung der Bestimmungen nach Abschnitt 1(3) zu überprüfen.
– Anhand der Dokumentation über die regelmäßigen Kontrollen und aller von der Betriebsanweisung abweichenden Ereignisse ist zu kontrollieren, ob
  - die Kontroll- und Reinigungsintervalle vom Betreiber eingehalten wurden und
  - es zu keinen von der Betriebsanweisung abweichenden Ereignissen gekommen ist.

  Der Vergleich ist dabei zu den zulässigen Beanspruchungen dieses Bescheids vorzunehmen.
– Ergeben sich Zweifel an der Dichtheit der Fugenabdichtung sind weitere Untersuchungen erforderlich. Hierzu müssen ggf. Proben (Bohrkerne) aus dem betroffenen Bereich entnommen werden.

4.3 Mängelbeseitigung

Nach den Vorschriften der AwSV sind Mängel zu beheben, die bei den Prüfungen gemäß Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2 festgestellt wurden. Mit der Schadensbeseitigung ist ein Betrieb nach Abschnitt 3.2.1(1) zu beauftragen, der die in diesem Bescheid genannten Materialien entsprechend den Angaben der Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers verwenden darf und die Anforderungen des Abschnitts 3.2.1 erfüllt.

4.4 Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit in bestehenden Anlagen

(1) Die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist unter Berücksichtigung dieses Bescheids und der abZ/aBG für das jeweilige Instandsetzungssystem zur Verwendung in JGS-Anlagen fachkundig zu planen und auszuführen.

(2) Vor der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist sicher zu stellen, dass die in der Bauzustandsbegutachtung ermittelten Schädigungen der Dichtkonstruktion und deren Ursachen beseitigt wurden.

(3) Es gelten für die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Fugenabdichtung die Bestimmungen dieses Bescheids und die Einbau- und Verarbeitungsanweisung des Antragstellers.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

(4) Die nachträgliche Abdichtung von undichten Arbeitsfugenabdichtungen kann durch ein für die Verwendung in BGA/JGS-Anlagen geeignetes Injektionssystem erfolgen.

(5) Mit Arbeiten zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sind nur Betriebe nach Abschnitt 3.2.1 (1) zu beauftragen.

(6) Bei wesentlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist vom Betreiber, bevor die Anlage wieder in Betrieb genommen wird, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustands des wiederhergestellten Bereichs gemäß den Vorschriften der AwSV zu veranlassen.

Dr.-Ing. Ullrich Kluge
Referatsleiter

Beglaubigt

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

Prüfgegenstand	Eigenschaft	Einheit	Prüfgrundlage	Überwachungswerte
1	2	3	4	5
verzinktes Stahlblech	Werkstoff	--	DIN EN 10152	DC01 + ZE 25/25-A PC
	Höhe	mm	--	Anlage 2
	Blechdicke	mm	--	0,75 ± 10 %
Beschichtung	Ausgangskomponenten (Bindemittel, Zement und bestimmte Zusatzstoffe)	--	Anforderungen des Antragstellers mit Abnahmeprüf-zeugnis 3.1 bestätigen	gemäß hinterlegten Angaben
	Feststoffgehalt im BPA-Konzentrat	M.-%	DIN EN ISO 3251	gemäß hinterlegten Angaben
	Mischungsverhältnis B : Z : Zusatzstoffe : Wasser	--	Anforderungen des Antragstellers	gemäß hinterlegten Angaben
	Glühverlust	M.-%	DIN EN 345-1, Verfahren A Temperatur 550 °C	11,0 ± 10 %
beschichtetes Fugenblech	Dicke des beschichteten Blechs	mm	geeignetes Messverfahren	1,25 ± 0,1
	Dicke der Beschichtung je Seite	mm		0,25 ± 10 %
	Haftzugfestigkeit der Beschichtung auf dem Blech	MPa	in Anlehnung an DIN EN ISO 4624	≥ 1,2
	Beschaffenheit	--	visuelle Prüfung	frei von Blasen und Rissen

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen

Technische Kennwerte

Anlage 1

Fugenblechtyp	Höhe
gerade ("I-Typ")	
CEMflex AVS-JGS 150	150 mm ± 10 %
CEMflex AVS-JGS 200	200 mm ± 10 %
CEMflex AVS-JGS 250	250 mm ± 10 %

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen

Abmessungen der Fugenblechtypen CEMflex AVS-JGS

Anlage 2

Tabelle 1: Grundlage für den Übereinstimmungsnachweis

Gegenstand	Eigenschaft	Grundlage	Häufigkeit		Über-wachungs-wert
			WPK	FÜ[1]	
1	2	3	4	5	6
verzinktes Stahlblech	Werkstoff	Abnahme-prüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204	je Lieferung	2 x jährlich	Anlage 1
	Blechdicke				
	Breite				
	Zinkschichtdicke[2]				
Beschichtung	Vollständigkeit und Richtigkeit der Ausgangs-komponenten	Abnahme-prüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204	je Lieferung	2 x jährlich	Anlage 1
	Mischungsverhältnis der Ausgangs-komponenten	Anforderungen des Antragstellers	je Charge	2 x jährlich	Anlage 1
	Dichte der frischen Mischung	DIN EN ISO 2811-1	je Charge	2 x jährlich	--
	Glühverlust	DIN EN 345-1, Verfahren A Temperatur 550 °C	1 x wöchentlich	2 x jährlich	Anlage 1
	Feststoffgehalt[3]	DIN EN ISO 3251	--	1 x jährlich	keine Abweichung von hinterlegten Daten[6]
	Infrarotspektrum[3]	DIN EN 1767	--	1 x jährlich	
	Phasenbestand[4, 5]	Röntgen-diffraktometrie	--	1 x jährlich	
	Thermogravime-trische Analyse[4, 5]	DIN EN ISO 11358-1	--	1 x jährlich	

1 Die Prüfungen haben an durch die Überwachungsstelle aus der laufenden Produktion bzw. Lagerhaltung repräsentativ entnommenen Materialien zu erfolgen. In der FÜ sind die im jeweiligen Abnahmeprüfzeugnis 3.1 dokumentierten Werte durch Prüfung zu bestätigen und zu dokumentieren.
2 In der FÜ ist die Zinkschichtdicke nach DIN EN 10244-1, DIN EN ISO 1460 zu ermitteln.
3 an der Ausgangskomponente "BPA-Konzentrat" der Beschichtung durchzuführen
4 an der Ausgangskomponente "Pulvermischung" der Beschichtung durchzuführen
5 an dem Feststoffrückstand der Ausgangskomponente "BPA-Konzentrat" der Beschichtung durchzuführen
6 sind in der Erstprüfung zu ermitteln

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

Fortsetzung Anlage 3, Tabelle 1: Grundlage für den Übereinstimmungsnachweis

Gegenstand	Eigenschaft	Grundlage	Häufigkeit		Über-wachungs-wert
			WPK	FÜ[1]	
1	2	3	4	5	6
beschichtetes Fugenblech	Dicke der Beschichtung je Seite	geeignetes Dickenmess-verfahren	je Charge bzw. alle 1000 m²	2 x jährlich	Anlage 1
	Haftzugfestigkeit der Beschichtung auf dem Blech	in Anlehnung an DIN EN ISO 4624			
	Beschaffenheit	visuelle Prüfung			
	Masseänderung der Beschichtung nach 28 d Lagerung in Prüfflüssigkeit der Mediengruppe 1 der akt. DIBt-Liste 7	gem. Prüfplan	--	2 x in 5 Jahren	zum Bescheid hinterlegte Werte ± 5 %

[1] Die Prüfungen haben an durch die Überwachungsstelle aus der laufenden Produktion bzw. Lagerhaltung repräsentativ entnommenen Materialien zu erfolgen. In der FÜ sind die im jeweiligen Abnahmeprüfzeugnis 3.1 dokumentierten Werte durch Prüfung zu bestätigen und zu dokumentieren.

[2] geringere Häufigkeit ist maßgebend.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

Hinweise für Planung und Bemessung

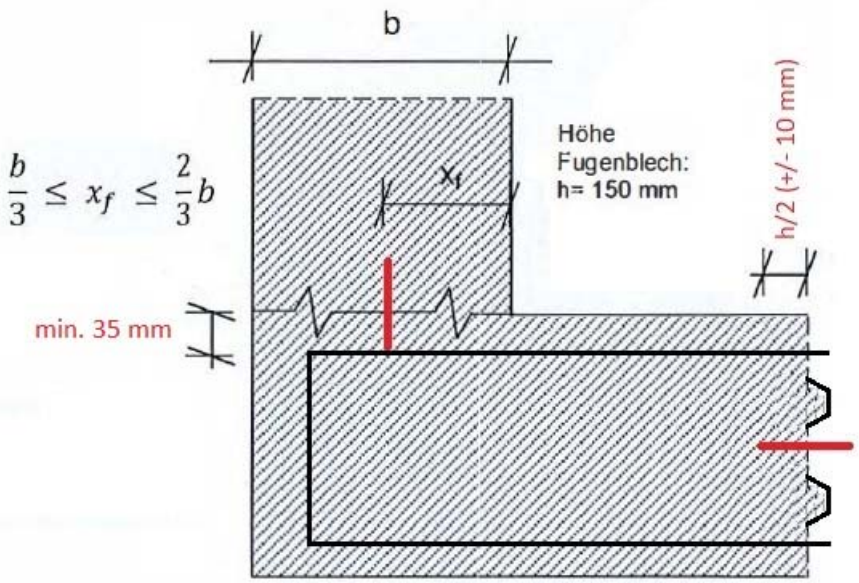


Bild 1: Einbautiefe des Fugenbleches "gerade"

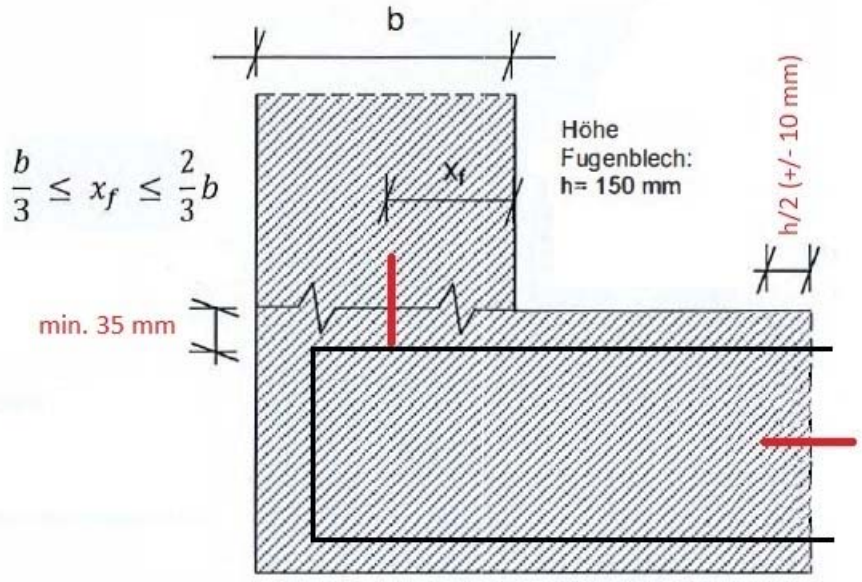


Bild 1: Einbautiefe des Fugenbleches "gerade"

Ausführung bei verzahnten (Bild 1 oben) und nicht verzahnten (Bild 1 unten) Arbeitsfugen

CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen	Anlage 5
Hinweise für Planung und Bemessung	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

Zulässige Überlappungsstöße

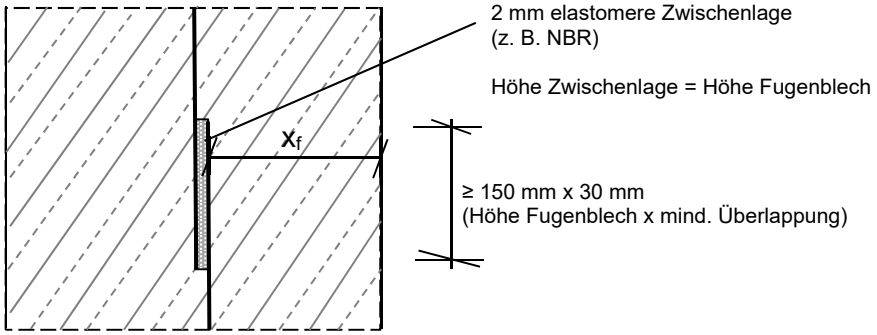


Bild 1: Verbindung der Fugenbleche durch Klemmen mit elastomerer Zwischenlage, in Anlehnung DAfStb-Richtlinie "BUmwS"

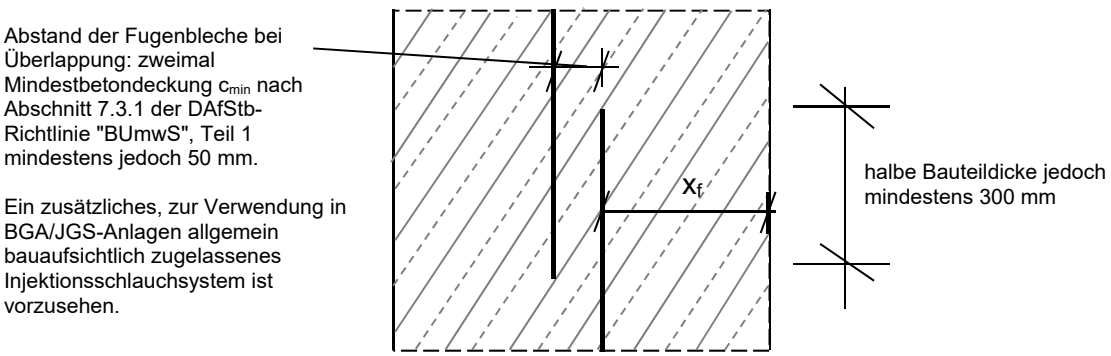


Bild 2: Verbindung der Fugenbleche durch Überlappung, gemäß DAfStb-Richtlinie "BUmwS"

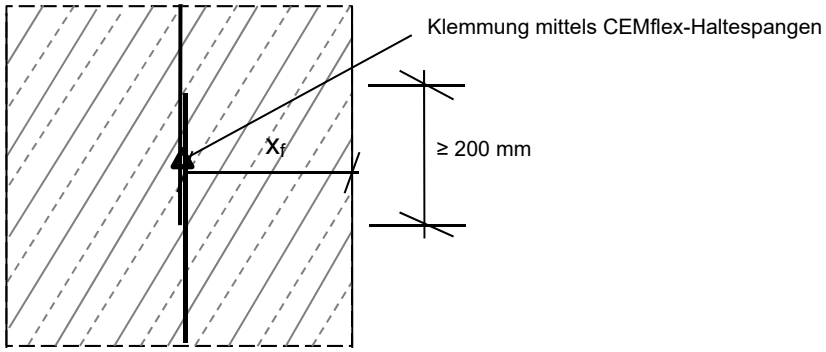


Bild 3: Verbindung der Fugenbleche durch Überlappung und Klemmung

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen	Anlage 6
Ausführung von Überlappungsstößen	

Bestätigung des ausführenden Betriebs

lfd. Nr.		
1.	Projekt - Name.....	
	- Größe	
2.	Lagergut:.....	
3.	Fugenabdichtungssystem	**CEMflex AVS-JGS – Fugenblechsystem der BPA-GmbH zur Verwendung in JGS- und Biogasanlagen**
4.	Bescheid:	**Z-74.101-188** vom 28.02.2020
5.a	Hersteller:	BPA-GmbH, Behringstraße 12, 71083 Herrenberg-Gültstein Telefon: 07032 / 89399-0, E-Mail: info@BPA-waterproofing.com
5.b	Betrieb nach AwSV	....
5.c	Bauzeit:	.....

6.	Das Fachpersonal des ausführenden Betriebs wurde vom Antragsteller des o.g. Bescheids über die sachgerechte Verarbeitung unterrichtet.	Bestätigung liegt vor ja / nein

7. **Beurteilungen und Kontrollen vor und während des Einbaus des Fugenabdichtungssystems**

a) Vor dem Einbau:

– Entsprechen Fugenleche und Zubehör dem Verlegeplan?	ja / nein
– Weist das Fugenblech Beschädigungen auf?	ja / nein
– Ist das Fugenblech lagestabil befestigt?	ja / nein
– Entsprechen die Systemkomponenten dem Bescheid?	ja / nein
– Sind alle Komponenten gemäß Bescheid gekennzeichnet?	ja / nein
– Ist die Behälterfüllhöhe kleiner/gleich 20 m?	ja / nein

b) Während und nach dem Einbau:

– Wurde das Fugenblech während des Einbaus/Betonierens/Ausschalens beschädigt?	ja / nein
– Ist das Fugenblech mindestens 3,5 cm und satt im Beton eingebettet?	ja / nein
– Befindet sich die Achse des Fugenblechs in der Fugenmitte, mindestens jedoch in einem Abstand von 90 mm zum Bauteilrand der medienbeaufschlagten Seite?	ja / nein

– Prüfung durch Inaugenscheinnahme: (nicht zutreffendes streichen) Ohne Beanstandungen / Mit Beanstandungen (siehe Bemerkungen)

Bemerkungen:

Datum: .....

Unterschrift/ Firmenstempel

CEMflex AVS-JGS - Fugenblechsystem der BPA GmbH zur Verwendung in Lager- und Abfüllanlagen von JGS- und Biogasanlagen	Anlage 7
Bestätigung des ausführenden Betriebs (MUSTER)	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-74.101-188

BIOGASSPEICHER

BETONSCHUTZ

BETONSANIERUNG

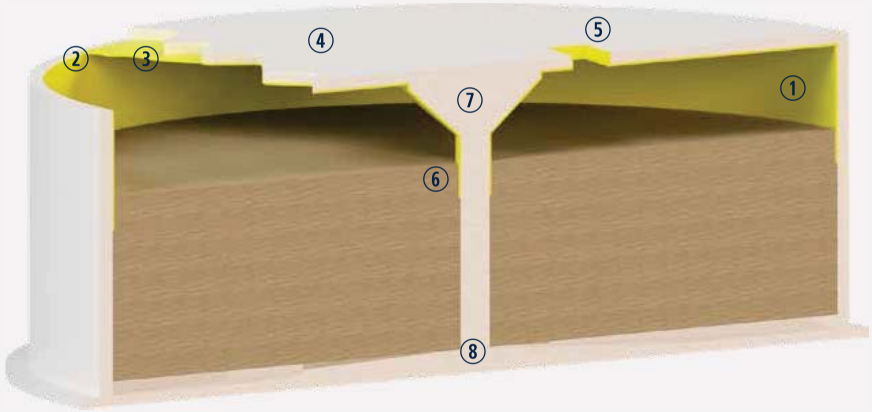
EMISSIONSSCHUTZ

SUBSTRATLAGERUNG

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

Betonschutz
WireTarp WT

Seit über 20 Jahren bewährt sich WireTarp zuverlässig als Korrosionsschutz bei Stahlbeton. Durch den Einsatz von WireTarp werden spätere, kostenintensive Sanierungsmaßnahmen vermieden und die Wirtschaftlichkeit der Anlage gestärkt. AGROTEL Betonschutzprodukte sind marktführend und Stand der Technik im Stahlbeton-Behälterbau.



Konstruktion

① WireTarp Wandfolie konfektioniert
② Schweißnaht Wand / Decke
③ Deckenfolie
④ Betondecke
⑤ Aussparungs- und Serviceöffnung
⑥ Stützenfolie
⑦ Betonstütze in Pilzausführung
⑧ Betonbodenplatte

Material

» PP-Schlingengewebe (betonseitig)
» Vollflächige PP-Beschichtung (schalungsseitig)
» Gas- und flüssigkeitsdicht
» Dauerhafte Beständigkeit gegen aggressive Medien

Vorteile

» Zuverlässiger Schutz von Betonoberflächen
» Erhöhung der Wirtschaftlichkeit Ihrer Anlage
» Vermeidung von Stillstandszeiten
» Witterungsunabhängiger Einbau
» Optimales Preis-Leistungsverhältnis
» Absolute Haftzugfestigkeit und Dichtheit bestätigt durch das Fraunhofer Institut

Deutsches Institut für Bautechnik

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt
Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ Allgemeine Bauartgenehmigung

Datum: 04.03.2020

Geschäftszeichen: II 23-1.65.13-72/19

Nummer:
Z-65.13-408

Geltungsdauer
vom: **2. April 2020**
bis: **2. April 2025**

Antragsteller:
VEGA Grieshaber KG
Am Hohenstein 113
77761 Schiltach

Gegenstand dieses Bescheides:
Standaufnehmer (kapazitive Messsonde) VEGACAP Typ 62, 63, 64, 65 und 66 der C-, R- und T-Version mit integriertem Messumformer als Bauteile von Überfüllsicherungen

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen/genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst sieben Seiten und eine Anlage.
Der Gegenstand ist erstmals am 24. März 2005 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.

5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

(1) Gegenstand dieses Bescheides ist ein Standgrenzschalter, bestehend aus Standaufnehmer Typ VEGACAP mit integriertem Messumformer, der als Teil einer Überfüllsicherung (siehe Anlage 1) dazu dient, bei der Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten Überfüllungen von Behältern zu verhindern. Die Elektrode des Grenzschalters bildet mit einer leitfähigen Behälterwand oder einer geerdeten und mit dem Einschraubteil der Sonde leitend verbundenen Gegenelektrode einen elektrischen Kondensator. Sobald das Dielektrikum nicht mehr durch ein Gas, sondern durch die Lagerflüssigkeit gebildet wird, tritt eine Kapazitätsänderung ein, die durch die integrierte Elektronik in ein binäres elektrisches Ausgangssignal umgeformt wird, mit dem rechtzeitig vor Erreichen des zulässigen Füllungsgrades der Füllvorgang unterbrochen oder akustisch und optisch Alarm ausgelöst wird. Die für die Melde- oder Steuerungseinrichtung erforderlichen Teile und der Signalverstärker sind nicht Gegenstand dieses Bescheides.

(2) Die mit der wassergefährdenden Flüssigkeit, deren Kondensat oder Dämpfen in Berührung kommenden Teile des Standaufnehmers bestehen im Allgemeinen aus CrNi- oder CrNiMo-Stahl. Es dürfen auch Hastelloy oder Polyvinylidendifluorid (PVDF) hierfür eingesetzt werden. Für die Plattierung der Flansche und die Abschlusskegel der Abschirmrohre wird Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Polypropylen (PP) verwendet. Die Sondenisolierung besteht im Wesentlichen aus PTFE, Polyamid (PA) oder Polyethylen (PE). Für den Abspannisolator darf auch Keramik eingesetzt werden.

(3) Die Standaufnehmer dürfen je nach Ausführung für Behälter mit Medien-Temperaturen von -50 °C bis +200 °C und bei Überdrücken im Behälter bis 64 bar betrieben werden, wobei die Temperatur am Elektronikeinsatz zwischen -40 °C bis +80 °C liegen muss.

(4) Mit diesem Bescheid wird der Nachweis der Funktionssicherheit des Regelungsgegenstandes im Sinne von Absatz (1) erbracht.

(5) Der Bescheid wird unbeschadet der Bestimmungen und der Prüf- oder Genehmigungsvorbehalte anderer Rechtsbereiche erteilt.

(6) Dieser Bescheid berücksichtigt die wasserrechtlichen Anforderungen an den Regelungsgegenstand. Gemäß § 63 Abs. 4 Nr. 2 und 3 WHG[1] gilt der Regelungsgegenstand damit wasserrechtlich als geeignet.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Allgemeines

Der Standgrenzschalter und seine Teile müssen den Besonderen Bestimmungen und der Anlage dieses Bescheides sowie den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

[1] Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

2.2 Eigenschaften und Zusammensetzung

(1) Der Regelungsgegenstand setzt sich aus folgenden Einzelteilen zusammen (Nummerierung siehe Anlage 1):

(1)+(2) Standaufnehmer (kapazitive Messsonde) mit integriertem Messumformer (Elektronik-Einsatz):

VEGACAP	Typ 62...C...	teilisolierte Stabelektrode,
	Typ 63...C...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 64...C...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 65...C...	teilisolierte Seilelektrode,
	Typ 66...C...	vollisolierte Seilelektrode,
	Typ 62...R...	teilisolierte Stabelektrode,
	Typ 63...R...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 64...R...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 65...R...	teilisolierte Seilelektrode,
	Typ 66...R...	vollisolierte Seilelektrode,
	Typ 62...T...	teilisolierte Stabelektrode,
	Typ 63...T...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 64...T...	vollisolierte Stabelektrode,
	Typ 65...T...	teilisolierte Seilelektrode,
	Typ 66...T...	vollisolierte Seilelektrode.

Die vollständige Typenbezeichnung entspricht dem Typenschlüssel gemäß der Technischen Beschreibung[2].

(2) Die Teile der Überfüllsicherung, die nicht Gegenstand der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind, dürfen nur verwendet werden, wenn sie den Anforderungen des Abschnitts 3 "Allgemeine Baugrundsätze" und des Abschnitts 4 "Besondere Baugrundsätze" der ZG-ÜS[3] entsprechen. Sie brauchen jedoch keine Zulassungsnummer zu haben.

2.3 Herstellung und Kennzeichnung

2.3.1 Herstellung

Der Standgrenzschalter darf nur im Werk des Antragstellers, VEGA Grieshaber KG in 77761 Schiltach, hergestellt werden. Er muss hinsichtlich Bauart, Abmessungen und Werkstoffen den in der im DIBt hinterlegten Liste aufgeführten Unterlagen entsprechen.

2.3.2 Kennzeichnung

Der Standgrenzschalter, dessen Verpackung oder dessen Lieferschein muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.4 erfüllt sind.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

[2] vom TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. geprüfte Technische Beschreibung des Antragstellers vom 4. November 2004 für den kapazitiven Grenzschalter VEGACAP, C-, R-, T-Version

[3] ZG-ÜS:2012-07 Zulassungsgrundsätze für Überfüllsicherungen des Deutschen Instituts für Bautechnik

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

Zusätzlich sind die zulassungspflichtigen Teile selbst mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Hersteller oder Herstellerzeichen*),
- Typenbezeichnung,
- Serien- oder Chargennummer bzw. Identnummer bzw. Herstelldatum,
- Zulassungsnummer*).

*) Bestandteil des Ü-Zeichens, das Teil ist nur wiederholt mit diesen Angaben zu kennzeichnen, wenn das Ü-Zeichen nicht direkt auf dem Teil aufgebracht wird.

2.4 Übereinstimmungsbestätigung

2.4.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Standgrenzschalters mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für das Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer Erstprüfung des Standgrenzschalters durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle erfolgen. Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

2.4.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) Im Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen. Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist eine Stückprüfung jedes Standgrenzschalters oder seiner Einzelteile durchzuführen. Durch die Stückprüfung hat der Hersteller zu gewährleisten, dass die Werkstoffe und Maße sowie das fertiggestellte Bauprodukt dem geprüften Baumuster entsprechen und der Standgrenzschalter funktionssicher ist.

(2) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Standgrenzschalters,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung,
- Ergebnisse der Kontrollen oder Prüfungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(3) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(4) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Standaufnehmer und Messumformer, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass eine Verwechslung mit übereinstimmenden ausgeschlossen ist. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.4.3 Erstprüfung durch eine anerkannte Prüfstelle

Im Rahmen der Erstprüfung sind die in den ZG-ÜS aufgeführten Funktionsprüfungen durchzuführen. Wenn die diesem Bescheid zugrunde liegenden Nachweise an Proben aus der laufenden Produktion erbracht wurden, ersetzen diese Prüfungen die Erstprüfung.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

3 Bestimmungen für Planung und Ausführung

3.1 Planung

(1) Vom Hersteller oder vom Betreiber des Standgrenzschalters ist der Nachweis der hinreichenden chemischen Beständigkeit der unter Abschnitt 1 (2) genannten Werkstoffe gegenüber den wassergefährdenden Flüssigkeiten und deren Dämpfen oder Kondensat zu führen. Zur Nachweisführung können Angaben der Werkstoffhersteller, Veröffentlichungen in der Fachliteratur, eigene Erfahrungswerte oder entsprechende Prüfergebnisse herangezogen werden.

(2) Die Montagematerialien einschließlich Stütz- und Befestigungsvorrichtungen müssen beständig gegen die zu überwachende Flüssigkeit sein.

3.2 Ausführung

(1) Die Überfüllsicherung mit einem Standgrenzschalter nach diesem Bescheid muss entsprechend Abschnitt 1.1 der Technischen Beschreibung angeordnet bzw. entsprechend deren Abschnitten 5 und 6 eingebaut und eingestellt werden. Mit dem Einbauen, Instandhalten, Instandsetzen und Reinigen des Standgrenzschalters dürfen nur solche Betriebe beauftragt werden, die über Kenntnisse des Brand- und Explosionsschutzes verfügen, wenn diese Tätigkeiten an Behältern für Flüssigkeiten mit Flammpunkt ≤ 55 °C durchgeführt werden. Nach Abschluss der Montage der Überfüllsicherung muss durch einen Sachkundigen des einbauenden Betriebes eine Prüfung auf ordnungsgemäßen Einbau und einwandfreie Funktion durchgeführt werden. Über die Einstellung der Überfüllsicherung und die ordnungsgemäße Funktion ist eine Bescheinigung auszustellen und dem Betreiber zu übergeben.

(2) Beim Einsatz des Standaufnehmers in Lagerflüssigkeiten mit Temperaturen über 150 °C müssen Messsonden mit Temperaturzwischenstück eingesetzt werden.

(3) Beim Wechsel der Lagerflüssigkeiten mit stark unterschiedlichen dielektrischen Eigenschaften muss jeweils ein neuer Abgleich erfolgen. Bei temperaturabhängiger Dielektrizitätskonstante ist der unter Betriebsbedingungen zu erwartende geringste Wert heranzuziehen.

(4) Die Standaufnehmer vom Typ 62..., 63... und 64... müssen bei Längen über 3 m mit Stützvorrichtungen gegen Verbiegen gesichert werden.
Die Standaufnehmer vom Typ 65... und 66... müssen bei Längen über 3 m mit einer Abspannvorrichtung gegen Pendeln gesichert werden.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung und wiederkehrende Prüfungen

(1) Die Überfüllsicherung mit einem Standgrenzschalter nach diesem Bescheid muss nach den ZG-ÜS Anhang 1 "Einstellhinweise für Überfüllsicherungen von Behältern" und den ZG-ÜS Anhang 2 "Einbau- und Betriebsrichtlinie für Überfüllsicherungen" betrieben werden. Die Anhänge und die Technische Beschreibung sind vom Hersteller mitzuliefern. Die Anhänge 1 und 2 der ZG-ÜS dürfen zu diesem Zweck kopiert werden.

(2) Die Funktionsfähigkeit der Überfüllsicherung mit einem Standgrenzschalter nach diesem Bescheid muss in angemessenen Zeitabständen, mindestens aber einmal im Jahr, nach Abschnitt 8 der Technischen Beschreibung und entsprechend den Anforderungen des Abschnitts 5.2 von Anhang 2 der ZG-ÜS geprüft werden. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die Art der Überprüfung und die Zeitabstände im genannten Zeitrahmen zu wählen.

(3) Stör- und Fehlermeldungen sind in Abschnitt 4 der Technischen Beschreibung beschrieben.

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

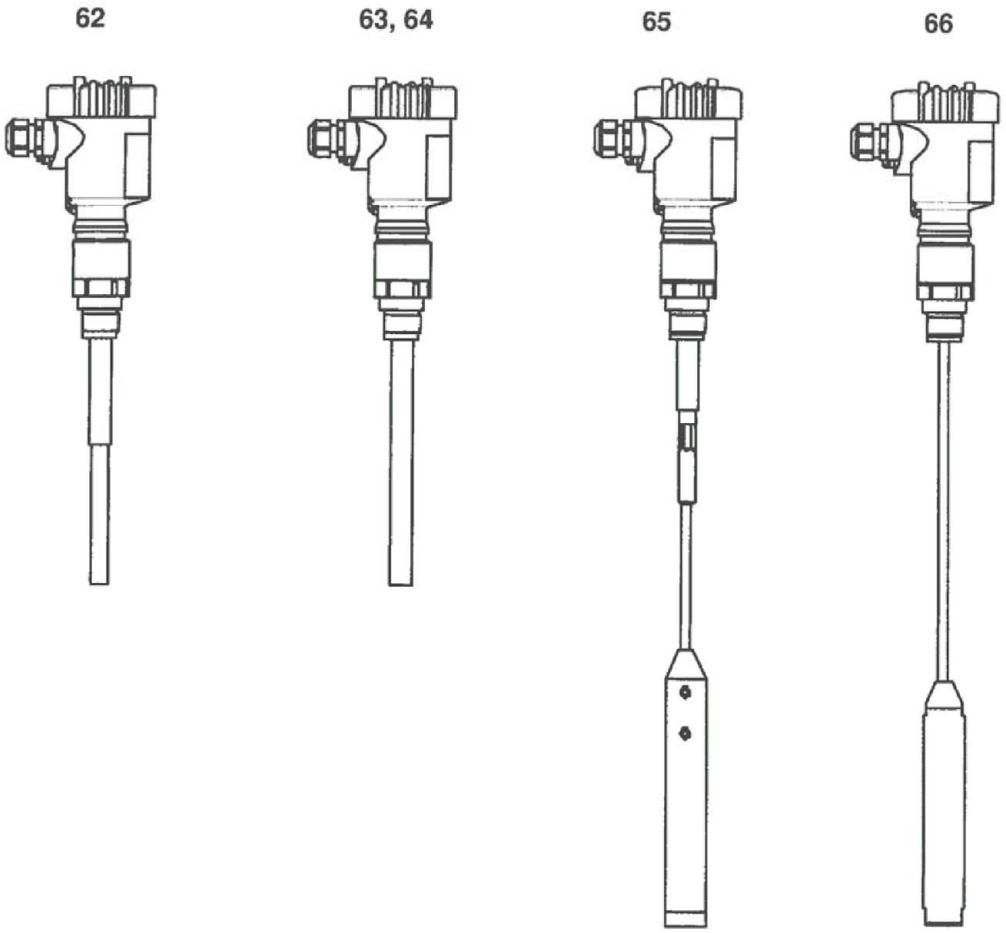
(4) Bei Wiederinbetriebnahme des Behälters nach Stilllegung oder bei Wechsel der wassergefährdenden Flüssigkeit, bei dem mit einer Änderung der Einstellungen oder der Funktion der Überfüllsicherung zu rechnen ist, ist eine erneute Funktionsprüfung, siehe Abschnitt 3.2 (1), durchzuführen.

Holger Eggert
Referatsleiter

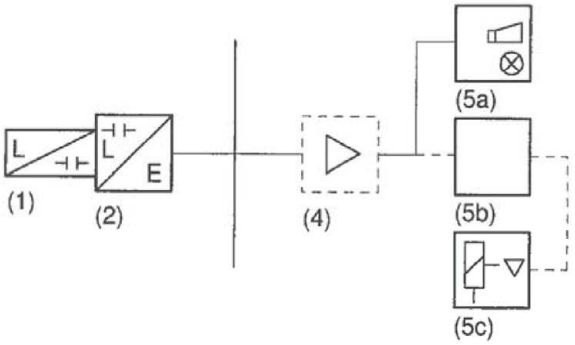
Beglaubigt

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

VEGACAP..



Schema der Überfüllsicherung



(4) bis (5c) nicht Gegenstand dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung

(1)	Standaufnehmer	(Grenzschalter)
(2)	Messumformer	(integrierte Elektronik)
(4)	Signalverstärker	(bei Bedarf)
(5a)	Meldeeinrichtung mit Hupe und Lampe	
(5b)	Steuerungseinrichtung	
(5c)	Stellglied	

Standaufnehmer (kapazitive Messsonde) VEGACAP Typ 62, 63, 64, 65 und 66 der C-, R- und T-Version mit integriertem Messumformer als Bauteile von Überfüllsicherungen	Anlage 1
Übersicht	

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-65.13-408

11.8.2.1 Havarieraumplanung

Für den Fall der Leckage eines Behälters auf dem Betriebsgelände der Biogasanlage ist die Schaffung eines Rückhalteraumes erforderlich, der das Volumen des Behälters mit dem größten Füllvolumen oberhalb der Geländeoberkante aufnehmen kann.

Ermittlung des erforderlichen Rückhaltevolumens im Havariefall

Der Behälter mit dem größten Füllvolumen oberhalb der Geländeoberkante wird zukünftig der neue gasdichte Gärrestspeicher III (Nr. 20) sein. Der Gärrestspeicher verfügt über einen Innenradius von 20,00 m und eine maximale Füllhöhe von 9,50 m. Der Behälter soll nicht ins Erdreich eingebunden werden, so dass sich folgendes maximales Füllvolumen oberhalb der Geländeoberkante ergibt:

$$\text{Füllvolumen}_{\text{Gärrestspeicher III (Nr. 20)}} = (20{,}00\ \text{m})^2 * \pi * 9{,}50\ \text{m} = \mathbf{11.938\ m^3}$$

Die vorhandene Biogasanlage ist derzeit südlich und westlich mit einer Umwallung versehen. Da die Umwallung im westlichen Bereich des Anlagengeländes überbaut werden soll, entfällt dieser Bereich der Umwallung zukünftig komplett. Die Umwallung wird so erweitert und angepasst, dass zukünftig das gesamte Betriebsgrundstück der Biogasanlage eingefasst ist und somit auch der neue Hochfermenter (Nr. 19) und der neue Gärrestspeicher III (Nr. 20) im Havarieraum liegen.

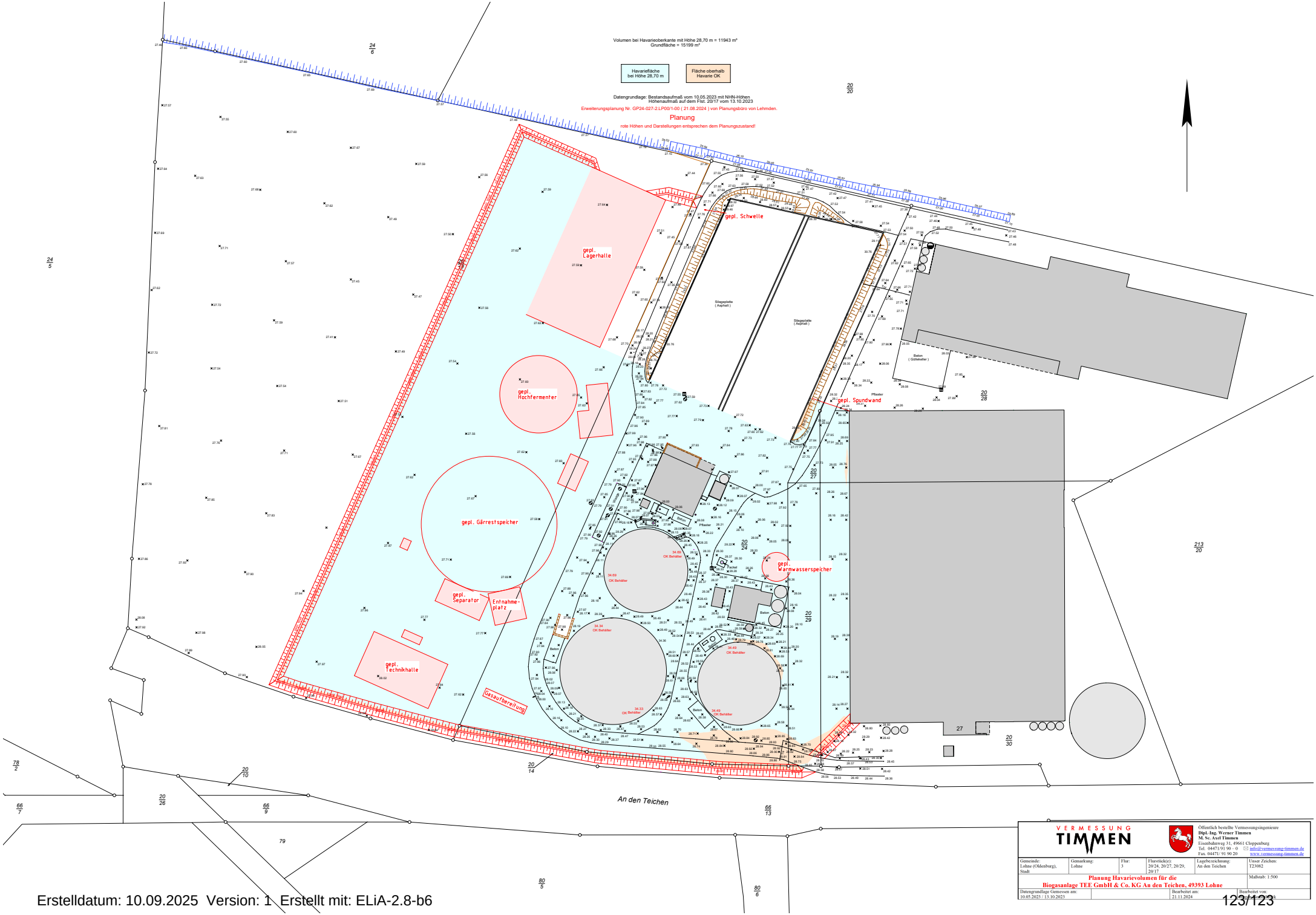
Durch das Vermessungsbüro Timmen, Cloppenburg wurde unter Berücksichtigung des Füllvolumens des Gärrestspeichers III (Nr. 20) eine Havarieraumplanung für die geplante Erweiterung durchgeführt. Der Lageplan mit Darstellung des geplanten Wallverlaufs und der erforderlichen Wallhöhe ist nachfolgend als Anlage beigefügt.

Ausführung der neuen Umwallung

Die neue Umwallung wird entsprechend der Vorgaben der TrWS 793 mit der geforderten Mindestbreite der Wallkrone (0,75 x Wallhöhe) und der geforderten Böschungsneigung (≤ 1 : 2) errichtet. Der Wall wird aus Boden mit bindigen Anteilen ohne erhöhte pflanzliche Anteile errichtet. Das Material wird erdfeucht lagenweise eingebaut und lagenweise verdichtet.

Das zu betrachtende Gelände umfasst das vorhandene Anlagengelände und bisher als Hoffläche bzw. als Ackerfläche genutzte Flächen, die teilweise bebaut werden sollen. Nicht befestigte Flächen werden durch Raseneinsaat begrünt, so dass das Eindringen von möglicherweise auslaufendem Substrat in das Grundwasser durch den natürlich gewachsenen Boden der begrünten Flächen verhindert wird.

Als Nachweis, dass im Schadensfall mindestens das oberirdische Füllvolumen des größten Behälters im vorgesehenen Havarieraum sicher zurückgehalten werden kann, werden dem Bauamt des Landkreises Vechta nach Errichtung der neuen Umwallung ein Lageplan mit aktueller Höhenmessung und ein rechnerischer Nachweis vorgelegt.



VERMESSUNG TIMMEN

Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure
Dipl.-Ing. Werner Timmen
M. Sc. Axel Timmen
Eisenbahnweg 33, 49661 Cloppenburg
Tel. 04471/91 90 - 0 ✉ info@vermessung-timmen.de
Fax. 04471/ 91 90 20 www.vermessung-timmen.de

Gemeinde:	Gemarkung:	Flur:	Flurstück(e):	Lagebezeichnung:	Unser Zeichen:
Lohne (Oldenburg), Stadt	Lohne	3	20/24, 20/27, 20/29, 20/17	An den Teichen	T23082

Planung Havarievolumen für die
Biogasanlage TEE GmbH & Co. KG An den Teichen, 49393 Lohne

Datengrundlage Gemessen am:		Bearbeitet am:	Bearbeitet von:
10.05.2023 / 13.10.2023		21.11.2024	

Maßstab: 1:500

12.1 Antragsformular für den baulichen Teil

Bauantrag gem. § 63 bzw. § 64 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO)

Zutreffendes bitte ankreuzen oder ausfüllen. Felder mit "*" sein keine Pflichtfelder.

Sollten die Eingabefelder nicht ausreichen, fügen Sie bitte entsprechende Anlagen bei.

An die Bauaufsichtsbehörde	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen der Bauaufsichtsbehörde
Untere Bauaufsichtsbehörde / Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta		

Hiermit beantrage ich gemäß § 63 bzw. § 64 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) für die nachstehend bezeichnete Baumaßnahme die Baugenehmigung. Die erforderlichen Bauvorlagen sind diesem Bauantrag gemäß der aktuellen Niedersächsischen Bauvorlagenverordnung (NBauVorlVO) beigefügt.

Identifikationsnummer des Erhebungsbogens des Landesamts für Statistik Niedersachsen:	

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Änderung/ Erweiterung der Biogsanlage Timphaus
- Errichtung eines weiteren Warmwasserspeichers
- Errichtung einer Einhausung für einen Feststoffdosierer
- Errichtung eines Hochfermenters
- Errichtung eines Gärrestspeichers mit Tragluftdach
- Errichtung einer Abfüllplatte für Gärreste
- Errichtung eines Technik- und Pumpengebäudes
- Errichtung eines Auffangbunkers für separierte feste Gärreste mit einer Aufstellfläche für einen Separator
- Errichtung einer Lagerhalle für separierte feste Gärreste
- Errichtung einer Technikhalle (für die später geplante CO2-Verflüssigungsanlage; Verflüssigungsanlage derzeit nicht Antragsgegenstand)
- Errichtung eines Containers für eine Gasaufbereitungsanlage
- Errichtung eines Containers für einen Sauerstoffgenerator

2. Baugrundstück

Gemeinde	Ortsteil		
Lohne			
Straße	**Hausnummer**		
An den Teichen	27		
Gemarkung	**Flur**	**Flurstück (Zähler)**	**Flurstück (Nenner)**
Lohne	3	20	24
Lohne	3	20	27
Lohne	3	20	29
Lohne	3	20	14 (tlw.)
Lohne	3	20	17 (tlw.)
Lohne	3	20	28 (tlw.)
Lohne	3	20	30 (tlw.)

3. Bauherr / Bauherrin

Firmenname (wenn zutreffend. Bei Gesellschaften bzw. juristischen Personen ist dann im Folgenden der Vertretungsberechtigte anzugeben)		
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Name Bauherrin / Bauherr (bei juristischen Personen Vertrefungsberechtigte)		
Vorname/n Franz		Nachname Timphaus
Straße Dinklager Landstraße	Hausnummer 4	* Telefon (mit Vorwahl) 04443 3599
PLZ 49393	Ort Lohne	* E-Mail franz.timphaus@ewetel.net

4. Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser

Firmenname (wenn zutreffend)		
von Lehmden Planungsbüro GmbH		
Name Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser (natürliche Person)		
Vorname/n Sabine		Nachname Geuker
Berufsbezeichnung		
Bauingenieurin, Dipl.-Ing. (FH)		
Straße Boschstraße	Hausnummer 2	* Telefon (mit Vorwahl) 02574 8888-150
PLZ 48369	Ort Saerbeck	* E-Mail s.geuker@von-lehmden-planung.de

ist für die beantragte Baumaßnahme bauvorlageberechtigt nach

[X] § 53 Abs. 3 Satz 2 NBauO nach	
[ ] Nr. 1 Architektin / Architekt, eingetragen in Liste der Architektenkammer Nr.	
[ ] Nr. 2 Entwurfsverfasser/in (bis 30.11.2024), eingetragen in Liste der Architektenkammer Nr.	
[X] Nr. 3 Entwurfsverfasser/in, eingetragen in Liste der Ingenieurkammer Nr.	19725
[ ] Nr. 3 Entwurfsverfasser/in, eingetragen im Verzeichnis Nr.	
des Bundeslandes	
[ ] Nr. 3 Entwurfsverfasser/in nach § 20 NIngG gleichgestellt (europäischer Dienstleistungsverkehr), niedergelassen im Staat	
[ ] Nr. 4 öffentlich Bedienstete / öffentlich Bediensteter	
[ ] Nr. 5 Innenarchitektin / Innenarchitekt, eingetragen in Liste der Architektenkammer Nr.	
[ ] § 53 Abs. 4 NBauO nach	
[ ] Nr. 1 Landschaftsarchitektin / Landschaftsarchitekt, eingetragen in Liste der Architektenkammer Nr.	
[ ] Nr. 2 Handwerksmeisterin / Handwerksmeister oder diesen nach § 7 Abs. 3, 7 oder 9 HwO gleichgestellt	
[ ] Nr. 3 staatlich geprüfte Technikerin / staatlich geprüfter Techniker	
[ ] Nr. 4 Technikerin / Techniker mit gleichwertigem Ausbildungsnachweis	
[ ] § 53 Abs. 5 NBauO	
[ ] Handwerksmeisterin / Handwerksmeister, gleichgestellt im europäischen Dienstleistungsverkehr, niedergelassen im Staat	
[ ] Technikerin / Techniker, gleichgestellt im europäischen Dienstleistungsverkehr, niedergelassen im Staat	

darf als Entwurfsverfasserin / Entwurfsverfasser tätig werden nach

[ ] § 53 Abs. 9 NBauO

5. Tragwerksplanerin / Tragwerksplaner

Firmenname (wenn zutreffend)
verschiedene für die einzelnen Gewerke (Erklärungen der einzelnen Tragwerksplaner werden den jeweiligen Statiken beigelegt)

Name Tragwerksplanerin / Tragwerksplaner (natürliche Person)

Vorname/n	Nachname

Berufsbezeichnung

Straße	Hausnummer	* Telefon (mit Vorwahl)

PLZ	Ort	* E-Mail

ist zur Erstellung des Nachweises der Standsicherheit für die beantragte Baumaßnahme berechtigt nach

- ☐ § 65 Abs. 4 NBauO
  - ☐ Tragwerksplaner/in, eingetragen in der Liste der Ingenieurkammer Niedersachsen Nr.
  - ☐ Tragwerksplaner/in, eingetragen im Verzeichnis Nr. des Bundeslandes
  - ☐ Tragwerksplaner/in nach § 21 Abs. 5 NIngG gleichgestellt (europäischer Dienstleistungsverkehr), niedergelassen im Staat
- ☐ § 86 Abs. 5 NBauO (Übergangsregelung) - (Standsicherheitsnachweis ist ggf. prüfpflichtig)
- ☐ § 65 Abs. 1 S. 2 i. V. m. § 53 Abs. 3 Satz 2 Nrn. 1 bis 4, Abs. 4 Nrn. 2 bis 4 sowie Abs. 5 bis 8 NBauO (Standsicherheitsnachweis ist prüfpflichtig)

Datum, Unterschrift der Tragwerksplanerin / des Tragwerksplaners

6. Erschließung

6.1 Zugang/Zufahrt zum Grundstück erfolgt

☒ von öffentlicher Verkehrsfläche	☒ über Grundstück im Miteigentum	☐ über anderes Grundstück (ggf. Baulast/Grunddienstbarkeit erforderlich)

6.2 Niederschlagswasserbeseitigung erfolgt durch

☐ die Einleitung in ein kommunales Regenwassersystem	☐ Einleitung in ein Gewässer	☒ die ungezielte, breitflächige Versickerung auf Grundstücksflächen	☒ die gezielte Versickerung auf Grundstücksflächen	☒ Sonstiges: Einleitung in Grube am Ferkelstall; Verwertung auf ldw. Nutzflächen

6.3 Sonstige Abwasserbeseitigung erfolgt durch

☐ kommunales Abwassersystem	☐ Kleinkläranlage	☒ Sonstiges:	kein Abwasseranfall

6.4 Trinkwasserversorgung erfolgt durch

☐ zentrales Wasserwerk oder dezentrales kleines Wasserwerk	☒ Sonstiges:	entfällt

6.5 Löschwasserversorgung erfolgt durch

☐ öffentliche Wasserversorgung		☐ Feuerlöschbrunnen		Entfernung [m]:	
☒ Feuerlöschteich	☐ offene Gewässer	☒ Sonstiges:	Stillgewewässer "Buschmannsee"	Entfernung [m]:	max. 300 m

7. Arbeitsstättenrecht

Die Vereinbarkeit der Bauvorlagen mit den Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung wird nur geprüft, wenn die Bauherrin oder der Bauherr dies verlangt.

☐ **Gem. § 64 Satz 2 NBauO - auch in Verbindung mit § 63 Abs. 1 Satz 3 NBauO - wird um Prüfung der Anforderungen auf Vereinbarkeit mit der Arbeitsstättenverordnung im Rahmen des Baugenehmigungs-verfahrens gebeten.**

Datum, Unterschrift der Bauherrin / des Bauherrn *(oder der Bevollmächtigten / des Bevollmächtigten)*

8. Zustellung der Baugenehmigung an Nachbarn

☐ **Es wird erbeten, die Baugenehmigung oder Teilbaugenehmigung nach § 70 Abs. 5 NBauO den in der Anlage näher bezeichneten Nachbarn zuzustellen.**

Datum, Unterschrift der Bauherrin / des Bauherrn *(oder der Bevollmächtigten / des Bevollmächtigten)*

Hinweise:

Die Bauherrin oder der Bauherr ist dafür verantwortlich, dass die von ihr oder ihm veranlasste Baumaßnahme dem öffentlichen Baurecht entspricht. Die Entwurfsverfasserin oder der Entwurfsverfasser ist dafür verantwortlich, dass der Entwurf für die Baumaßnahme dem öffentlichen Baurecht entspricht. **Über erforderliche Ausnahmen, Befreiungen und Zulassungen von Abweichungen von Vorschriften wird nur auf besonderen Antrag entschieden (Der Antrag ist unter Kapitel 12.9 "Sonstiges" einzufügen).**

Datenschutz:

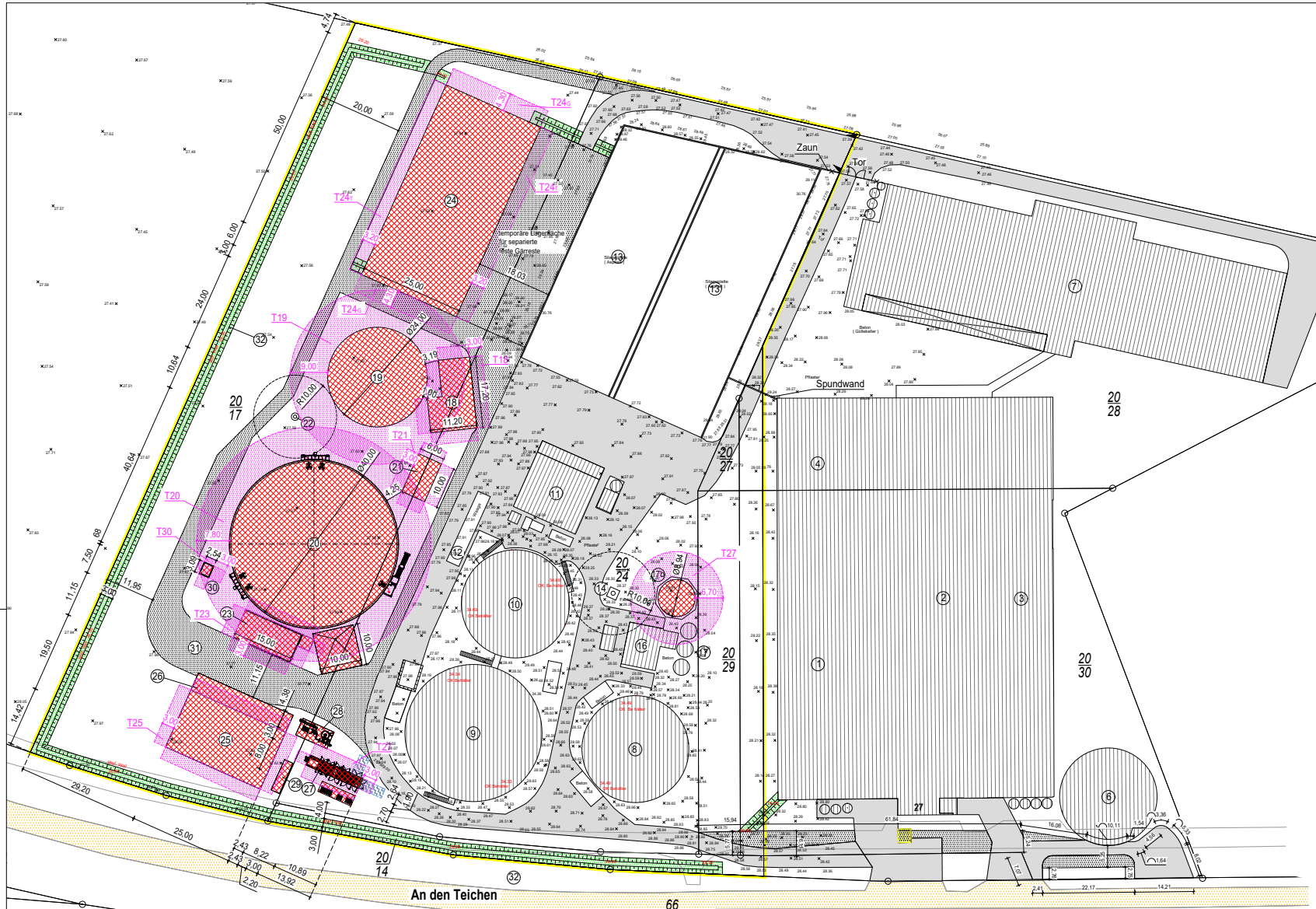
Die elektronische Verarbeitung der in diesem Formular enthaltenen personenbezogenen Daten ist für die Durchführung dieses Verwaltungsverfahrens gem. § 67 Abs. 1 Satz 2 NBauo erforderlich und gem. §§ 3 und 5 NDSG zulässig. Empfänger dieser Daten sind die Gemeinde, die untere Bauaufsichtsbehörde sowie andere Behörden (§ 69 Abs. 3 NBauO) und ggfs. Nachbarn sowie die zu beteiligende Öffentlichkeit (§ 68 NBau0). Bauvorlagen in elektronischer Form können dauerhaft gespeichert werden. Zudem werden die Daten regelmäßig an die zuständige Finanzbehörde (§ 29 BewG), den zuständigen Unfallversicherungsträger (§ 195 Abs. 3 SGB VII) und das Vermessungs- und Katasteramt (§ 5 NVermG) übermittelt. Nähere Informationen und die Kontaktdaten des Datenschutzbeauftragten entnehmen Sie bitte den Internetseiten des Adressaten dieses Antrages.

Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin / des Entwurfsverfassers	* Datum, Unterschrift der Bauherrin / des Bauherrn *(Kenntnisnahme)*

12.2 Lagepläne

Anlagen:

- 12.2 Lageplan mit Abstandsflächen.pdf



LEGENDE

- Vorhandene öffentl. Verkehrsflächen
- geplante private Verkehrsflächen
- Grundstücksgrenze
- vorhandene private Verkehrsflächen
- Vorhandene Wohn-,Büro- und Geschäftsgebäude u.s.w.
- Vorhandene Wirtschafts- und Werksgebäude, unbew. Nebengebäude, Garagen u.s.w.
- geplante bauliche Anlagen
- geplante Grünflächen
- vorhandene Grünflächen
- Begrenzung von Abstandsflächen
- Abriss baulicher Anlagen

Legende Biogas:

8	Gärrestspeicher
9	gasdichter Gärrestspeicher
10	Fermenter
11	Technikgebäude
12	Fahrzeugwaage
13	Fahrsiloanlage
14	Notfackel
15	Löschwasserteich
16	BHKW-Gebäude
17	drei Warmwasserspeicher
17b	Warmwasserspeicher
18	Einhausung Feststoffdosierer
19	Hochfermenter
20	gasdichter Gärrestspeicher
21	Technik- und Pumpengebäude
22	Notfackel
23	Auffangbunker
23a	Aufstellfläche Separator
24	Lagerhalle
25	Technikhalle
26	Aufstellfläche
27	Gasaufbereitungsanlage
28	Rohgasvorbehandlung
29	RTO-Anlage
30	Sauerstoffgenerator
31	befestigte Fläche
32	Erdwall

Legende Tierhaltung:

1	Ferkel- und Sauenstall
2	Ferkel- und Sauenstall
3	Ferkel- und Sauenstall
4	Ferkel- und Sauenstall
6	Güllehochbehälter
7	Ferkelstall

Legende Einspeiseanlage:

1	BioMethanQualitätsVermessungsEinrichtung (BMQVE)
2	BioGasMessKonditionierOrtsnetzAnlage (BGMKOA)
3	Flüssiggaslagertank
4	Befüllstation LPG
5	BioGasFackelAnlage (BGFA)
6	BioGasSchaltWarte (BGSW)
7	Trafo
8	Regenrückhaltebecken

QUELLE DES LAGEPLANS

- ☐ **Vermessungsbüro:** Trimmen, Eisenbahnweg 31, 49661 Cloppenburg
- ☐ **Topografische Karte**
- ☐ **Digitale Flurkarte**
- ☐ Scan
- ☐ **Luftbild**

Landkreis: Vechta

Gemeinde: Lohne

Gemarkung: Lohne

Flur: 3

Flurstück: 20/24, 20/27, 20/29, 20/14 (tlw.), 20/17 (tlw.) 20/28 (tlw.), 20/30 (tlw.)

N

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
a	31.03.2025	S.Winter	Bemaßung angepasst, Eintragung Baulastflächen, RTO verschoben

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Abstandsflächenplan

ZEICHNUNGSNUMMER: GP24-027_2.LP17/1-a
MASSTAB: 1:500
GEZEICHNET: 10.12.2024 S.Winter
GEPRÜFT: 10.12.2024 S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELAGEBENEGNT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

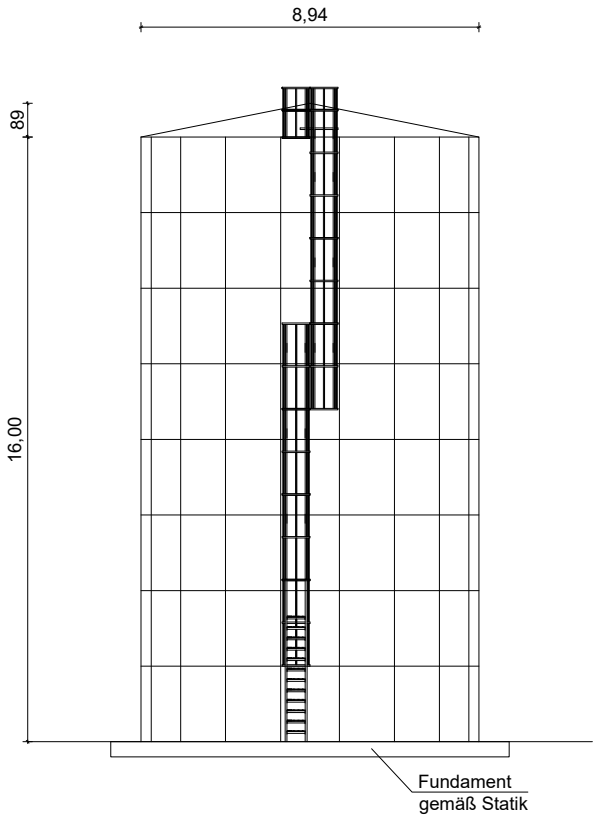
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

12.3 Bauzeichnungen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte)

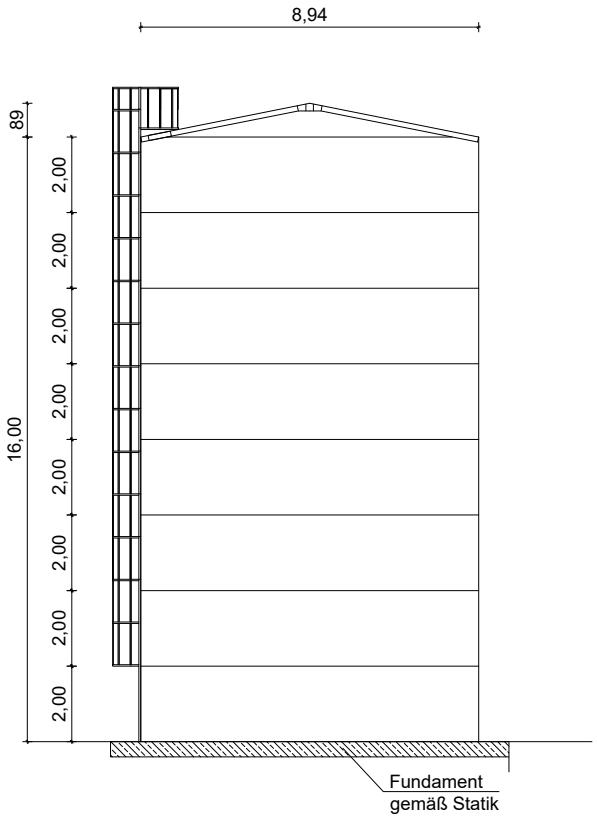
Anlagen:

- 12.3.1 Zeichnung Warmwasserspeicher.pdf
- 12.3.2 Zeichnung Einhausung Feststoffdosierer.pdf
- 12.3.3a Zeichnung Hochfermenter.pdf
- 12.3.3b Systemzeichnung Hochfermenter.pdf
- 12.3.4 Zeichnung Gärrestspeicher.pdf
- 12.3.4a Zeichnung Abfüllplatte.pdf
- 12.3.5 Zeichnung Technik- und Pumpengebäude.pdf
- 12.3.6 Zeichnung Auffangbunker.pdf
- 12.3.7 Zeichnung Lagerhalle.pdf
- 12.3.8 Zeichnung Technikhalle.pdf
- 12.3.9 Zeichnung Gasaufbereitungsanlage.pdf
- 12.3.10 Zeichnung Sauerstoffgenerator.pdf
- 12.3.11 Zeichnung Querschnitt Erdwall.pdf

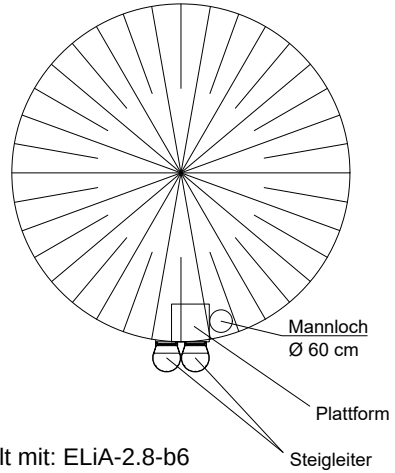
Ansicht Pufferspeicher
M 1:100



Schnitt Pufferspeicher
M 1:100



Draufsicht Pufferspeicher
M 1:100



Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Warmwasserspeicher (Nr. 17b)
Grundriss, Ansicht, Schnitt

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2:BE00B/3-00	GEZEICHNET:	20.11.2024 V.A. Peters
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT:	21.11.2024 S. Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

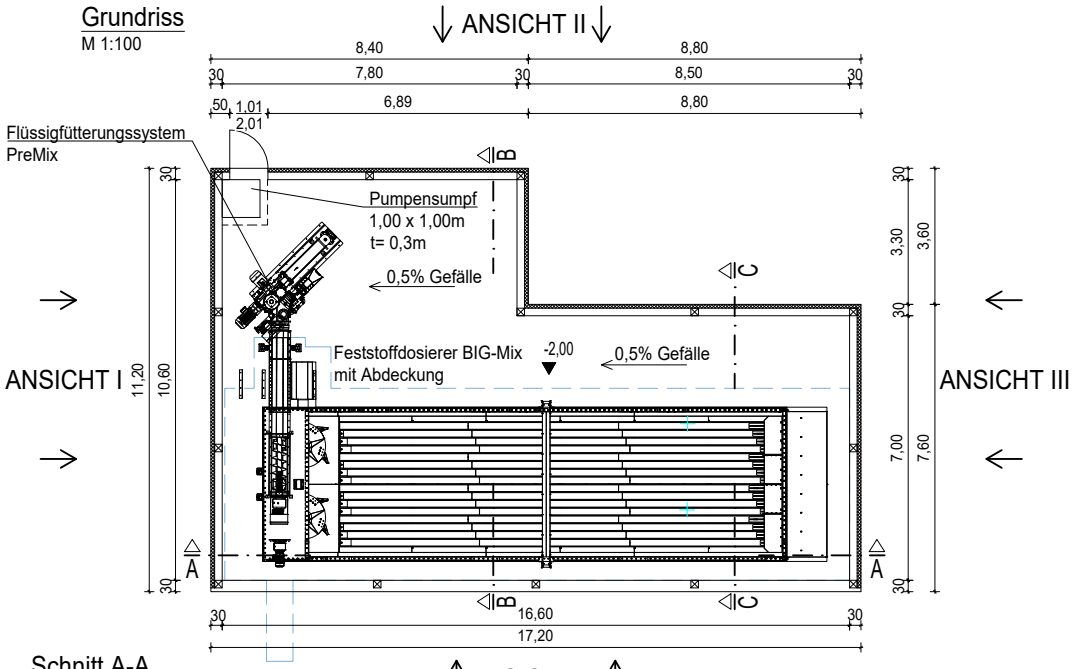
BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\1:1-065_2 SW90-00-Pufferspeicher_VP_SGE.dwg

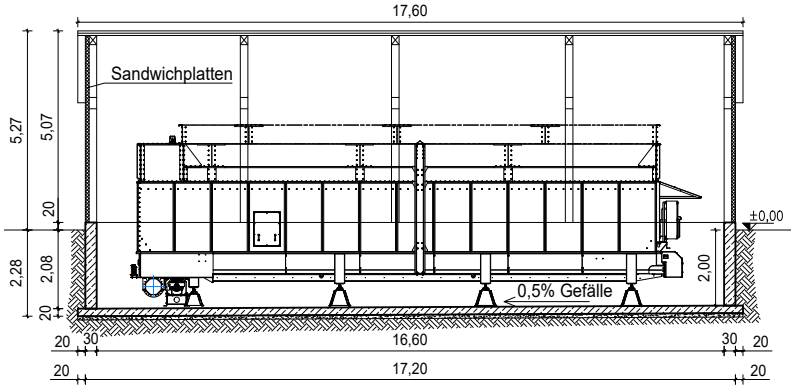
Grundriss
M 1:100



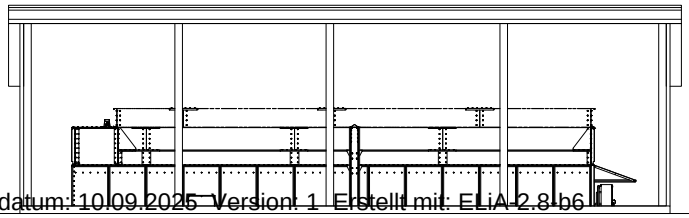
LEGENDE

Stahlbeton C20/25, C25/30

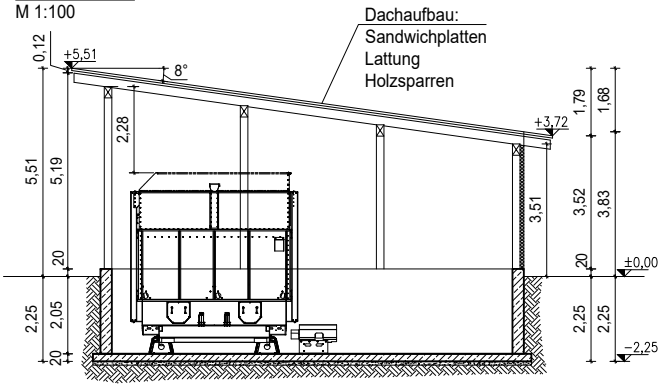
Schnitt A-A
M 1:100



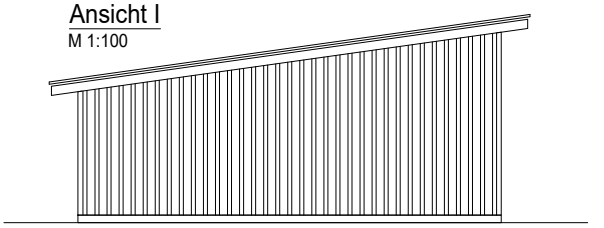
ANSICHT IV
M 1:100



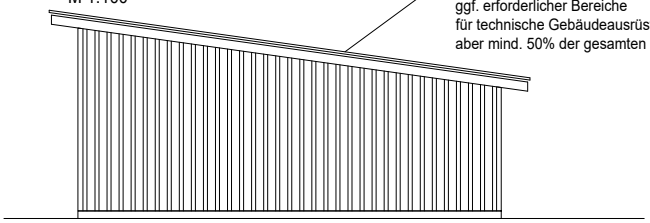
Schnitt B-B
M 1:100



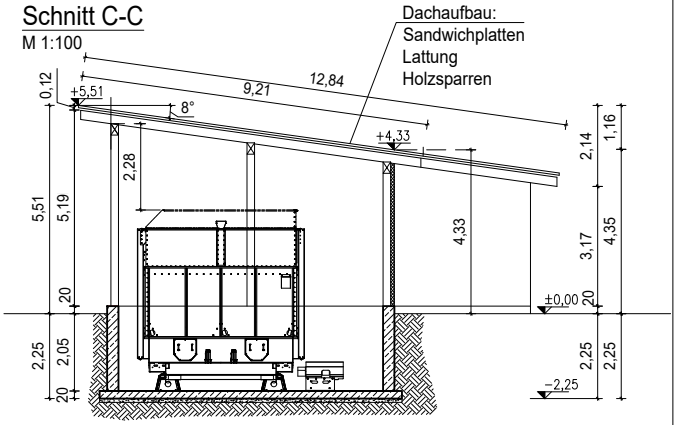
Ansicht I
M 1:100



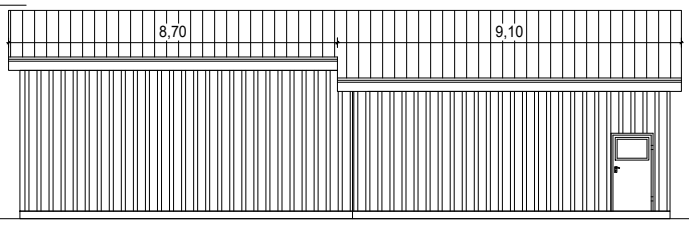
Ansicht III
M 1:100



Schnitt C-C
M 1:100



Ansicht II
M 1:100



Ansicht IV
M 1:100

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
b	10.09.2025	S. Geuker	Beschriftungen angepasst: Folienvorhang entfernt; Abdeckung Feststoffdosierer ergänzt
a	11.03.2025	S. Winter	Text und Bemaßung für PV-Anlage ergänzt

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Einhausung Feststoffdosierer (Nr. 18)
Grundriss, Schnitte und Ansichten

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.SO52/2-b	GEZEICHNET:	08.10.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT:	10.09.2025	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

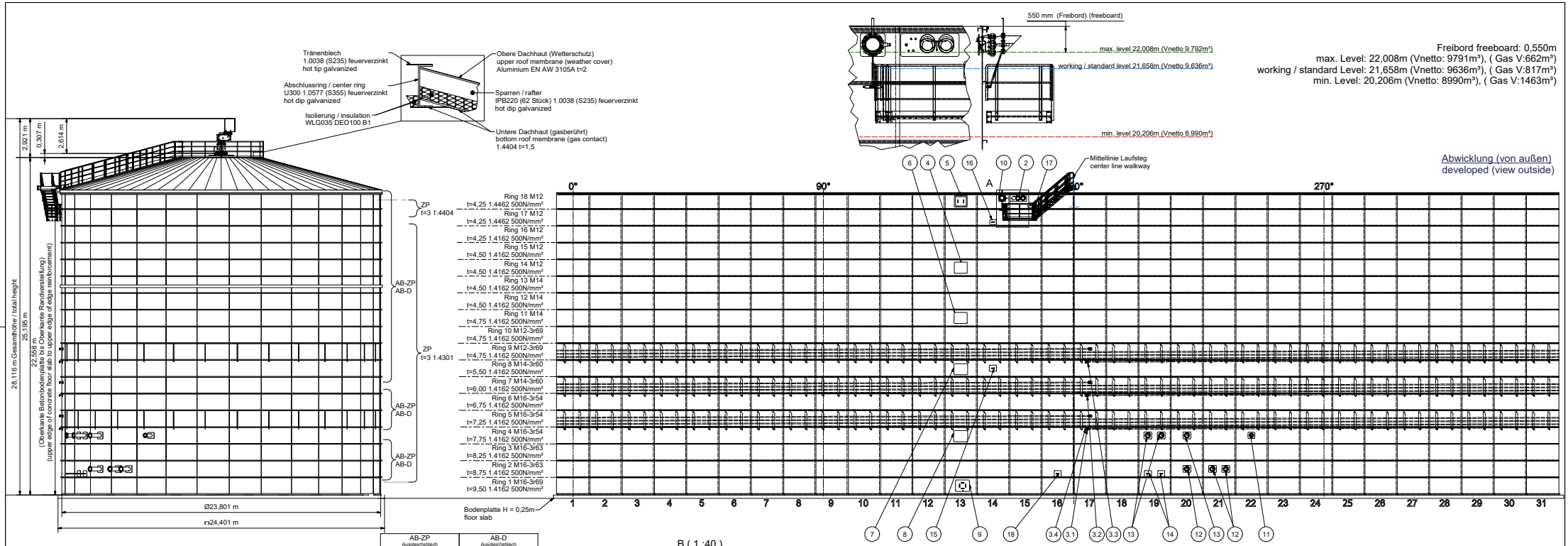
BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

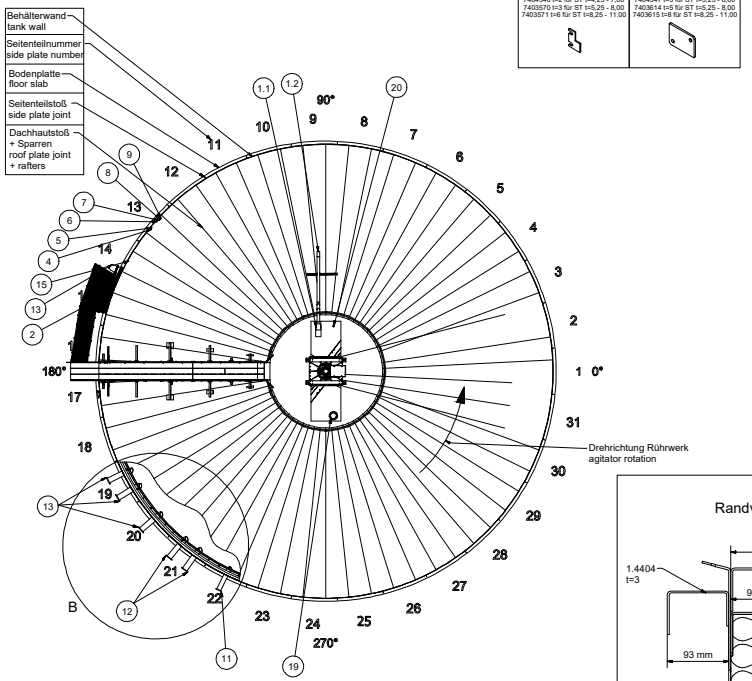
UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

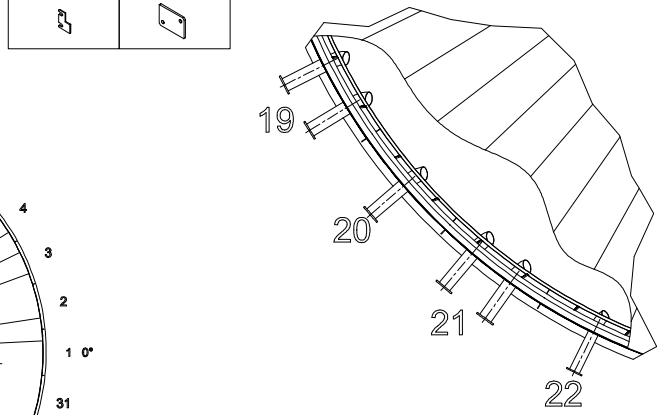
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.SO52-b Einhausung Feststoffdosierer_SONV.dwg



B (1 :40)





AB-ZP
Ausgleichsblech
Zwischenprofil
7404346 t=2 für ST t=4,25 - 7,00
7403570 t=3 für ST t=5,25 - 8,00
7403571 t=6 für ST t=8,25 - 11,00

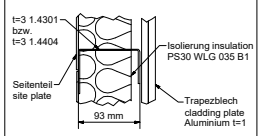
AB-D
Ausgleichsblech
Dichtblech
7404347 t=3 für ST t=3,25 - 6,00
7403614 t=5 für ST t=5,25 - 8,00
7403615 t=8 für ST t=8,25 - 11,00

Höhenangaben der Wanddurchführungen beziehen sich von Oberkante der Betonbodenplatte auf Mitte der Flanschplatte.
Height specifications of the wall bushings relate from the upper edge of the concrete floor slab to the center of the flange plate.

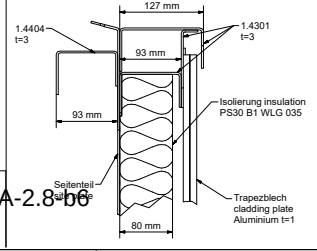
Pos	Stk	T.-Nr.	Bezeichnung	Bezeichnung 2	Höhe [mm]
20	1		Drucksensor 2"		
19	1		Gasentnahme DN300		
18	1	6402976	Wanddfg. Probeentnahme 1.4162 2x2"	530x460x9,5 GHB09 M16-3r63	1595
17	1	6402973	Wanddfg. Probeentnahme 1.4404 2x2"	466x380x6 GHB09 M12-2r	21627
16	1	6402973	Wanddfg. Probeentnahme 1.4404 2x2"	466x380x6 GHB09 M12-2r	20375
15	1	6402972	Wanddfg. Probeentnahme 1.4162 2x2"	530x460x9,5 GHB09 M14-3r60	9457
14	2	6402969	Wanddfg. Probeentnahme 1.4162 2x2" L=1000	530x460x9,5 GHB09 M16-3r63	1595
13	3	6403010	Wanddfg. DN250 Ø275 1.4162	590x520x9,5 GHB09 M16-3r54 Ra - 45° Bogen	4449
12	3	6402964	Wanddfg. DN250 Ø275 1.4162	590x520x9,5 GHB09 M16-3r63 Ra	1945
11	1	6402962	Wanddfg. DN200 Ø219 1.4162	530x460x9,5 GHB09 M16-3r54 Ra Rohr außen:1000	4449
10	1	6502624	Wanddfg. DN300 Ø323,9 1.4571 Berstscheibe 8mbar	und Absperrklappe FI526x490x6 GHB09 M12	22170
9	1	6403020	Mannloch Form4 1.4162	FI1050x850x9,5 GHB09 M16-3r69	643
8	1	6403035	Blindplatte 1050x850x7,75 GHB09	Montageöffnung M16-3r54 1.4162	4388
7	1	6402829	Blindplatte 1030x825x6,0 GHB09	Montageöffnung M14-3r60 1.4162	9396
6	1	6402627	Blindplatte 986x830x5,0 GHB09	Montageöffnung M14-2r 1.4162	13210
5	1	6501228	Mannloch Form4 1.4571	FI 976x830x6 GHB09 M12	
4	1	6403036	Blindplatte 976x830x4,5 GHB09	Montageöffnung M12-2r 1.4162	16966
3.4	6	6501884	Flanschgewindenippel 2" V4A DN50 ähnl. DIN2576	Schweißteil	
3.3	1		Heizung für FER09 Ø23,801m H=22,558m V=10036m³	M14-3r60 / M12-3r69 Wanddfg. 1.4162	Ring 5
3.2	1		Heizung für FER09 Ø23,801m H=22,558m V=10036m³	M16-3r54 / M14-3r60 Wanddfg. 1.4162	Ring 5
3.1	1		Heizung für FER09 Ø23,801m H=22,558m V=10036m³	M16-3r54 / M16-3r54 Wanddfg. 1.4162	Ring 5
2	1	6501708	Wanddfg.Schaugläser FI1246x490x6 GHB09 M12 geneigt	3x 3/4" Muffe, 1x 1" Muffe fallend, 1x 1" Muffe	22170
1.2	1	6502636	Rohrleitungsarmatur DN150	für Ü/U-Sicherung	
1.1	1	6502635	Ü/U-Sicherung +10/-2mbarg	inkl. Schrauben u. Dichtung Rohrleitungsarmatur DN150	

- Freigabe / approved -

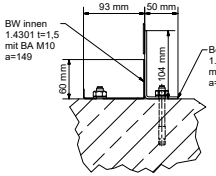
Zwischenprofil (ZP)



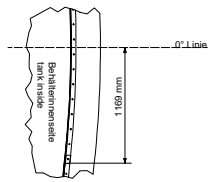
Randversteifung



Bodenwinkel



Verlegung des
1. Bodenwinkels



Erforderliche Anzahl Hubstützen
required number of jacks
- Hub von Ring 18 - Ring 10 --> 31x
- Hub von Ring 9 - Ring 2 --> 62x

SÄMTLICHE MAßE SIND VOM UNTERNEHMER VERANTWORTLICH ZU PRÜFEN UND GEGEBENENFALLS ZU ERGÄNZEN. AUFTRETENDE UNKLARHEITEN SIND MIT DER BAULEITUNG ZU BESPRECHEN.

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Hochfermenter (Nr.19)

ZEICHNUNGSNUMMER: GP24-027_2.FE00/1-00 GEZEICHNET: 24.09.2024 S.Winter
MAßSTAB: 1:100 GEPRÜFT: 24.09.2024 S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

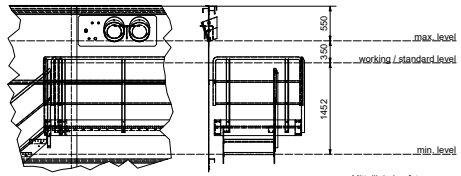
BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

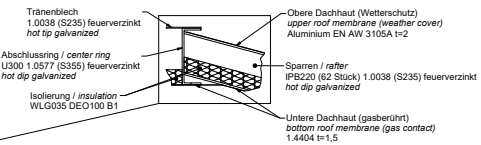
10/1038

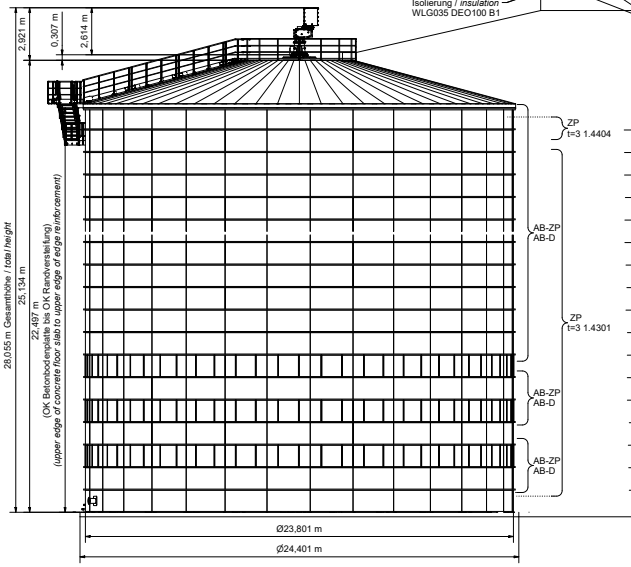
ENTWURFSVERFASSER
von Lehmden Planungsbüro GmbH
Büro und Genehmigungsplanung
Bauherr. 2 - 49393 Lohne
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

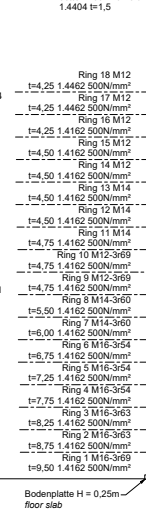
Behältersystem GHB09 / *tank system GHB09* Ø23,801m - H=22,497m V_{brutto}=10009m³ Behälter
Bauort / *place of construction*: Dinklager Landstraße 4a 49393 Lohne
Bauherr / *owner*: Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co KG

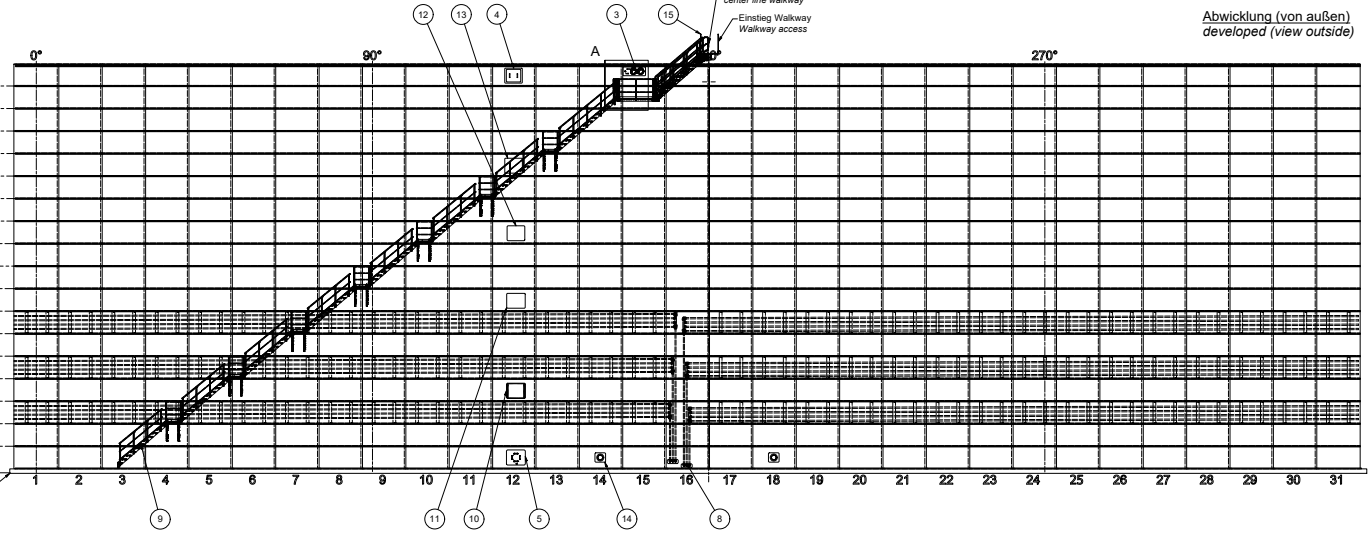
Freibord *freeboard: 0,550m*
max. Level: 21,947m (Vnetto: 9764m³), (Gas V:689m³)
working / standard Level: 21,597m (Vnetto: 9609m³), (Gas V:844m³)
min. Level: 20,145m (Vnetto: 8963m³), (Gas V:1490m³)



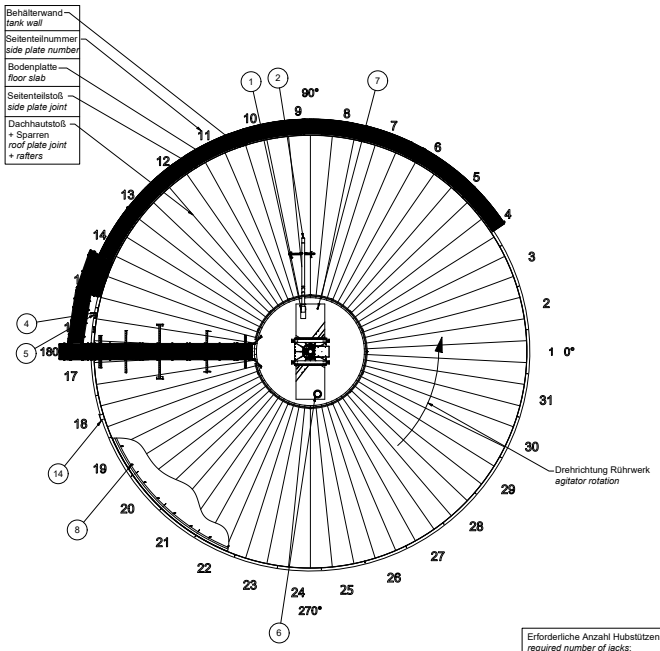


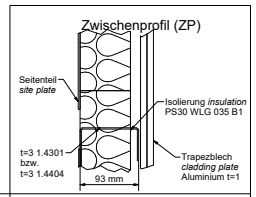


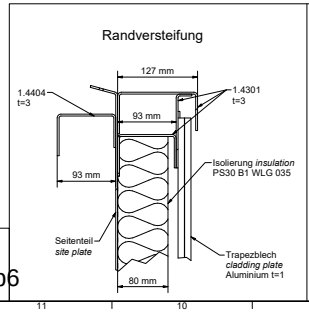


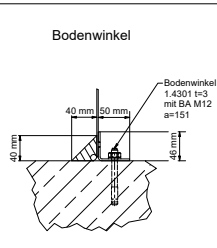


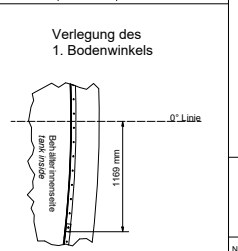
Abwicklung (von außen)
developed (view outside)











Erforderliche Anzahl Hubstützen
required number of jacks:
Typ SHS 055G M1901
- Hub von Ring 18 - Ring 10: 20,5cm
- Hub von Ring 9 - Ring 2 : ~5 62x

Höhenangaben der Wanddurchführungen beziehen sich von Oberkante der Betonbodenplatte auf Mitte der Flanschplatte.
Height specifications of the wall bushings relate from the upper edge of the concrete floor slab to the center of the flange plate.

Pos	Stk	T.-Nr.	Bezeichnung	Bezeichnung 2	Höhe [mm]
15	1		Brücke Abschnitt	(variabel)	
14	2	6403172	Wanddfg. DN250 Ø273 1.4162	590x520x9,5 GHB09 M16-3r54 Rai	632
13	1	6403036	Blindplatte 976x830x4,5 GHB09	Montageöffnung M12-2r 1.4162	16858
12	1	6402627	Blindplatte 986x830x5,0 GHB09	Montageöffnung M14-2r 1.4162	13102
11	1	6402829	Blindplatte 1030x825x6,0 GHB09	Montageöffnung M14-3r60 1.4162	9346
10	1	6403035	Blindplatte 1050x850x7,75 GHB09	Montageöffnung M16-3r54 1.4162	4338
9	1		Tankmanteltreppe für Behälter H16,436m	Darstellung für Abwicklung	
8	1		Heizung mit Verteiler Ø23,801m	3x 4 Heizungsringe	
7	1		Drucksensor 2"		
6	1		Gasentnahme DN300		
5	1	6403020	Mannloch Form4 1.4162	FI1050x850x9,5 GHB09 M16-3r69	582
4	1	6501228	Mannloch Form4 1.4571	FI 976x830x6 GHB09 M12	
3	1	6501461	Wanddfg.Schaugläser FI1246x490x6 GHB09 M12 geneigt	3x 3/4" Muffe, 1x 1" Muffe fallend, 1x 1" Muffe	22106
2	1	6502636	Rohrleitungsarmatur DN150	für D/U-Sicherung	
1	1	6502635	D/U-Sicherung +10/-2mbarg	inkl. Schrauben u. Dichtung Rohrleitungsarmatur DN150	

- Freigabe / approved -
Behältermittelpunkt und Mittellinie des Laufstegs müssen vor der Montage dauerhaft und gut Sichtbar auf der Bodenplatte markiert werden.

Tank center and center line of the walkway must be marked permanent and good visibly on concrete floor slab before assembly.

Name / name: .....
Datum / date: .....
Unterschr./signature: .....
(Stempel / stamp)

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Erich Stallkamp, ESTA GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet oder verbreitet werden.

Maßstab: 1:200 (A3) | Datum: 10.09.2025 | Name: Silberwagen
Allgemeintoleranz nach ISO 2768 mK-E

Systemzeichnung GHB09 Ø23,801m
H=22,497m V=10009m³
Timphaus Erneuerbare Energien - 20220725

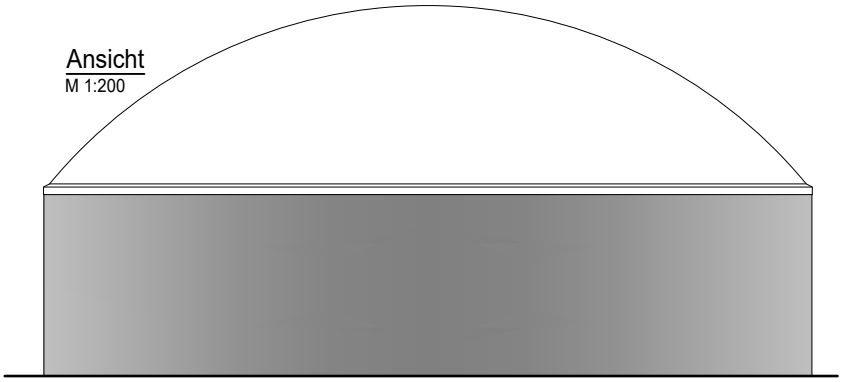
Stallkamp
Erich Stallkamp ESTA GmbH
Postfach 1260 49406 Dinklage
Tel. 0443/0995-0 Fax -99

Auftrag: 34513701 | Typ | Blatt: 1 / 1 | A0

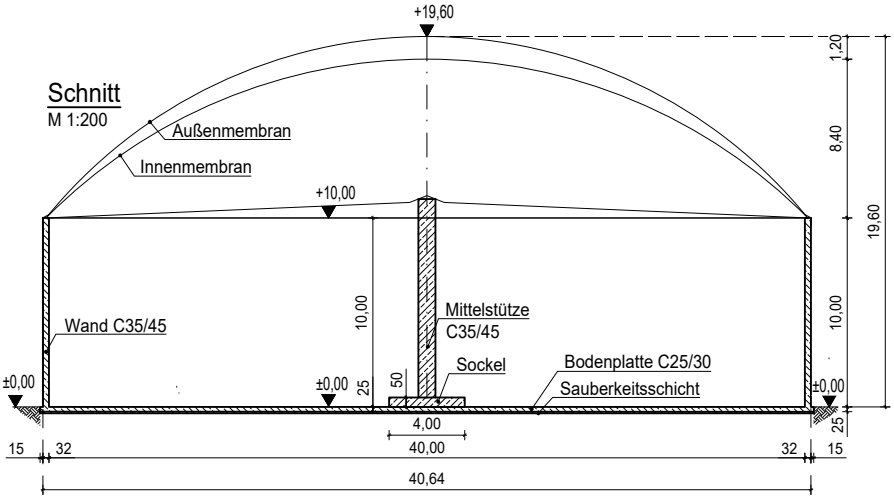
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA 2.8.b6

1 / 1038

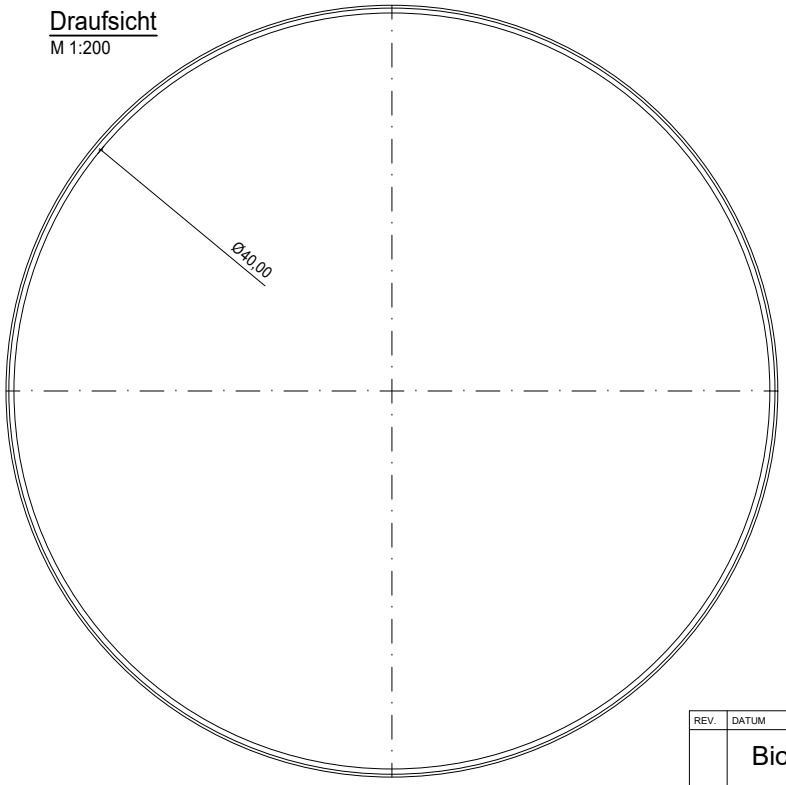
Ansicht
M 1:200



Schnitt
M 1:200



Draufsicht
M 1:200



Gärrestspeicher

LEGENDE

- Stahlbeton C25/30, C35/45
- unbewehrter Beton C16/20

- ±0,00 ▼ geplante Geländehöhen
- ○ ±0,00 bestehende Geländehöhen

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Gärrestspeicher mit Tragluftdach (Nr. 20)
Ansicht, Schnitt und Draufsicht

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.BE00/2-00	GEZEICHNET:	27.09.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:200	GEPRÜFT:	27.09.2024	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne

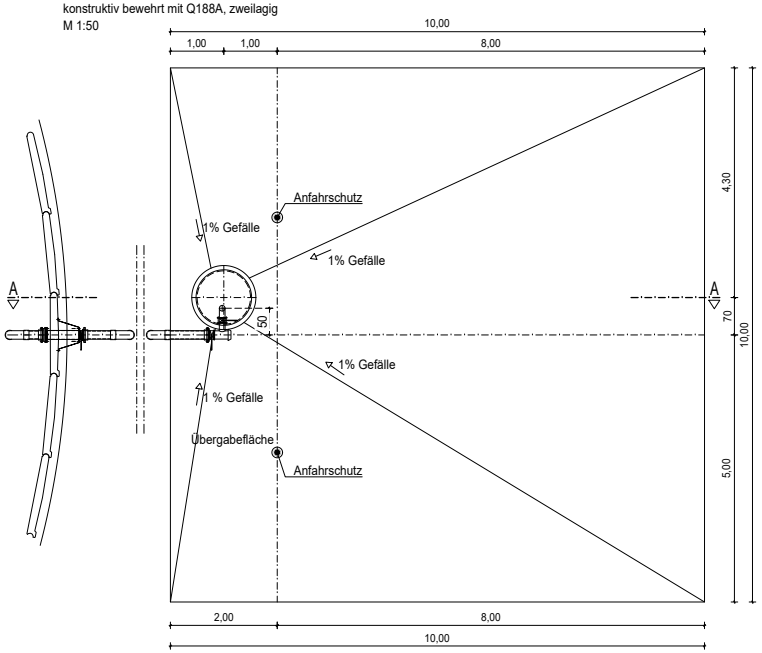
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.BE00-00 Gärrestspeicher_SCNV.dwg

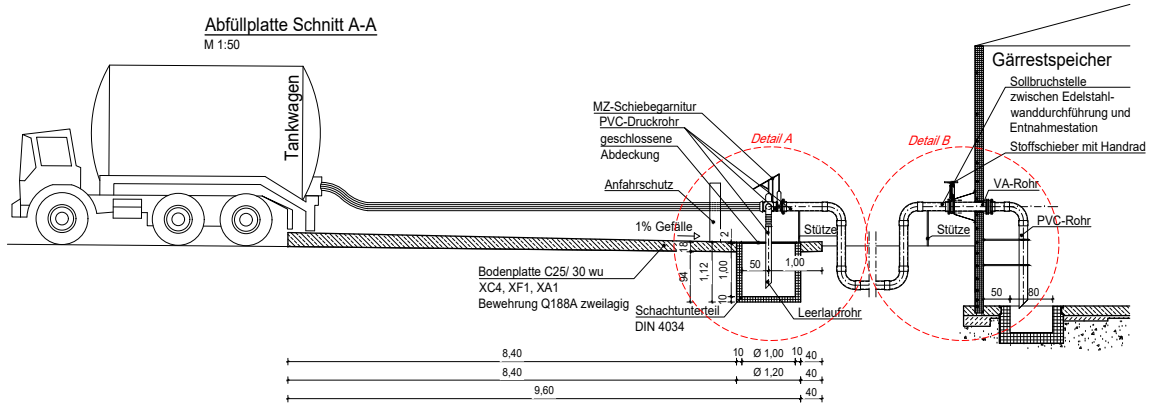
Abfüllplatte Draufsicht

wasserundurchlässige Bodenplatte aus C25/ 30 wu,
konstruktiv bewehrt mit Q188A, zweilagig
M 1:50



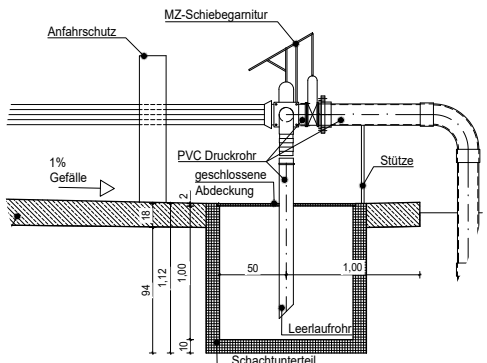
Abfüllplatte Schnitt A-A

M 1:50



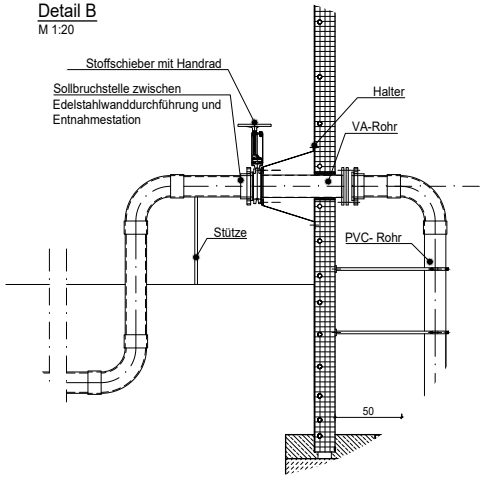
Detail A

M 1:20



Detail B

M 1:20



LEGENDE

- Mauerwerk
- Stahlbeton C20/25, C25/30
- unbewehrter Beton C16/20
- Fertigbauteil
- Schotter
- gewachsener Boden

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG, VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Abfüllplatz - Abfüllplatte mit Entnahmestation
Prinzipdarstellung - Grundriss, Schnitt und Details

ZEICHNUNGSNUMMER: GP21-045_ GEZEICHNET: 04.11.2024 S. Geuker
MASSTAB: 1:20 / 1:50 GEPRÜFT:

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & CO. KG
Diklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

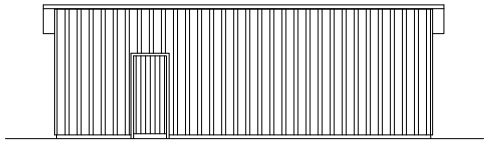
von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

13/1038

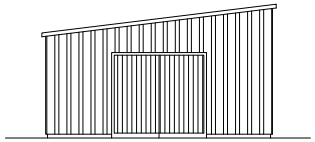
vonLehmden PLANUNGSBÜRO

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELVA 2.8-b6

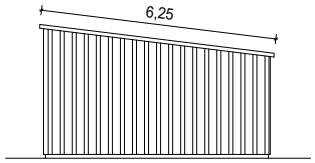
K:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\02.02\GP21-045\Plot Timphaus_Erweiterung\01_Zeichnungen\GP21-045_ZEICHNUNG-Entnahmestation (002).VWE_SUE_.dwg



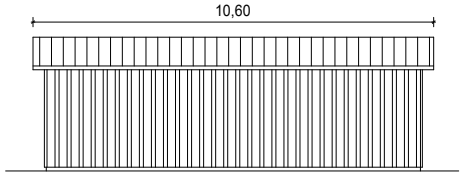
SÜD-OST



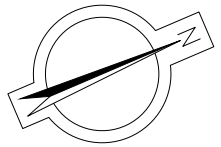
SÜD-WEST



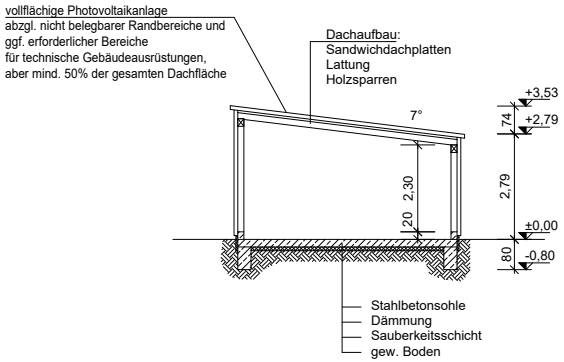
NORD-OST



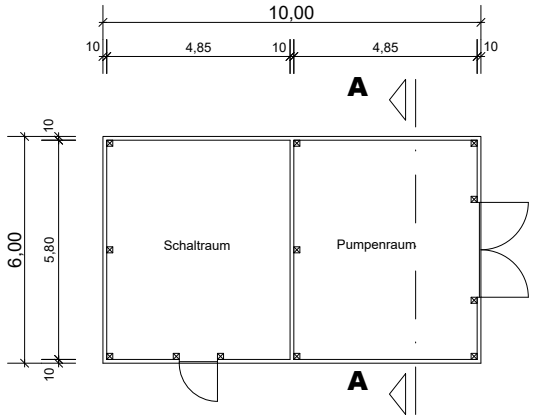
NORD-WEST



SÄMTLICHE MAßE SIND VOM UNTERNEHMER VERANTWORTLICH ZU PRÜFEN UND GEGEBENENFALLS ZU ERGÄNZEN. AUFTRETENDE UNKLARHEITEN SIND MIT DER BAULEITUNG ZU BESPRECHEN.



SCHNITT A-A



GRUNDRISS

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
a	11.03.2025	S.Winter	Text und Bemaßung für PV-Anlage ergänzt

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.TG00B/1-a	GEZEICHNET:	20.11.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT:	11.03.2025	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

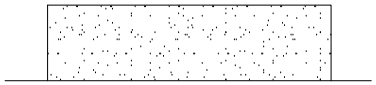
BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

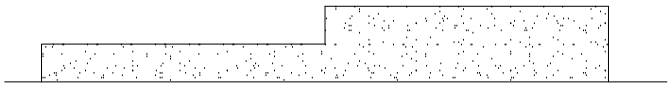
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

14/1038

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.TG00B-a Technik Pumpengeb._SOW.dwg

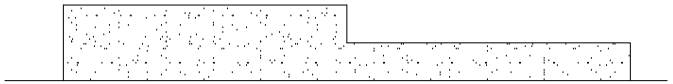


SÜD-OST

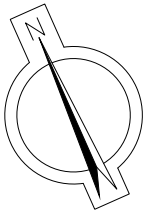


SÜD-WEST

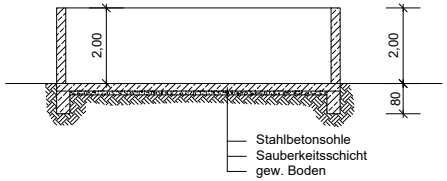
NORD-WEST



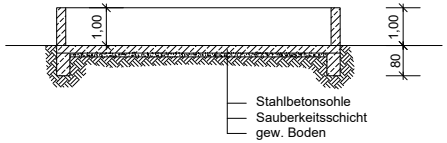
NORD-OST



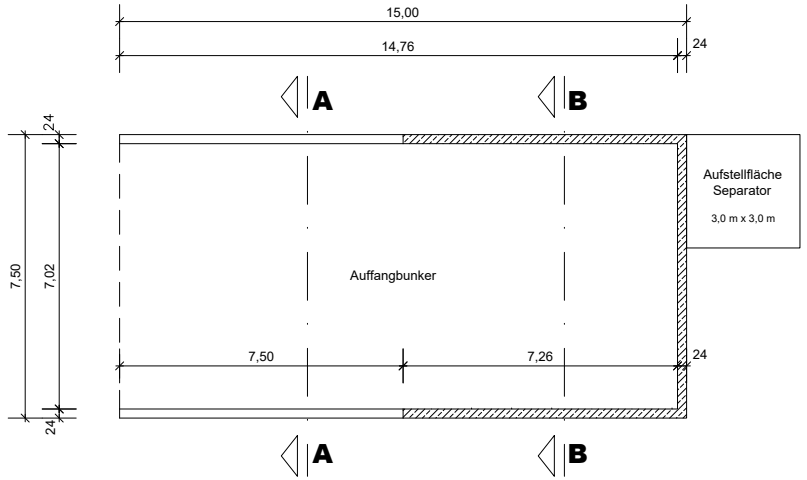
SÄMTLICHE MAßE SIND VOM UNTERNEHMER VERANTWORTLICH ZU PRÜFEN UND GEGEBENENFALLS ZU ERGÄNZEN. AUFTRETENDE UNKLARHEITEN SIND MIT DER BAULEITUNG ZU BESPRECHEN.



SCHNITT B-B



SCHNITT A-A



GRUNDRISS

Stahlbeton

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Auffangbunker (Nr. 23) für separierte feste Gärreste
mit Aufstellfläche für einen Separator

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.SG40/1-00	GEZEICHNET:	20.11.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT:	21.11.2024	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne

+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

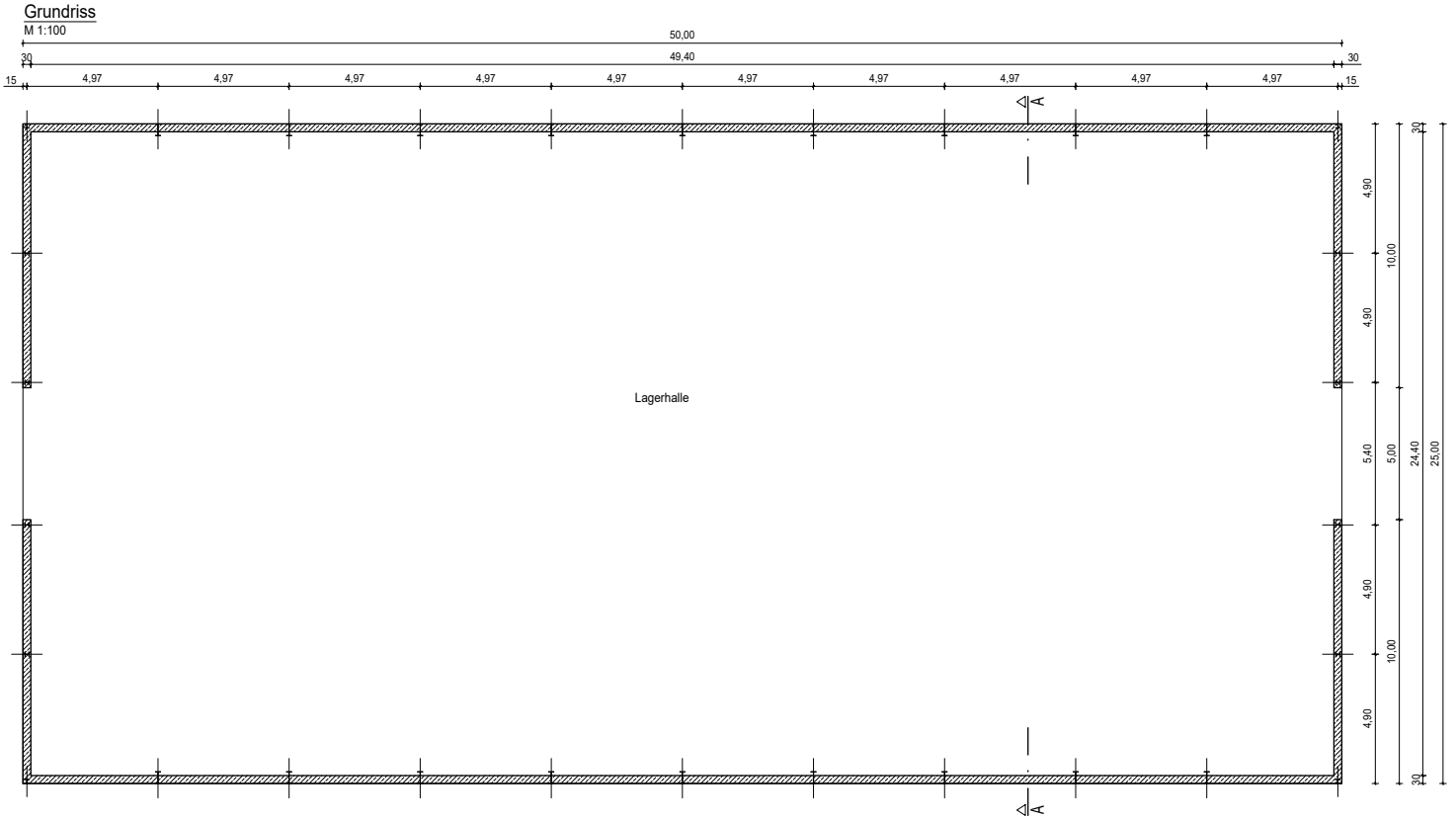
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

15/1038

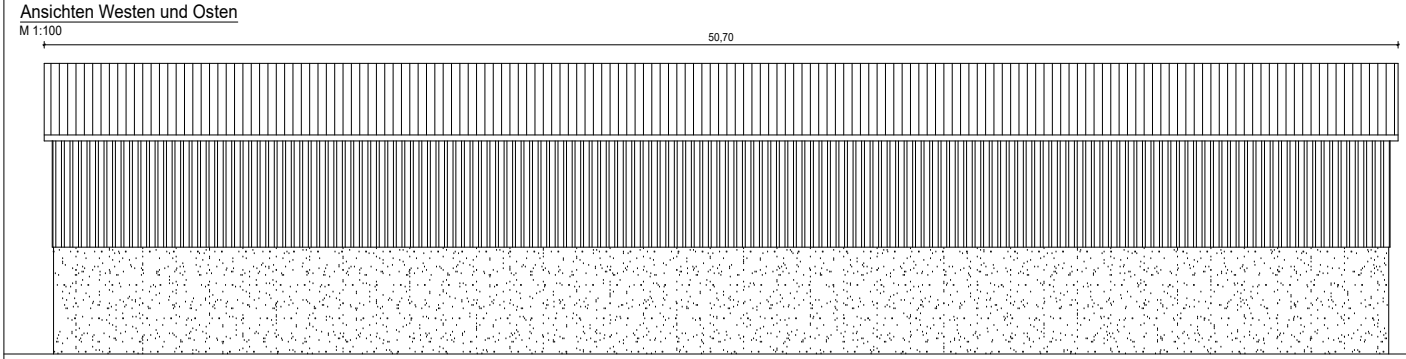
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.SG40-00 Auffangbunker separation_SOW.dwg

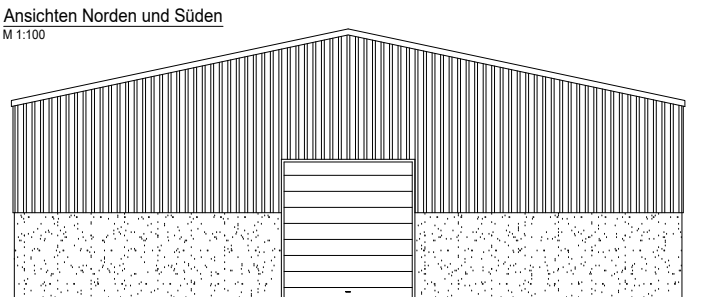
Grundriss
M 1:100

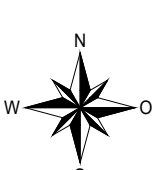


Ansichten Westen und Osten
M 1:100

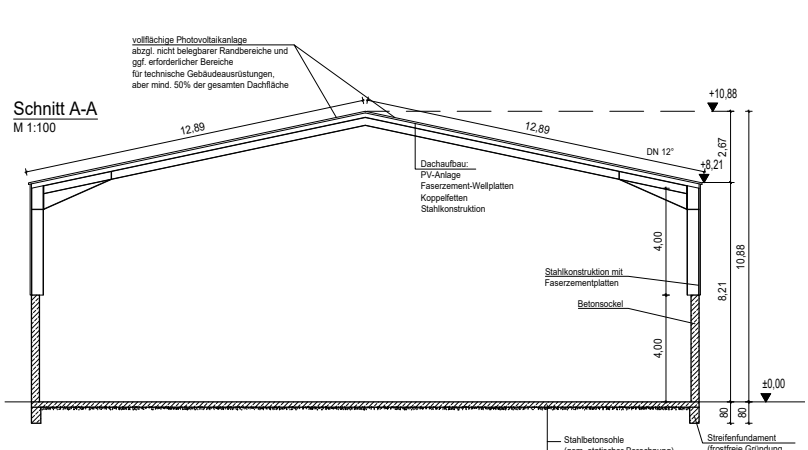


Ansichten Norden und Süden
M 1:100





Schnitt A-A
M 1:100



LEGENDE

Stahlbeton C20/25, C25/30

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
a	11.03.2025	S.Winter	Text und Bemaßung für PV-Anlage ergänzt

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELEGEN BEDINGT NUR REPRODUKTIVEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24)
Grundriss, Schnitt und Ansichten

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.TH00/1-a	GEZEICHNET: 26.09.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT: 11.03.2025	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

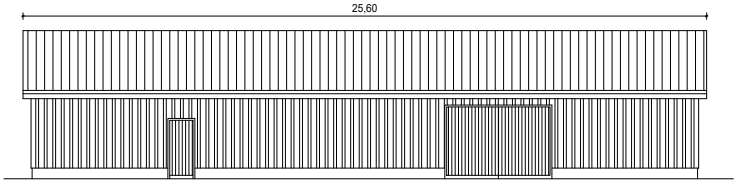
BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

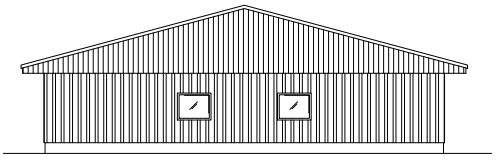
BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

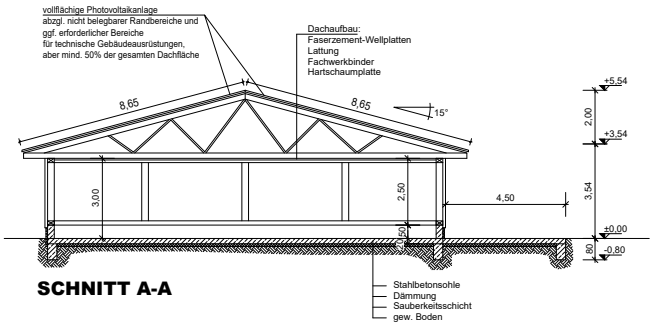
von Lehmden PLANUNGSBÜRO



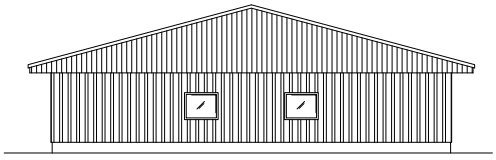
NORD-OST



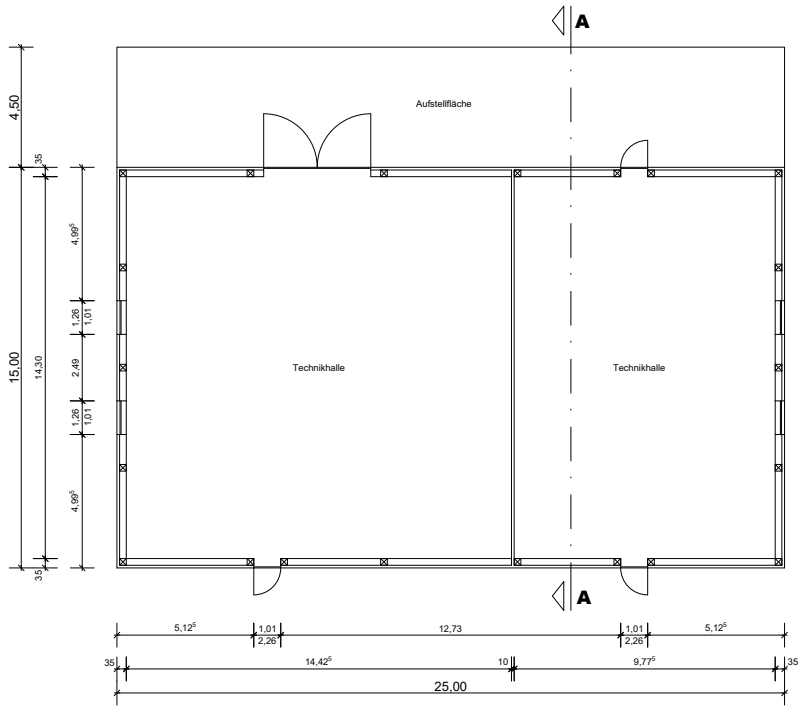
NORD-WEST



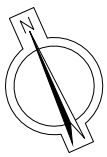
SCHNITT A-A



SÜD-OST



GRUNDRISS



SÄMTLICHE MAßE SIND VOM UNTERNEHMER VERANTWORTLICH ZU PRÜFEN UND GEGEBENENFALLS ZU ERGÄNZEN. AUFTRETENDE UNKLARHEITEN SIND MIT DER BAULEITUNG ZU BESPRECHEN.

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
a	11.03.2025	S.Winter	Text und Bemaßung für PV-Anlage ergänzt

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BERLAGEN BEDINGT NUß PERSONLICHEN GEBRAUCH UND RUCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUßGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Technikhalle (Nr. 25)

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.TG00/1-a	GEZEICHNET: 20.11.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT: 11.03.2025	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

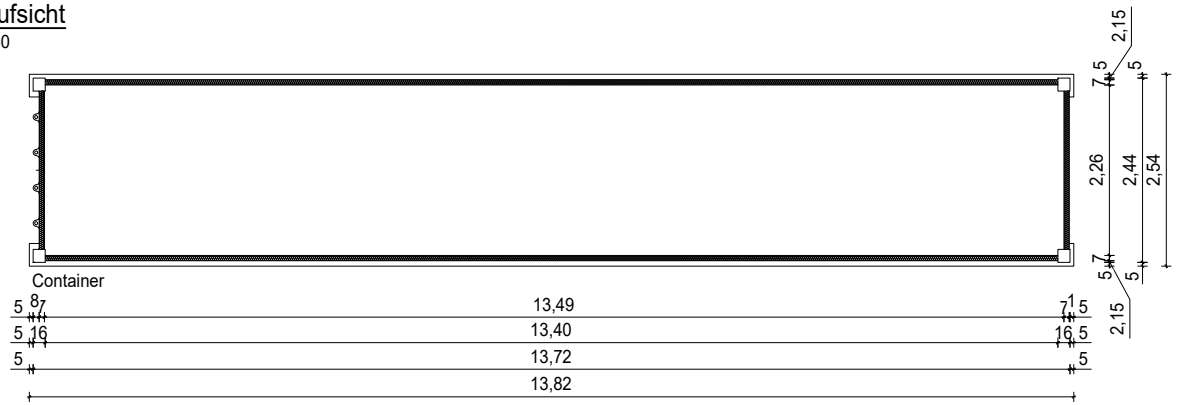
BAUHERR

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

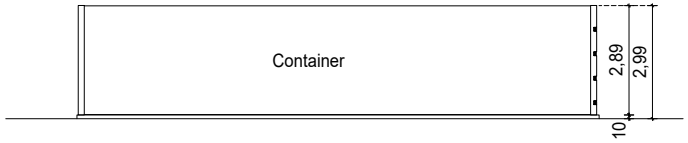
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

K:\Genehmigungsplanung\2_Zeichnungen\GP24-027_2.TG00-a Technikhalle_Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.TG00-a Technikhalle_ELiA.dwg

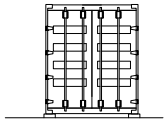
Draufsicht
M 1:50



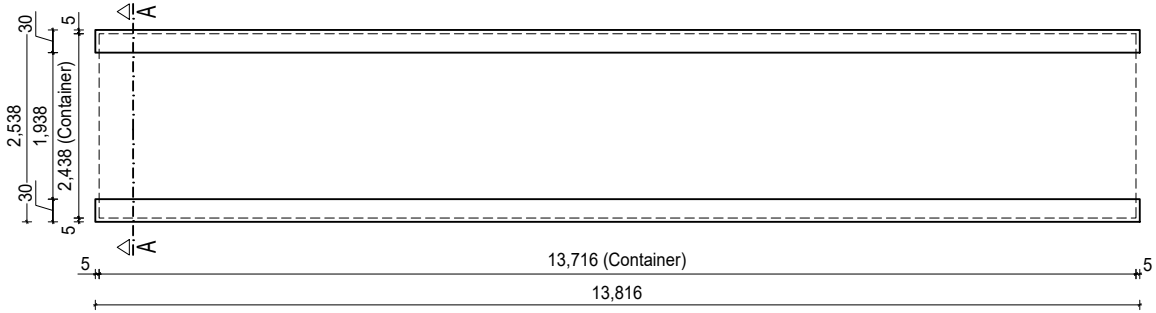
Seitenansicht
M 1:100



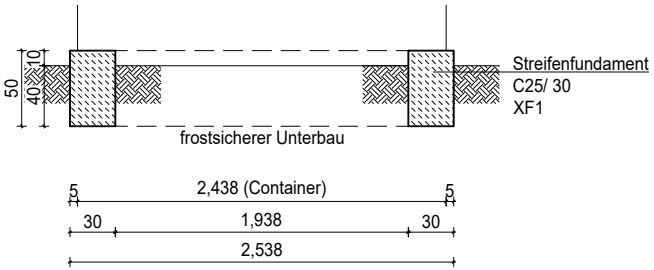
Vorderansicht
M 1:100



Streifenfundamente
M 1:50



Schnitt A-A
M 1:25



Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Gasaufbereitungsanlage - Container (Nr. 27)
Grundriss, Schnitt und Ansicht

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.FU11/2-00	GEZEICHNET:	01.02.2024	J. Freiberger
MAßSTAB:	1:25; 1:50; 1:100	GEPRÜFT:	04.11.2024	S. Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

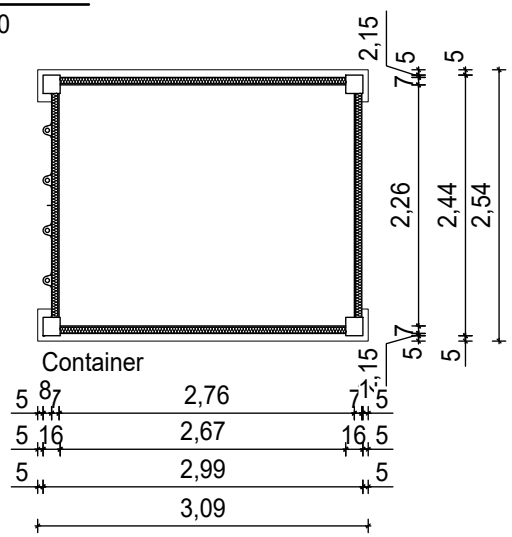
UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

N:\Genehmigungsplanung\002_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.FU11-00-Fundamentplan 4.9\Container_JEF-SGE.dwg

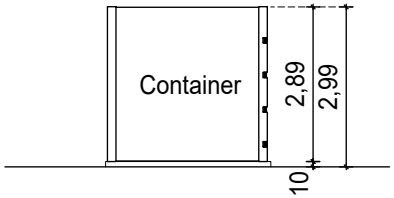
Draufsicht

M 1:50



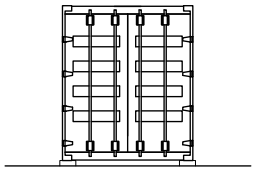
Seitenansicht

M 1:100



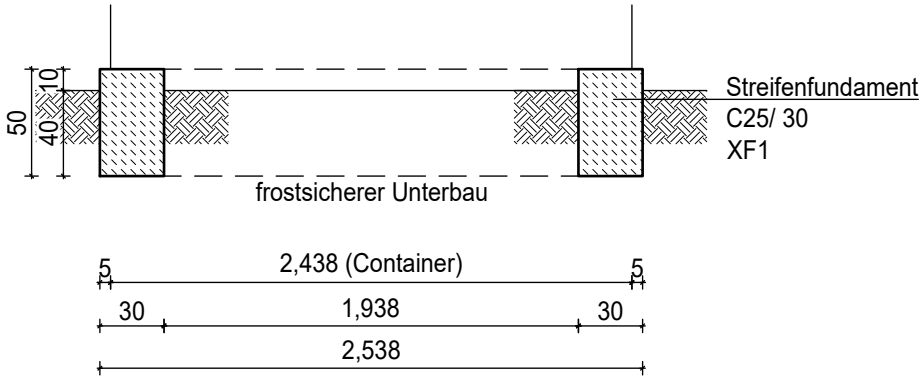
Vorderansicht

M 1:100



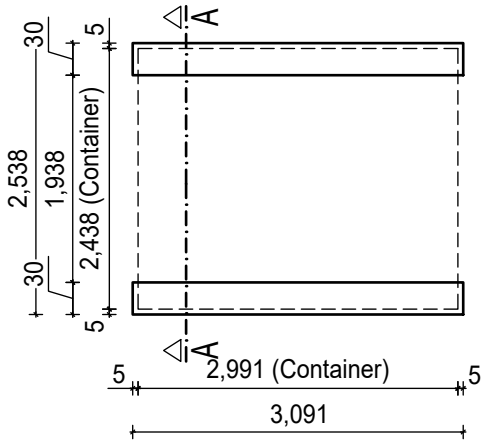
Schnitt A-A

M 1:25



Streifenfundamente

M 1:50



LEGENDE

unbewehrter Beton C16/20

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

Biogasanlage Timphaus (TEE GmbH & Co. KG)

DARSTELLUNG:

Sauerstoffgenerator im Container (Nr. 30)

Grundriss, Schnitt und Ansichten

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.TC70/3-00	GEZEICHNET:	31.08.2021	J. Freiberger
MAßSTAB:	1:25 / 1:50 / 1:100	GEPRÜFT:	04.11.2024	S. Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

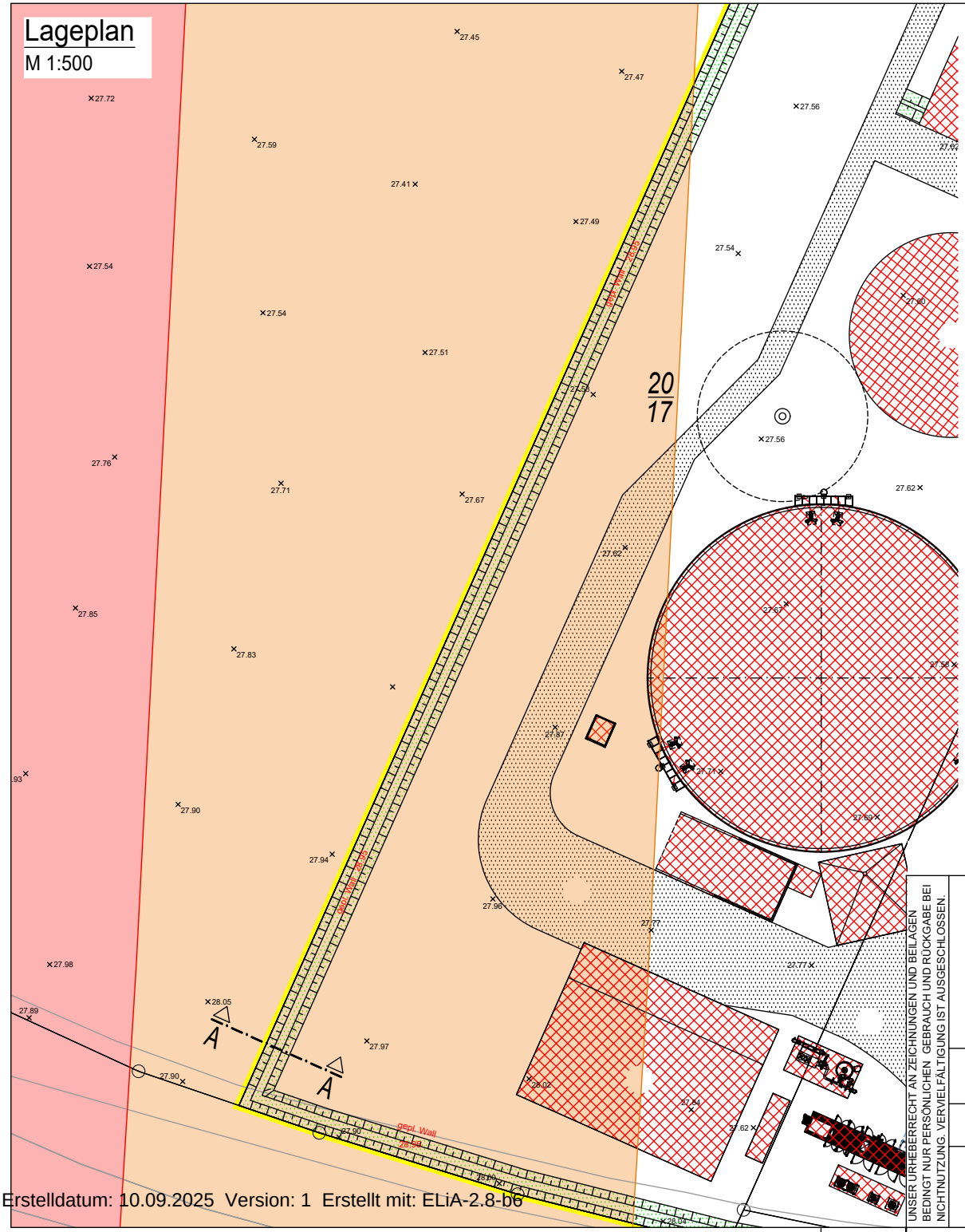
von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

vonLehmden PLANUNGSBÜRO

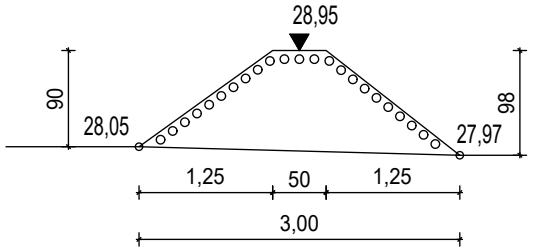
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

ISO full bleed A3 (420.00 x 297.00 mm)
N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.TC70-00-02 Container 10`_JEF.dwg

Lageplan
M 1:500



Schnitt A-A
M 1:50



Anbauverbotszone

Anbaubeschränkungszone

Biogasanlage Timphaus

DARSTELLUNG:
Querschnitt Erdwall
Lageplan

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.SO02/3-00	GEZEICHNET:	24.04.2025	S.Winter
MAßSTAB:	1:50 / 1:500	GEPRÜFT:	24.04.2025	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BEILAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

von Lehmden PLANUNGSBÜRO

20/1038

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\2024\GP24-027 BGA Timphaus, Erweiterung\01_Zeichnungen\GP24-027_2.LP00-00 LP_2.LP91-00 LPA_2.LP17-00 AFP_2.LP85-00 AVZ_2.LP09-b Eingr_2.LP25A-00 VBL_2.LP25B-00 RBBL_SOW.dwg

12.4 Baubeschreibung, Betriebsbeschreibung

Anlagen:

- 12.4.1 Baubeschreibung Warmwasserspeicher.pdf
- 12.4.2 Baubeschreibung Einhausung Feststoffdosierer.pdf
- 12.4.3 Baubeschreibung Hochfermenter.pdf
- 12.4.4 Baubeschreibung Gärrestspeicher.pdf
- 12.4.4a Baubeschreibung Abfüllplatte.pdf
- 12.4.5 Baubeschreibung Technik- und Pumpengebäude.pdf
- 12.4.6 Baubeschreibung Auffangbunker.pdf
- 12.4.7 Baubeschreibung Lagerhalle.pdf
- 12.4.8 Baubeschreibung Technikhalle.pdf
- 12.4.9 Baubeschreibung Gasaufbereitung.pdf
- 12.4.10 Baubeschreibung Sauerstoffgenerator.pdf

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Warmwasserspeichers (Nr. 17b)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 79,59 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	1.022,97 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 150.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	110.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Bodenplatte aus Stahlbeton C25/30 gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Blechmantel, verzinkt	**innen** Stahltank (gedämmt)
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** aluminiumfarben	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Blechmantel, verzinkt	
Dacheindeckung (Farbe)	aluminiumfarben	
Dachform	Kegel	
Dachneigung (Gradzahl)	11°	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung einer Einhausung für einen Feststoffdosierer (Nr. 18)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	- 2,00 m	1	160,96 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 160,96 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	1.045,91 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 250.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	60.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Bodenplatte aus Stahlbeton gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** Stahlbeton	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Sandwichplatten	**innen** Holz- oder Stahlkonstruktion
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grün	**innen**
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Sandwichplatten	
Dacheindeckung (Farbe)	grün oder braun	
Dachform	Pultdach	
Dachneigung (Gradzahl)	8°	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	Leiter/ Treppe (nur für Wartungszwecke)	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)		

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Hochfermenters (Nr. 19)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 467,59 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	9.718,93 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 600.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	500.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Bodenplatte aus Stahlbeton C25/30 gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Trapezblech	**innen** Edelstahlmantelbleche
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Edelstahl	
Dacheindeckung (Farbe)	grün oder aluminiumfarben	
Dachform	Kegeldach	
Dachneigung (Gradzahl)	15°	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	außenliegende Treppenkonstruktion mit Zwischen- und Abschlusspodesten für Wartungsarbeiten und Kontrolltätigkeiten	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines gasdichten Gärrestspeichers mit Tragluftdach (Nr. 20)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 1.316,39 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	19.985,67 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 500.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	350.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Bodenplatte aus Stahlbeton, C25/30 gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Stahltbeton, C35/45	**innen** -
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grau	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Polyestergewebe, beidseitig PVC-beschichtet	
Dacheindeckung (Farbe)	grau	
Dachform	Kugeldach	
Dachneigung (Gradzahl)	-	
Harte Bedachung	☐ **ja** ☒ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	außenliegende Treppenkonstruktion mit Podest für Wartungsarbeiten und Kontrolltätigkeiten	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung einer Abfüllplatte für die Entnahme von Gärresten aus dem Gärrestspeicher (Nr. 20)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 100,00 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	- m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 5.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	2.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Bodenplatte aus Stahlbeton C25/30 wu, frostfrei gegründet	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** -	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	-	
Dacheindeckung (Farbe)	-	
Dachform	-	
Dachneigung (Gradzahl)	-	
Harte Bedachung	☐ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Technik- und Pumpengebäudes (Nr. 21)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	0,00 m	1	60,00 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☒	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 60,00 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	204,60 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 100.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	15.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Stahlbetonsohle auf Streifenfundamenten gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Sandwichplatten	**innen** Holz- oder Stahlkonstruktion
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Sandwichplatten	
Dacheindeckung (Farbe)	grün oder braun	
Dachform	Pultdach	
Dachneigung (Gradzahl)	7	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- oder Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Auffangbunkers für separierte feste Gärreste (Nr. 23) mit einer Aufstellfläche für einen Separator		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 121,50 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	- m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	10.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Stahlbetonsohle auf Streifenfundamenten gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Stahlbeton	**innen** -
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grau	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	-	
Dacheindeckung (Farbe)	-	
Dachform	-	
Dachneigung (Gradzahl)	-	
Harte Bedachung	☐ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung einer Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	0,00 m	1	1.250 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 1.250,00 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	12.243,75 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	400.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Stahlbetonsohle auf Streifenfundamenten gem- Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Betonsockel/ Faserzementpl.	**innen** -/ Stahlrahmen
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grau/ grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Faserzement-Wellplatten	
Dacheindeckung (Farbe)	grün oder braun	
Dachform	Satteldach	
Dachneigung (Gradzahl)	12°	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	Hartschaumplatte	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG

Baumaßnahme
Erweiterung der Biogasanlage;
hier: Errichtung einer Technikhalle (Nr. 25) mit einer Aufstellfläche (Nr. 26) für Außenaggregate
(für die später geplante CO2-Verflüssigungsanlage; Verflüssigungsanlage derzeit nicht Antragsgegenstand)

☒ **Errichtung** ☐ **Änderung** ☐ **Nutzungsänderung**

bei Nutzungsänderung

bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil
Lohne

Straße, Hausnummer
An den Teichen 27

Gemarkung	Flur	Flurstück
Lohne	3	20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse 1 a	1 b	2	3	4	5
I	0,00 m	1	375,00 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 487,50 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	1.796,25 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	80.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Stahlbetonsohle auf Streifenfundamenten gem. Statik	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Betonsockel/ Faserzementpl.	**innen** -/ Holz- o. Stahlkonstruktion
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grau/ grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Faserzement-Wellplatten	
Dacheindeckung (Farbe)	grün oder braun	
Dachform	Satteldach	
Dachneigung (Gradzahl)	15°	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Containers für eine Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	0,10 m	1	33,44 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 36,75 m² m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	96,84 m² m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + technische Einrichtung: 775.000 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	75.000 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Streifenfundamente C25/30, frostfrei gegründet	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen** -
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Trapezblech	**innen** Stahlrahmen
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Trapezblech	
Dacheindeckung (Farbe)	grün	
Dachform	Flachdach	
Dachneigung (Gradzahl)	0	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

An die Bauaufsichtsbehörde Landkreis Vechta Ravensberger Straße 20 49377 Vechta	Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde	Aktenzeichen

Zutreffendes bitte ankreuzen ☒ oder ausfüllen

Baubeschreibung

(§ 9 Abs. 1 BauVorlVO)

1. Bezeichnung der Baumaßnahme

Bauherr/in: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Baumaßnahme Erweiterung der Biogasanlage; hier: Errichtung eines Containers für einen Sauerstoffgenerator (Nr. 30)		
☒ **Errichtung**	☐ **Änderung**	☐ **Nutzungsänderung**
bei Nutzungsänderung bisherige Nutzung	beabsichtigte Nutzung	

2. Baugrundstück

Gemeinde / Ortsteil Lohne		
Straße, Hausnummer An den Teichen 27		
Gemarkung Lohne	Flur 3	Flurstück 20/24, 20/27, 20/29; tlw. 20/14, 20/17, 20/28, 20/30

3. Gebäudeklasse gemäß § 2 Abs. 3 der NBauO

Klassifizierung Gebäude-Nr.	Höhe gemäß § 2 Abs. 3 (m)	Anzahl der Nutzungs-einheiten	Angabe der Brutto-Grundfläche (m²)	Gebäudeklasse					
				1		2	3	4	5
				a	b				
I	0,10 m	1	7,29 m²	☐	☒	☐	☐	☐	☐
II	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
III	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
IV	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
V	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐
VI	m		m²	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Größe/Dimensionen

Größe des Baugrundstückes	27.170 m²
Bereits bebaute und zur Bebauung vorgesehene Fläche	neu: 7,85 m²
Größe der Freifläche	m²
Umbauter Raum gem. DIN 277	21,12 m³

5. Ermittlung des Herstellungswertes/des Rohbauwertes

Herstellungskosten	Rohbau + techn. Einrichtung: 37.500 Euro
Ermittlung des Rohbauwertes	2.500 Euro

6. Abstand der baulichen Anlage zu

Wäldern mit mehr als 5 ha Größe	> 1.000 m
Moor- und Heideflächen	LSG Bockhorster Moor: ca. 75 m
Eisenbahnen	> 1.000 m
Hochspannungsleitungen	> 1.000 m
öffentlichen Gewässern/Wasserzügen	Stillgewässer ca. 110 m / Graben ca. 20 m
5.1 Überschwemmungsgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**
5.2 Schutzgebiet	☐ **ja** ☒ **nein**

7. Konstruktionsbeschreibung

Isolierung gegen Grundfeuchtigkeit	☒	
Wände/Baustoffart und Stärke		
Fundamente	Streifenfundamente C25/30, frostfrei gegründet	
Kellermauerwerk	**außen** -	**innen**
Geschossmauerwerk (Baustoff)	**außen** Trapezblech	**innen** Stahlrahmen
Geschossmauerwerk (Farbe)	**außen** grün	**innen** -
Dächer		
Dacheindeckung Baustoff	Trapezblech	
Dacheindeckung (Farbe)	grün	
Dachform	Flachdach	
Dachneigung (Gradzahl)	0	
Harte Bedachung	☒ **ja** ☐ **nein**	
Decken (Art und Stärke)		
Kellergeschoss	-	
Geschosse	-	
Dachgeschoss	-	
Dachschrägen	-	
Treppen (Konstruktion und Steigungsverhältnis)	-	
Fußböden (Art und Stärke)		
in Aufenthaltsräumen	-	
in Küchen, Bad	-	
in Wirtschaftsräumen	-	
Schornsteine (Baustoffe) (bei Fertigsystemen Fabrikat angeben)	-	

8. Art und Höhe der straßenseitigen Einfriedung

Zaun- und Toranlage

9. Einstellplätze gem. § 47 NBauO

Anzahl der unterschiedlichen Nutzungseinheiten	Berechnung der notwendigen Einstellplätze	Summe je Verkehrsquelle
Nr.	**Verkehrsquelle**	
-	-	-
Gesamtzahl der notwendigen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahl)		-

10. Ergänzungen

z. B. ☐ Brandschutznachweis gem. § 11 BauVorlVO

zu 6.: Abstände bezogen auf die Grundstücksgrenze des Betriebsgrundstücks der Biogasanlage

11. Anlagen

12. Unterschriften

Datum, Unterschrift der Bauherrin/des Bauherrn	Datum, Unterschrift der Entwurfsverfasserin/des Entwurfsverfassers
12.12.2024	12.12.2024

12.5 Berechnungen/Nachweise

12.5.1 Berechnung des Bruttorauminhaltes

Anlagen:

- 12.5.1 Berechnung BRI.pdf

12.5.1 Berechnung des Bruttorauminhaltes (DIN 277)

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Baumßnahme: **Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage**

Warmwasserspeicher (Nr. 17b)

Volumen Zylinder	=	*r Zylinder²*	x	π	x	*h Zylinder*						
Volumen Behälter	= (	4,47 m) ²	x	π	x	16,00 m			=	1.004,35	m³	
Volumen Kegel	=	*r Kegel²*	x	π	x	*h Kegel*	/ 3					
Volumen Dach	= (	4,470 m)²	x	π	x	0,89 m	/ 3		=	18,62	m³	
Volumen Warmwasserspeicher (Nr. 17b)									**=**	**1.022,97**	**m³**	

Einhausung Feststoffeintrag (Nr.18)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*						
Volumen Gebäudekörper	=	11,20 m	x	8,40 m	x	6,07 m						
	+	*l*	x	*b*	x	*h*						
	+	7,60 m	x	8,80 m	x	6,58 m			=	1.011,14	m³	
Volumen Prisma	=	*l*	x	*b*	x	*h*	x	*0,5*				
Volumen Dach	=	11,20 m	x	8,40 m	x	1,55 m	x	0,5				
	+	*l*	x	*b*	x	*h*		*0,5*				
	+	7,60 m	x	8,80 m	x	1,04 m	x	0,5	=	34,78	m³	
Volumen Einhausung Feststoffeintrag (Nr. 18)									**=**	**1.045,91**	**m³**	

Hochfermenter (Nr. 19)

Volumen Zylinder	=	*r Zylinder²*	x	π	x	*h Zylinder*						
Volumen Behälter	= (	11,365 m) ²	x	π	x	22,808 m			=	9.254,99	m³	
Volumen Kegel	=	*r Kegel²*	x	π	x	*h Kegel*	/ 3					
Volumen Dach	= (	11,365 m)²	x	π	x	3,43 m	/ 3		=	463,94	m³	
Volumen Hohfermenter (Nr. 19)									**=**	**9.718,93**	**m³**	

Gärrestspeicher (Nr. 20) - Typ BY 4000

Volumen Zylinder	=	*r Zylinder²*	x	π	x	*h Zylinder*						
Volumen Behälter	= (	20,320 m) ²	x	π	x	10,25 m			=	13.296,00	m³	
Volumen Kugelsegment	=	*(h Kugelsegment*	x	π	x	*1/6)*	x					
		(3	x	*r²*	+	*h² Kugelsegment)*						
Volumen Dach	= (	9,60 m	x	π	x	1/6)	x					
	(	3	x (	20,320 m) ²	+ (	9,60 m) ²)			=	6.689,67	m³	
Volumen Gärrestspeicher (Nr. 20)									**=**	**19.985,67**	**m³**	

Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*					
Volumen Gebäude	=	10,00 m	x	6,00 m	x	3,040 m			=	182,40	m³
Volumen Prisma	=	*l*	x	*b*	x	*h*	x	*0,50*			
Volumen Dach	=	10,00 m	x	6,00 m	x	0,740 m	x	0,50	=	22,20	m³
Volumen Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)									**=**	**204,60**	**m³**

Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*					
Volumen Gebäude	=	50,00 m	x	25,00 m	x	8,46 m			=	10.575,00	m³
Volumen Prisma	=	*l*	x	*b*	x	*h*	x	*0,50*			
Volumen Dach	=	50,00 m	x	25,00 m	x	2,67 m	x	0,50	=	1.668,75	m³
Volumen Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)									**=**	**12.243,75**	**m³**

Technikhalle (Nr. 25)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*					
Volumen Gebäude	=	25,00 m	x	15,00 m	x	3,79 m			=	1.421,25	m³
Volumen Prisma	=	*l*	x	*b*	x	*h*	x	*0,50*			
Volumen Dach	=	25,00 m	x	15,00 m	x	2,00 m	x	0,50	=	375,00	m³
Volumen Technikhalle (Nr. 25)									**=**	**1.796,25**	**m³**

Container für Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*					
Volumen Container	=	13,716 m	x	2,438 m	x	2,896 m			=	96,84	m³
Volumen Container Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27)									**=**	**96,84**	**m³**

Container für Sauerstoffgenerator (Nr. 30)

Volumen Quader	=	*l*	x	*b*	x	*h*					
Volumen Container	=	2,991 m	x	2,438 m	x	2,896 m			=	21,12	m³
Volumen Container Sauerstoffgenerator (Nr. 30)									**=**	**21,12**	**m³**

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

12.5.2 Berechnung der Grund- und Geschossflächenzahl

Anlagen:

- 12.5.2 Berechnung überbaute Fläche.pdf

12.5.2 Berechnung der überbauten Flächen (DIN 277)

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Baumaßnahme **Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage**

überbaute Flächen (neu)

bebaute Flächen (neu)

Fläche Achteck	=	*(1 + √ 2)*	*x*	*2*	*x*	*a²*				
Warmwasserspeicher (Nr. 17b)	=	(1 + √ 2)	x	2	x (	4,06 m) ²	=	79,59	m²
Fläche Rechteck	=	*l*		*x*		*b*				
Einhausung Feststoffeintrag (Nr. 18)	=	11,20 m		x		8,40 m				
	+	7,60 m		x		8,80 m	=	160,96	m²
Abfüllplatte (Nr. 20a)	=	10,00 m		x		10,00 m	=	100,00	m²
Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)	=	10,00 m		x		6,00 m	=	60,00	m²
Auffangbunker (Nr. 23)	=	15,00 m		x		7,50 m	=	112,50	m²
Lagerhalle (Nr. 24)	=	50,00 m		x		25,00 m	=	1.250,00	m²
Technikhalle (Nr. 25)	=	25,00 m		x		15,00 m	=	375,00	m²
Aufstellfläche Technikhalle (Nr. 26)	=	25,00 m		x		4,50 m	=	112,50	m²
Fundament Container Gasaufbereitung (Nr. 27)	=	13,82 m		x		2,54 m	=	35,10	m²
Fundament Rohgasvorbehandlung (Nr. 28)	=	8,22 m		x		4,38 m	=	36,00	m²
Fundament RTO-Anlage (Nr. 29)	=	8,00 m		x		2,20 m	=	17,60	m²
Fundament Container Sauerstoffgenerator (Nr. 30)	=	3,09 m		x		2,54 m	=	7,85	m²
Fläche Kreis	=	*π*		*x*		*r Bodenplatte ²*			
Hochfermenter (Nr. 19)	=	π		x		(12,20 m) ²	=	467,59	m²
gasdichter Gärrestspeicher (Nr. 20)	=	π		x		(20,47 m) ²	=	1.316,39	m²
bebaute Flächen (neu), gesamt							**=**	**4.131,08**	**m²**

befestigte Flächen (neu) *(Ermittlung mittels CAD)*

neue Verkehrsflächen:		2.875,41	m²
befestigte Flächen (neu), gesamt	**=**	**2.875,41**	**m²**

überbaute Flächen (neu), gesamt	**=**	**7.006,49**	**m²**

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

12.6 Bautechnische Nachweise

12.6.1 Nachweis der Standsicherheit

Als Anlage sind folgende Standsicherheitsnachweise beigefügt:

12.6.1.1 Warmwasserspeicher (Nr. 17b)

12.6.1.2 Hochfermenter (Nr. 19)

12.6.1.3 Gärrestspeicher mit Tragluftdach (Nr. 20)

12.6.1.4 Lagerhalle (Nr. 24) und Technikhalle (Nr. 25)

Anlagen:

- 12.6.1.1 - Statische Berechnung - Warmwasserspeicher (Nr. 17b) inkl. Gründung.pdf
- 12.6.1.2-1a - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 24) Bodenplatte.pdf
- 12.6.1.2-1b - Bewehrungsplan Hochfermenter (Nr. 19) Bodenplatte.pdf
- 12.6.1.2-2 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Behälter.pdf
- 12.6.1.2-3 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Dach.pdf
- 12.6.1.2-4 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Verkleidung.pdf
- 12.6.1.2-5 - Statische Berechnung Hochfermenter (Nr. 19) Anbauten.pdf
- 12.6.1.2-6 - Übersichtszeichnung Hochfermenter (Nr. 19).pdf
- 12.6.1.3a - Statische Berechnung Gärrestspeicher (Nr. 20) Tragluftdach.pdf
- 12.6.1.3b - Statische Berechnung Gärrestspeicher (Nr. 20) Behälter.pdf
- 12.6.1.3c - Schal- und Bewehrungsplan Gärrestspeicher (Nr. 20).pdf
- 12.6.1.4a - Statische Berechnung Lagerhalle (Nr. 24) und Technikhalle (Nr. 25).pdf
- 12.6.1.4b - Positionsplan P1 - Lagerhalle (Nr. 24) Gründung.pdf
- 12.6.1.4c - Positionsplan P2 - Lagerhalle (Nr. 24) Erdgeschoss.pdf
- 12.6.1.4d - Positionsplan P3 - Lagerhalle (Nr. 24) Stahlkonstruktion.pdf
- 12.6.1.4e - Positionsplan P4 - Technikhalle (Nr. 25) Gründung.pdf
- 12.6.1.4f - Positionsplan P5 - Technikhalle (Nr. 25) Erdgeschoss.pdf
- 12.6.1.4g - Positionsplan P6 - Technikhalle (Nr. 25) Dachkonstruktion.pdf

EnviTec Greten
Behälterbau

Statische Berechnung

Bauvorhaben:	Neubau Warmwasserspeicher Gründung
Bauherr:	Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne
Bauort:	An den Teichen 27 49393 Lohne

Seitennummern:	27
Anlagen:	1

Tragwerksplaner: Dipl. Ing. (FH) Heinrich Vorwerk in
Envitec Greten Behälterbau GmbH & Co. KG
Holthoke 1a
49632 Essen (Oldb.)

Essen, den 28.04.2025

Grundlagen der Berechnung:

DIN EN 1991-1	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1997-1	Entwurf, Berechnung u. Bemessung in der Geotechnik
DIN EN 1992-1	Bemessung u. Konstruktion von Stahlbeton- u. Spannbetontragwerken
[1]	Statische Belastungsberechnungen für Stahlspeicherlager, Inhalt 1000m³ Projekt P2020-0xxx vom 07.02.2020 F & H Crone, NL 2841 MJ Moordrecht

Baustoffe:

Fundamentbeton C25/30, XC4, XF1, WF
Bewehrung BST 500 A

Baugrund:

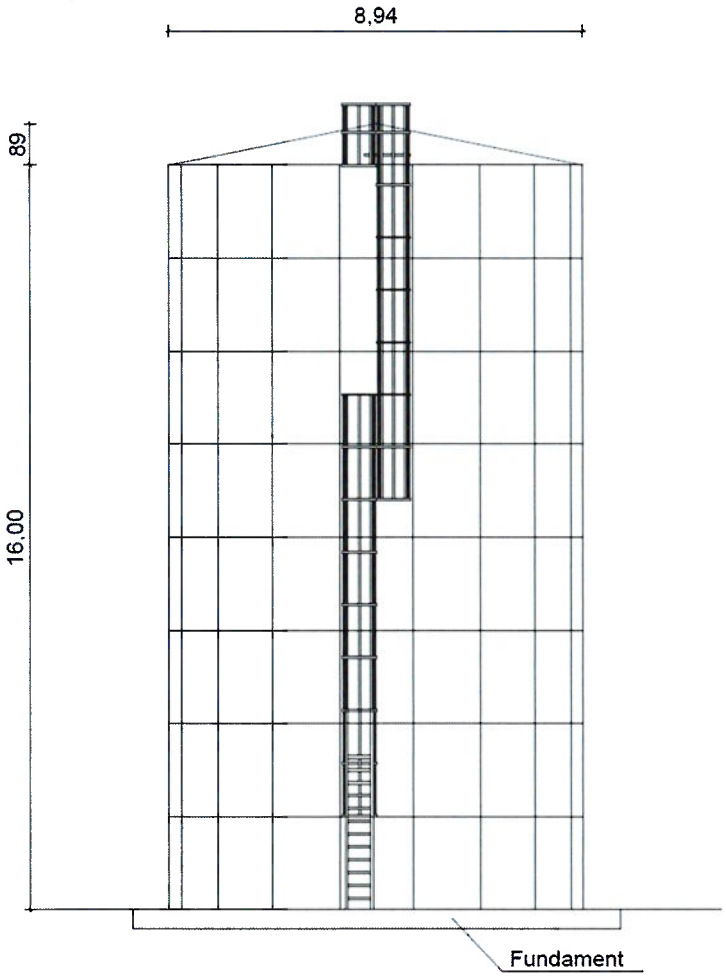
Es wird gleichmäßig anstehender, tragfähiger Baugrund mit einem Bemessungswertes des Sohlwiderstands von $\sigma_{R,d} \geq 280$ kN/m² vorausgesetzt.
Die Bettungsziffer wird mit $k_s = 10.000$ kN/m³ angesetzt.
Es wird vorausgesetzt, dass keine Belastung durch Auftrieb und Grundwasser erfolgt. Falls Grundwasser vorhanden ist, ist durch geeignete Maßnahmen wie z.B. durch Anordnung einer Drainage sicherzustellen, dass kein Auftrieb durch Grundwasser erfolgt.
Die Zulässigkeit dieser Annahme ist vor Baubeginn vom Bodengutachter bestätigen zu lassen. Bei ungünstiger Abweichung ist dies mit dem Aufsteller der statischen Berechnung abzustimmen.

Für die Frostsicherheit des Bauwerks ist die Bodenplatte auf frostsicherem Unterbau zu gründen, alternativ ist eine umlaufende Frostschürze anzuordnen.

Hinweis:

Anpralllasten werden in der statischen Berechnung nicht berücksichtigt. Im Bedarfsfall sind tragende Bauteile durch geeignete Maßnahmen (z.B. durch ausreichend dimensionierte Schutzvorrichtungen aus Stahl) zu schützen.

Geometrie:



Allgemeines:

Der Stahltank besteht aus einem festen Kegeldach, verschweißten Mantelblechen und einem Bodenblech. Der komplette Behälter wird gedämmt und unter dem Bodenblech wird eine 50mm druckfeste Dämmung und 20mm Ölsand eingebaut, so dass das Bodenblech flächig aufliegt. Damit wird zudem die Temperaturbeanspruchung der Betonbodenplatte minimiert.
Der Behälter wird umlaufend mit 15 Klebedübeln Hilti HIT-HY 200 + AM (8.8) M24 (o.glw.) auf der Bodenplatte befestigt.
Grundlage dieser Berechnung sind die Konstruktions- und Lastangaben der statischen Berechnung des Lagertanks von F&H Crone [1].

Nachweis der äußeren Standsicherheit

Moment aus Windbelastung (siehe [1], Seite 16):
$M_{w,k}$ = 1071,24 kNm
$H_{w,k}$ = 130,22 kN
Eigengewicht des Behälters:
$N_{G,k}$ = DL = 212,30 kN

Durchmesser der Bodenplatte: 9,30m
Bodenplattenstärke: h = 30cm
Eigengewicht der Bodenplatte:
$G_{Bpl,k}$ = 0,30 x 9,30²/4 x π x 25,0 = 509,47 kN

Grenzzustand Kippen (EQU)
M_{dst} = 1,50 x (1071,24 + 130,22 x 0,30) = 1665,46 kNm
M_{st} = 0,90 x (212,30 + 509,47) x 9,30/2 = 3020,61 kNm
μ = 1665,46/ 3020,61 = 0,55 < 1,0

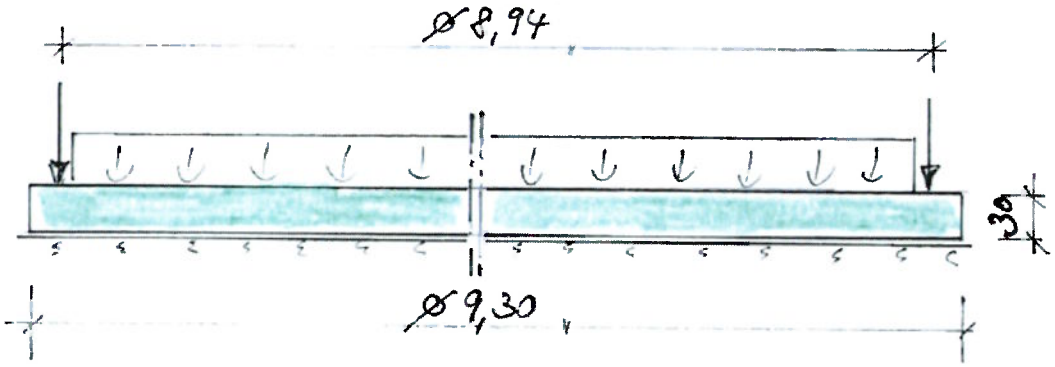
Nachweis der klaffenden Fuge im Gebrauchszustand
Radius der 1. Kernfläche:
r_{e1} = 0,25 x 9,30 = 2,33m
Radius der 2. Kernfläche:
r_{e2} = 0,59 x 9,30 = 5,49m

Ausmittigkeit aus ständiger und veränderlicher Einwirkung:
e = (1071,24 + 130,22 x 0,30)/ (212,30 + 509,47) = 1,54m < 2,33m

Bemessung der Bodenplatte:

Nachfolgend wird der Nachweis für die elastisch gebettete Bodenplatte unter Berücksichtigung der Bettungsziffer von k_s = 10.000 kN/m³ geführt.

System:



Belastung (aus [1]):

Lastfall 1 Eigengewicht

N_G = 212,30 kN

pro m Umfang: 212,30/ (8,94 x π) = 7,56 kN/m

Lastfall 2 Schneelast/ Verkehrslast Dach

Da diese beiden Belastungen in derselben Weise wirken, aber nicht gleichzeitig auftreten, wird vereinfacht der größere der beiden Lastwerte angesetzt

$N_{S,V}$= 0,80 x 8,94²/4 x π = 50,22 kN

pro m Umfang: 50,22/ (8,94 x π) = 1,79 kN/m

Lastfall 3 Kippmoment aus Wind

M_w= 1071,24 kNm

p_{mw} = 1071,24/ [(8,94/2)² x π] = ± 17,07 kN/m

Lastfall 4 Füllung

max. Füllhöhe: 15,80m

p_F = 15,80 x 10,0 = 158,0 kN/m²

Die Berechnung erfolgt mit dem 4H – ALFA – Programm von pcae auf den nachfolgenden Seiten (Seite 7 - 25).

Bewehrung gewählt:

Grundbewehrung oben und unten: Q335A vollflächig mit vorh. a_s = 3,35 cm²/m

≥ erf. a_s = 1,80 cm²/m

Statische Berechnung eines Plattentragwerkes nach der Methode der Finiten Elemente

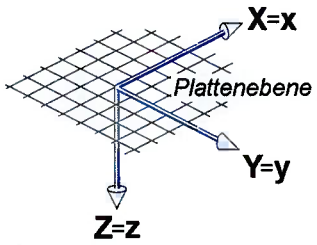
Elemente: Viereckige und dreieckige DKT-Elemente auf der Basis der Kirchhoff'schen Plattentheorie in Verbindung mit Trägerrost-Stabelementen

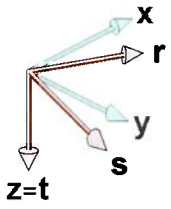
Verformungsfreiwerte: Verschiebung in z-Richtung, Verdrehung um die x- und y-Achse

Koordinatensysteme:

X-Y-Z globales 3D-Koordinatensystem
x-y-z Koordinatensystem der Ebene
r-s-t individuelles Knotenkoordinatensystem
l-m-n Stabkoordinatensystem
e-f-g Koordinatensystem der Linienlager

alle Koordinatensysteme sind rechtshändig orthogonal





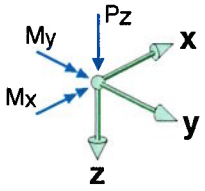
Das r-s-t-System entsteht aus einer benutzerdefinierten Drehung des x-y-z-Systems um die z-Achse.

Für alle Knoten, deren r-s-t-System nicht explizit vorgegeben wurde, gilt: r-s-t = x-y-z

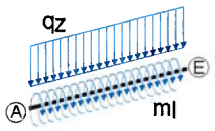
l und m liegen in der Plattenebene. n zeigt in Richtung z.

l zeigt vom Stabanfangsknoten zum Stabendknoten. Bei kreisbogenförmigen Stäben schmiegt sich l tangential an den Kreisbogen.

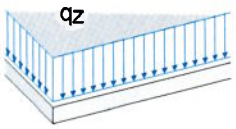
Belastungen



Punktlasten
wahlweise auch im r-s-t-System definiert

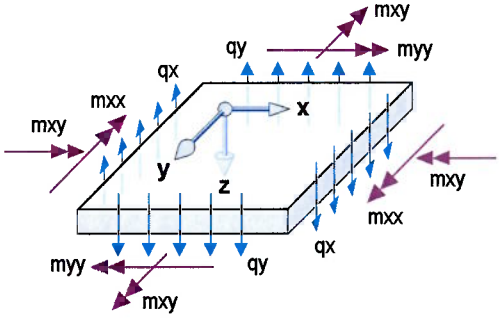


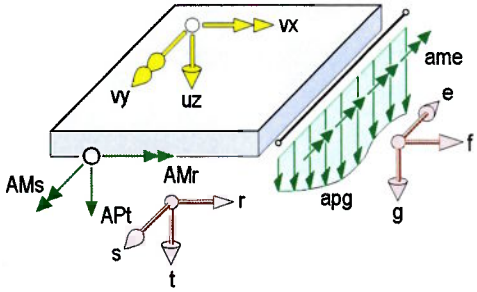
Linienlasten
wahlweise auch linear veränderlich; beachte Linienorientierung beim Drillmoment ml



Flächenlasten
Eigengewichtslasten und Flächenlasten wirken stets in z-Richtung. Bei Temperaturlasten ist Δt die Temperaturdifferenz zwischen der oberen und unteren Randfaser.

Ergebnisse





mxx, myy	Biegemomente [kNm/m]
mxy	Drillmomente [kNm/m]
qx, qy	Querkräfte [kN/m]

uz	Verschiebungen [mm]
vx, vy	Verdrehungen [mm/m]
AMr, AMs, APt	Einzellagerreaktionen [kNm, kN]
ame, apg	Linienlagerreaktionen [kNm/m, kN/m]

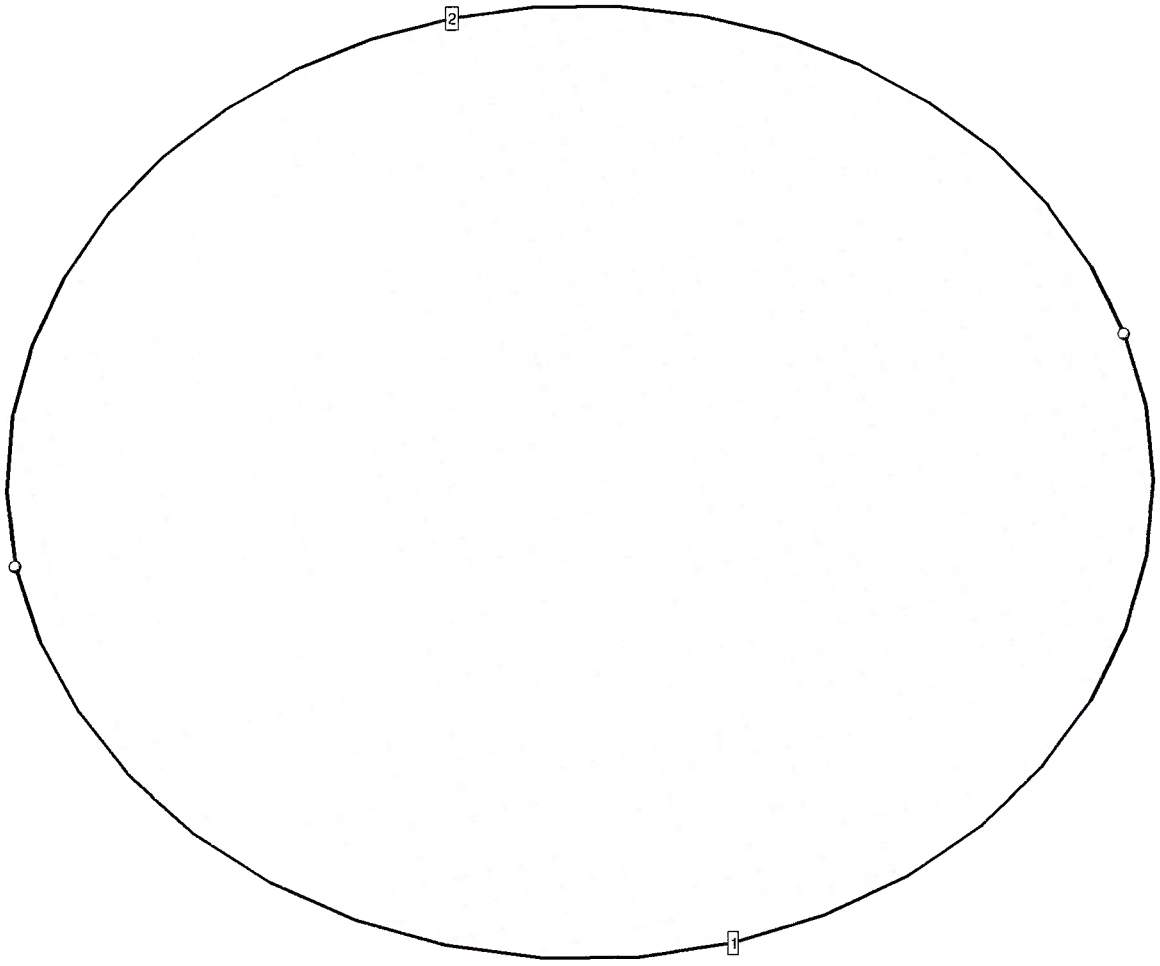
GLOBALE INFORMATIONEN

Angaben zum Rechenlauf

Die Berechnung des Systems erfolgt linear. Etwaige elastische Flächenbettungen werden nach dem Bettungszahlverfahren berücksichtigt. Die den geforderten Nachweisen zugeordneten Lastkombinationen werden durch die definierten Extremalbildungsvorschriften als auch durch die definierten Lastkollektive beschrieben. Angaben zum nichtlinearen Verhalten werden hier zwar protokolliert, vom Rechenlauf jedoch ignoriert.

Übersicht: Gesamtsystem

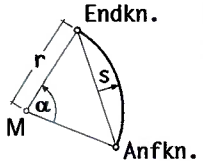
mit Liniennummern



Punkte und Punktkoordinaten in der Plattenebene

Typ=Rnd: Der Punkt befindet sich auf dem Rand mindestens einer Flächenposition. **Typ=Fix:** Der Punkt ist Teil mindestens einer Flächenposition und wird vom Netzgenerierer berücksichtigt. **Typ= - :** Der Punkt ist ohne Relevanz für den Netzgenerierer.

Punkt	x	y	Folie	Typ	Punkt	x	y	Folie	Typ
-	m	m	-	-	-	m	m	-	-
1	-4.650	0.000	System	Rnd	8	0.000	-4.470	LF: 3	-
2	4.650	0.000	System	Rnd	9	0.000	4.470	LF: 3	-
3	-4.470	0.000	LF: 1	-	11	-4.470	0.000	LF: 4	-
4	4.470	0.000	LF: 1	-	12	4.470	0.000	LF: 4	-



Definitionsparameter des Kreisbogens

Xm Ym Zm	Koordinaten des Kreisbogenmittelpunktes M
l	Bogenlänge
s	Bogenstich
r	Radius
α	Innenwinkel

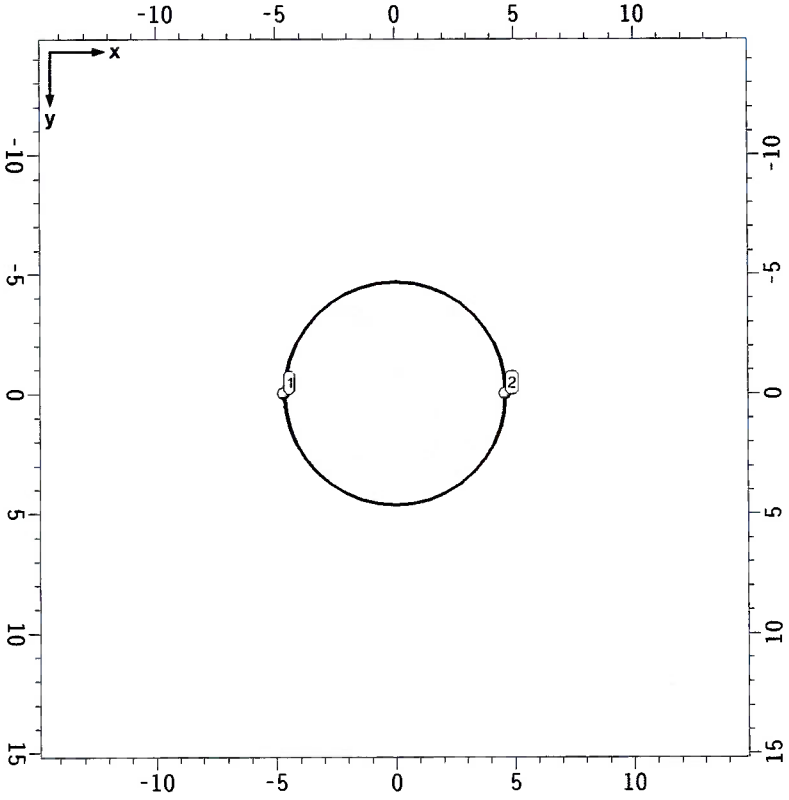
Kreisbögen

Typ=Rnd: Der Kreisbogen beschreibt den Rand mindestens einer Flächenposition. **Typ=Fix:** Der Kreisbogen ist Teil mindestens einer Flächenposition und wird vom Netzgenerierer berücksichtigt. **Typ= - :** Der Kreisbogen ist ohne Relevanz für den Netzgenerierer.

Linie	Anfpk.	Endpk.	Xm	Ym	Zm	r	s	l	α	Folie	Typ
-	-	-	m	m	m	m	m	m	°	-	-
1	1	2	0.000	0.000	0.000	4.650	4.650	14.608	180.000	System	Rnd
2	2	1	0.000	0.000	0.000	4.650	4.650	14.608	180.000	System	Rnd
3	3	4	0.000	0.000	0.000	4.470	4.470	14.043	180.000	LF: 1	-
4	4	3	0.000	0.000	0.000	4.470	4.470	14.043	180.000	LF: 1	-
7	8	3	0.000	0.000	0.000	4.470	1.309	7.021	90.000	LF: 3	-
8	3	9	0.000	0.000	0.000	4.470	1.309	7.021	90.000	LF: 3	-
9	4	8	0.000	0.000	0.000	4.470	1.309	7.021	90.000	LF: 3	-
10	9	4	0.000	0.000	0.000	4.470	1.309	7.021	90.000	LF: 3	-
11	11	12	0.000	0.000	0.000	4.470	4.470	14.043	180.000	LF: 4	-
12	12	11	0.000	0.000	0.000	4.470	4.470	14.043	180.000	LF: 4	-

FLÄCHENPOSITION 1: BODENPLATTE

Position 1: Bodenplatte in Ebene: Plattenebene



Punkte in Position 1: Bodenplatte

x und y beziehen sich auf das Koordinatensystem der Ebene **Plattenebene**

Typ=Rnd: Der Punkt befindet sich auf dem Rand der Flächenposition. **Typ=Fix:** Der Punkt befindet sich innerhalb der Flächenposition und wird vom Netzgenerierer berücksichtigt. **Typ= - :** Der Punkt ist ohne Relevanz für den Netzgenerierer.

Punkt	x	y	Typ
-	m	m	-
1	-4.650	0.000	Rnd
2	4.650	0.000	Rnd

Flächendefinitionen

Linien in flächenumfahrender Reihenfolge (zeilenweise) mit Angabe der Orientierung (von Knoten - nach Knoten)

Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach
Positionsrand der Position 1: Bodenplatte									
1	1 2	2	2 1						

Rechenkennwerte der Position 1: Bodenplatte

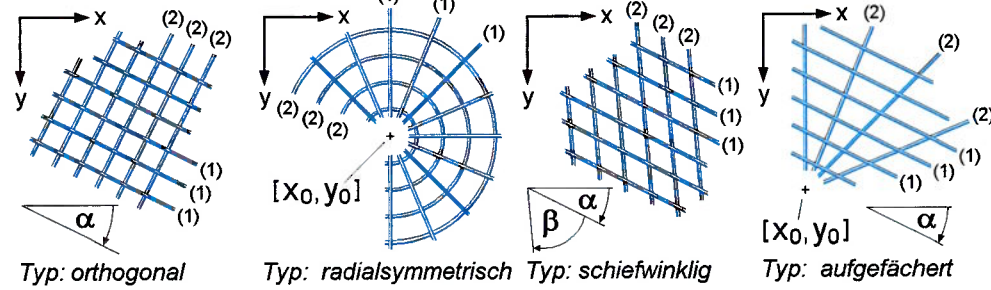
Materialbezeichnung: Stahlbeton C25/30

Geom. Kennwerte		Phys. Kennwerte		Sonst. Kennwerte	
Bruttofläche:	67.65 m2	E-Modul:	31475.81 MN/m2	Elementkantenlänge:	0.80 m
Nettofläche:	67.65 m2	Querdehnzahl:	0.20 -	Generierungsrichtung:	0.00 °
Umfang:	29.22 m	Temp.-Koeff.:	1.00 10-5/K	Exzentrizität:	keine
Dicke:	30.00 cm	Bettung: Cbz =	10000.00 kN/m3		

Bemerkung: Bei einer nichtlinearen Berechnung wird die o. a. Bettung nur bei positiven Verschiebungen in z-Richtung angesetzt.

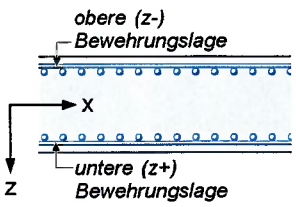
Erläuterung zu den Bemessungseigenschaften

Bewehrungsrichtungen



Typ: orthogonal *Typ: radialsymmetrisch* *Typ: schiefwinklig* *Typ: aufgefächert*

Definition: oben - unten



x-y-z: Koordinatemsystem der Ebene

Bemessungseigenschaften der Position 1:

Randabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrunganordnung
(1)oben = 4.0 cm	(1)oben = 0.00 cm²/m	Typ: orthogonal	Zugbewehrung
(2)oben = 4.5 cm	(2)oben = 0.00 cm²/m	mit α = 0.00 °	Transformation nach Baumann
(1)unten = 4.0 cm	(1)unten = 0.00 cm²/m		
(2)unten = 4.5 cm	(2)unten = 0.00 cm²/m		

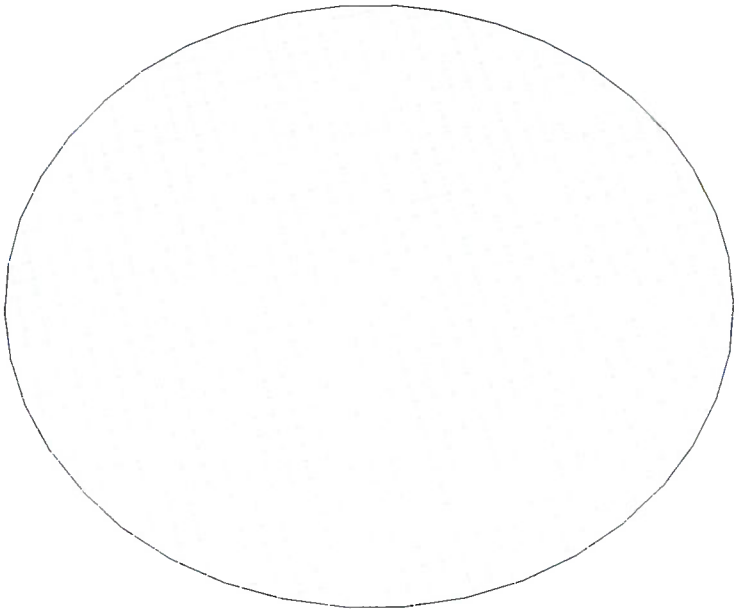
Materialeigenschaften der Position 1:

Nachweise nach EC 2: C25/30, BSt 500
Beton: ρ_c = 2200 kg/m³ f_{ck} = 25.0 MN/m² ε_{c2} = -2.0‰ ε_{c2u} = -3.5‰ n_c = 2.00
E_{cm} = 31475.8 MN/m² f_{ctm} = 2.56 MN/m²
Bewehrung: f_{yk} = 500.0 MN/m² f_{tk} = 525.0 MN/m² ε_{su} = 25.0‰ E_s = 200000.0 MN/m²

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: max μ = 8.0%

LAGERANGABEN

Linienlager und Punktlager
mit Linien- und Punktnummern



STRUKTUR DER BELASTUNG

Bezeichnungen der alternativen Gruppen

Gruppe	Bezeichnung
A	unterschiedliche Schneefelder
B	unterschiedliche Windrichtungen

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfallordner Lastfall

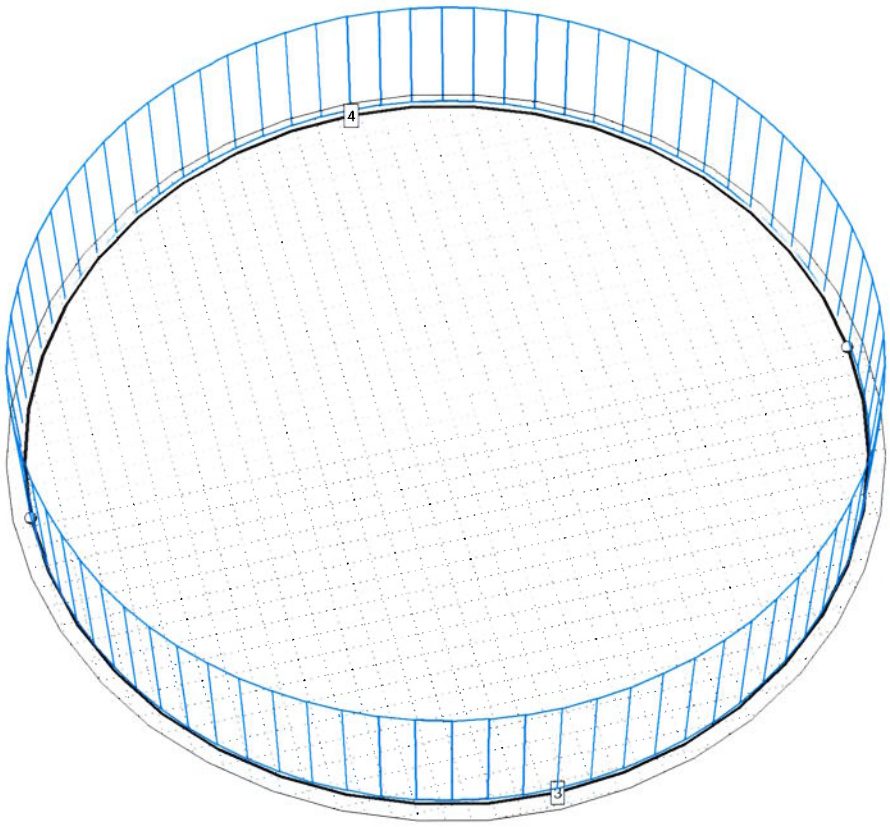
Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

1: ständige Lasten	**ständige Lasten**
1: Eigengewicht Behälter	additiv
2: Schneelasten	**veränderliche Schneelasten**
2: Schneelast Dach	additiv
3: Windlasten	**veränderliche Windlasten**
3: Kippmoment aus Wind	additiv
4: Flüssigkeit	**Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten (γ=1.35)**
4: max. Füllhöhe	additiv

LASTBILDER IN LASTFALL 1: EIGENGEWICHT BEHÄLTER

belastete Objekte in Lastfall 1



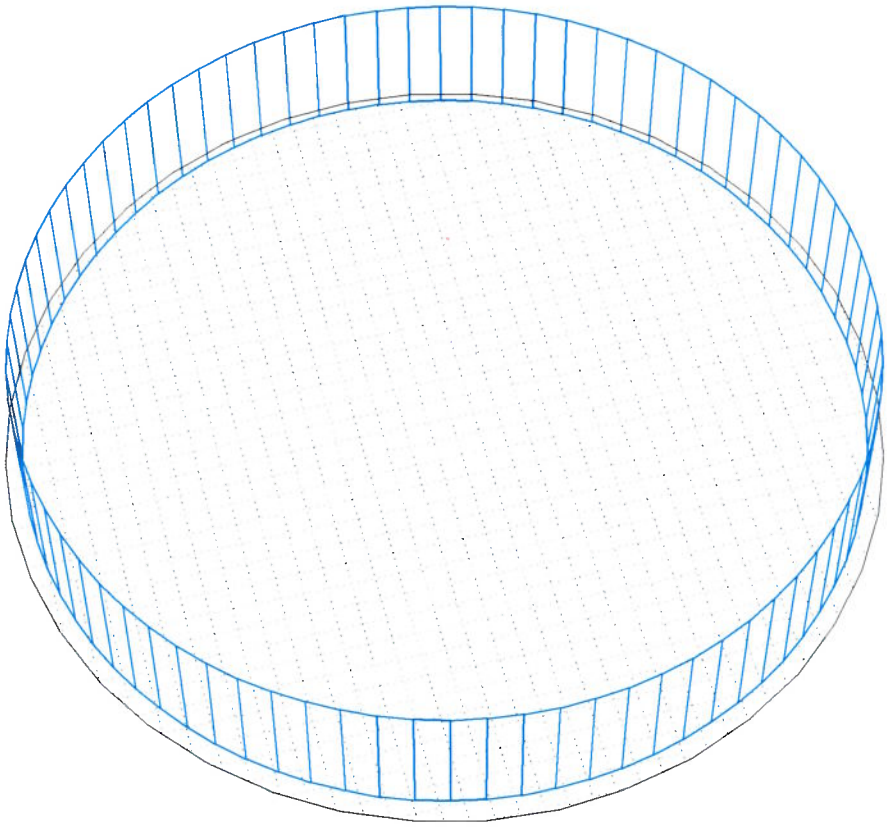
Linienlasten in Lastfall 1

Bei veränderlichen Linienlasten weist der Index A auf die Ordinaten am Anfangsknoten und der Index E auf die Ordinaten am Endknoten.

Linie -	Anfpk. -	Endpk. -	qz kN/m	my kNm/m
4	4	3	7.560	0.000
3	3	4	7.560	0.000

LASTBILDER IN LASTFALL 2: SCHNEELAST DACH

belastete Objekte in Lastfall 2



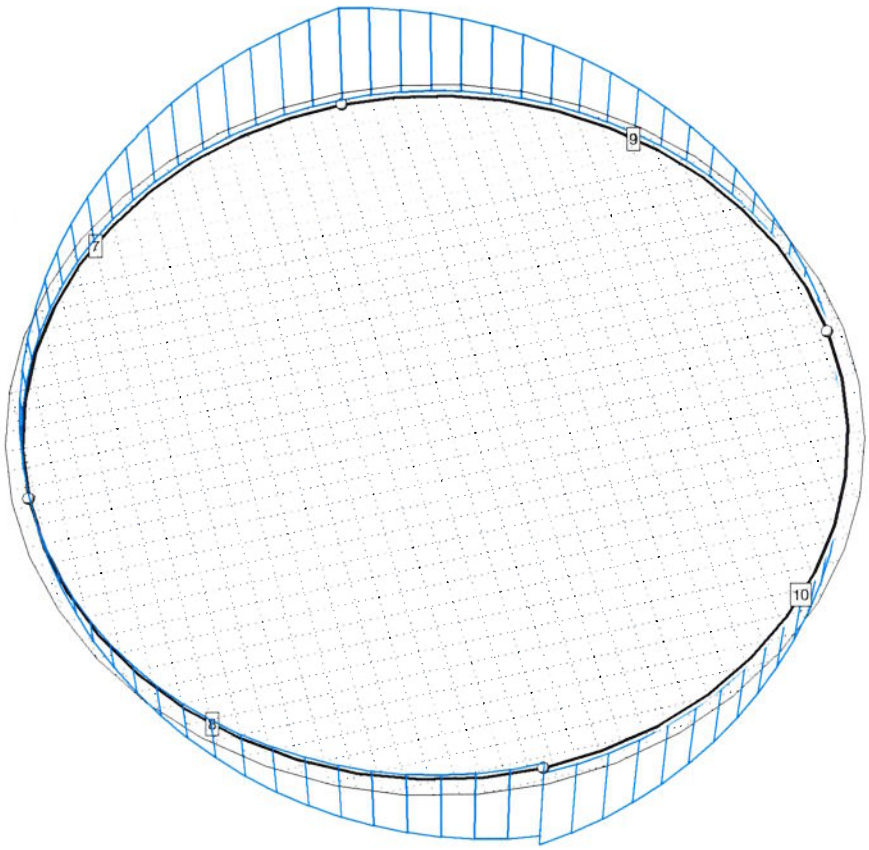
Linienlasten in Lastfall 2

Bei veränderlichen Linienlasten weist der Index A auf die Ordinaten am Anfangsknoten und der Index E auf die Ordinaten am Endknoten.

Linie -	Anfpk. -	Endpk. -	qz kN/m	my kNm/m
4	4	3	1.790	0.000
3	3	4	1.790	0.000

LASTBILDER IN LASTFALL 3: KIPPMOMENT AUS WIND

belastete Objekte in Lastfall 3



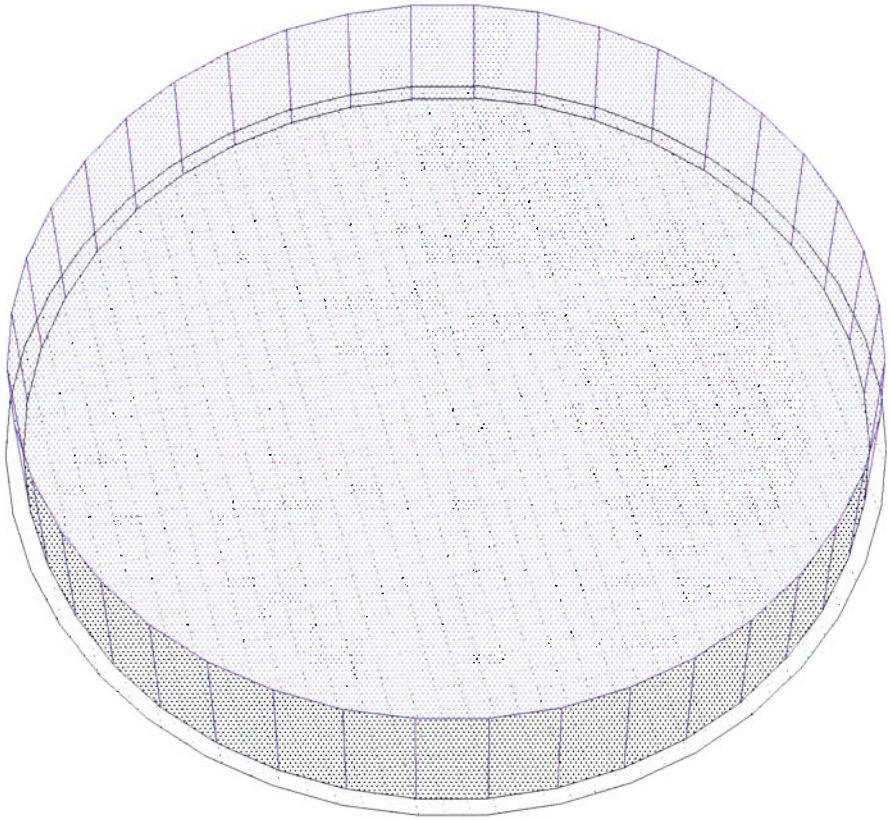
Linienlasten in Lastfall 3

Bei veränderlichen Linienlasten weist der Index A auf die Ordinaten am Anfangsknoten und der Index E auf die Ordinaten am Endknoten.

Linie	Anfpk.	Endpk.	qz kN/m	m kNm/m	Linie	Anfpk.	Endpk.	qz kN/m	m kNm/m
7A	8		17.070	0.000	8A	3		0.000	0.000
7E		3	0.000	0.000	8E		9	-17.070	0.000
9A	4		0.000	0.000	10A	9		-17.070	0.000
9E		8	17.070	0.000	10E		4	0.000	0.000

LASTBILDER IN LASTFALL 4: MAX. FÜLLHÖHE

belastete Objekte in Lastfall 4



bezeichnete, belastete Objekte

Typ	Nummer	Bezeichung
Lastfläche	1	Füllfläche

Randbeschreibung der Lastflächen

Linien in flächenumfahrender Reihenfolge (zeilenweise) mit Angabe der Orientierung (von Knoten - nach Knoten)

Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach	Linie	von - nach
Lastfläche 1: Füllfläche in Ebene Plattenebene									
11	11 12	12	12 11						

Flächenlasten in Lastfall 4

Linear veränderliche Flächenlasten werden durch Vorgabe der Lastordinaten an 3 unterschiedlichen Punkten definiert.

Flächentyp -	Nr.	Bezeichnung -	bei Pkt. -	qz kN/m2
Lastfläche	1	Füllfläche	konst.	158.000

BESCHREIBUNG DER GEFORDERTEN NACHWEISE

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach Eurocode bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine	führende	Verkehrslasteinwirkung	(Leiteinwirkung)
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine	nichtführende	Verkehrslasteinwirkung	(Begleiteinwirkung)
γ_{sup}	Teilsicherheitsbeiwert für	ungünstig	wirkende Laststellungen	
γ_{inf}	Teilsicherheitsbeiwert für	günstig	wirkende Laststellungen	

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach DIN 18800 bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine Hauptkombination
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine Nebenkombination

Überlagerungsregeln Brückenbau und DIN 1055-100 verhalten sich wie Eurocode.
Bei nichtlinearer Berechnung bleiben Extremalbildungsvorschriften unberücksichtigt

Werden nachfolgend Nachweise nach Eurocode aufgeführt, so gilt:
Der nationale Anhang "Deutschland" wird berücksichtigt.

Nachweis 1: EC 2 Bemessung

EC 2 Bemessung: Tragfähigkeit nach Eurocode 2 (6.1, 6.2, 6.3)

Nachweisoptionen zum Nachweis 1:

Biegebemessung
- [x] Schubbemessung (Begrenzung von z nur NA-DE)
  - [ ] z aus Biegebemessung
  - [x] z = 0.9 d ≤ d - 2 cv
  - [ ] z aus Biegebem. ≤ d - 2 cv
  - [x] Bemessung in den Bewehrungsrichtungen
  - [ ] Bemessung in Hauptquerkraftrichtung
  - [ ] VRdct NICHT begrenzen
- [ ] mit Mindest-/Querbewehrung (Biegung, Schub)

1: Extremierung 1

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: standard, Überlagerungsregel: Eurocode

Einw.	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00	1.35	1.00
2	1.00	0.50	1.50	0.00
3	1.00	0.60	1.50	0.00
4	1.00	1.00	1.35	0.00

Tabelle der zu bemessenden Flächenpositionen (Nachweis 1)

Erläuterungen: Spalte **(M)**: Mindestbewehrung für Platten; Spalte **(Q)**: Querbewehrung - Mindestanteil an der Hauptbewehrung
Spalte **(S)**: Schubbemessung ('ohne' bzw. 'mit' Schubmindestbewehrung); Spalte **(P)**: Schubbewehrung möglichst vermeiden (Erhöhung der Längsbew.)
BSt_l, BSt_q: Betonstahlgüte für die Längs-, Schubbewehrung ('Gitter': Synonym für Gitterträger
mit f_{yk} = 420 MN/m². Es werden KEINE zulassungsspezifischen Nachweise geführt !); $c_{v,D}$: Betondeckung der Druckbewehrung;
Θ: Druckstrebenwinkel (0 = minimal, * = vereinfachte Annahme); α_q: Winkel der Querkraftbewehrung; Spalte **(F)**: Fuge; Spalte **(O)**: Oberflächenbeschaffenheit
Bei der Querkraftbemessung einer horizontalen Verbundfuge wird stets eine Zugfuge (Zugspannung quer zur Fuge = 0) vorausgesetzt.
Daher ist bei angehängten Lasten die Aufhängebewehrung separat zu ermitteln.
Beschreibung des Materials siehe 'Materialeigenschaften der Position'

Pos.	Beton	BSt_l	(M)	(Q)	(S)	BSt_q	$c_{v,D}$ cm	Θ °	(P)	α_q °	(F)	(O)
1	C25/30	500	ja	0.20	mit	500	2.0	0	nein	90.0	nein	----

VORSCHRIFTEN

DIN EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
  Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen -
  Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
  Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010, Ausgabe Januar 2011
DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1992-1-1, Ausgabe Januar 2011

NATIONALE ANHÄNGE ZU DEN EUROCODES

Lastfaktoren (Hochbau) des nationalen Anhangs
Deutschland

Teilsicherheitsfaktoren für Einwirkungen
der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation

Einwirkungsart	γ_{Fsup}	γ_{Finf}
ständige Lasten	1.35	1.00
veränderliche Lasten	1.50	0.00
Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten	1.35	0.00
Zwang	1.00	0.00
Vorspannung	1.00	1.00

Teilsicherheitsfaktoren für Einwirkungen
der außergewöhnlichen Bemessungssituation

Einwirkungsart	γ_{Fsup}	γ_{Finf}
ständige Lasten	1.00	1.00
veränderliche Lasten	1.00	0.00
Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten	1.00	0.00
Zwang	1.00	0.00
Vorspannung	1.00	1.00
außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	1.00

Teilsicherheitsfaktoren für Einwirkungen
der Erdbebenbemessungssituation

Einwirkungsart	γ_{Fsup}	γ_{Finf}
ständige Lasten	1.00	1.00
veränderliche Lasten	1.00	0.00
Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten	1.00	0.00
Zwang	1.00	0.00
Vorspannung	1.00	1.00
Erdbeben	1.00	1.00

Teilsicherheitsfaktoren für Einwirkungen
der Gebrauchstauglichkeits- und Ermüdungsnachweise

Einwirkungsart	γ_{Fsup}	γ_{Finf}
ständige Lasten	1.00	1.00
veränderliche Lasten	1.00	0.00
Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten	1.00	0.00
Zwang	1.00	0.00
Vorspannung	1.00	1.00

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Kategorie	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Wohn-, Büroräume	A, B	0.70	0.50	0.30
Versammlungs-, Verkaufsräume	C, D	0.70	0.70	0.60
Lagerräume	E	1.00	0.90	0.80
Fahrzeuge bis 30 kN	F	0.70	0.70	0.60
Fahrzeuge bis 160 kN	G	0.70	0.50	0.30
Dächer	H	0.00	0.00	0.00
Schnee/Eis bis 1000 m ü.NN		0.50	0.20	0.00
Schnee/Eis über 1000 m ü.NN		0.70	0.50	0.20
Wind		0.60	0.20	0.00
Temperatur		0.60	0.50	0.00
Baugrundsetzungen		1.00	1.00	1.00
sonstige Einwirkungen		0.80	0.70	0.50

Anmerkung: Flüssigkeitsdruck/Maschinenlasten, Zwang sowie Baugrundsetzungen, sonstige Einwirkungen sind nicht Teil der EN 1990 (Eurocode).

Ausgewählte Bemessungsparameter des nationalen Anhangs
Deutschland

DIN EN 1992-1-1 (EC 2, Hochbau)

Kapitel	Wert	Bedeutung
2.4.2.4(1)		Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Betonstahl
	γ_c = 1.50 γ_s = 1.15	ständige und vorübergehende Bemessungssituation
	γ_c = 1.50 γ_s = 1.15	Bemessungssituation für Ermüdung
	γ_c = 1.50 γ_s = 1.15	Bemessungssituation für Erdbeben
	γ_c = 1.30 γ_s = 1.00	außergewöhnliche Bemessungssituation
2.4.2.4(2)	γ_c = 1.00 γ_s = 1.00	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
3.1.6(1)P	α_{cc} = 0.85	Abminderungsbeiwert für die Betondruckfestigkeit
3.1.6(2)P	α_{ct} = 1.00	Abminderungsbeiwert für die Betonzugfestigkeit
6.2.2(1)	$C_{Rd,c}$ = 0.15 / γ_c	Beiwerte zur Ermittlung des Querkraftwiderstandes
	v_{min} = 0.0525/γ_c $k^{3/2}$ $f_{ck}^{1/2}$	
	k_1 = 0.12	
6.2.2(6)	ν_V = 0.675	Festigkeitsabminderungsbeiwert für Querkraft
6.3.2(4)	ν_T = 0.525	Festigkeitsabminderungsbeiwert für Torsion
6.2.3(2)	min cot Θ = 1.00	untere Grenze der Druckstrebenneigung
	max cot Θ = 3.00	obere Grenze der Druckstrebenneigung
6.2.3(3)	α_{cw} = 1.00	Beiwert zur Berücksichtigung des Spannungszustands im Druckgurt
	ν_1 = 0.750	Beiwert zur Ermittlung der maximalen Querkrafttragfähigkeit
6.2.5(1)	c = 0.50, μ = 0.90, v = 0.70	Fugen: Rauhigkeitsbeiwerte für verzahnte Fugen
	c = 0.40, μ = 0.70, v = 0.50	raue Fugen
	c = 0.20, μ = 0.60, v = 0.20	glatte Fugen
	c = 0.00, μ = 0.50, v = 0.00	sehr glatte Fugen
6.8.4(1)	$\gamma_{F,fat}$ = 1.00	Ermüdung: Sicherheitsbeiwert für die Einwirkungen
6.8.7(1)	k_1 = 1.00	Ermüdung: Beiwert zur Ermittlung der Bemessungsfestigkeit des

Zusammenfassung

Kapitel	Wert	Bedeutung
		Betons
7.3.4(3)	k_3 = 0.00	Risse: Beiwert zur Ermittlung des maximalen Rissabstands bei abgeschlossenem Rissbild
	k_4 = 0.278	Risse: Beiwert zur Ermittlung des maximalen Rissabstands bei abgeschlossenem Rissbild
9.2.1.1(1)	$A_{s,min}$ s. NA-DE	Mindestbewehrung für Balken und Platten [cm²]
9.2.2(5)	$\rho_{w,min}$ s. NA-DE	Mindestbewehrungsgrad der Querkraftbewehrung
11.3.5(1)	α_{lcc} = 0.75	Leichtbeton: Abminderungsbeiwert für die Betondruckfestigkeit
11.3.5(2)	α_{lct} = 1.00	Leichtbeton: Abminderungsbeiwert für die Betonzugfestigkeit
11.6.1(1)	$C_{lRd,c}$ = 0.15 / γ_c $v_{l,min}$ = 0.0525 $k^{3/2}$ $f_{lck}^{1/2}$ k_{l1} = 0.12	Leichtbeton: Beiwerte zur Ermittlung des Querkraftwiderstandes
11.6.1(2)	v_l = 0.675 η_l	Leichtbeton: Festigkeitsabminderungsbeiwert für Querkraft
	v_l = 0.525 η_l	Leichtbeton: Festigkeitsabminderungsbeiwert für Torsion
11.6.2(1)	v_{l1} = 0.750 η_l	Leichtbeton: Beiwert zur Ermittlung der maximalen Querkrafttragfähigkeit

ZUSAMMENFASSUNG

Masse der Bewehrung der Flächenpositionen

Bei der Ermittlung der Massen wird als Stahldichte ρ_s = 7.85 t/m³ verwendet.
Als Höhe der Bügel der Schubbewehrung wird die Dicke der Position angesetzt.

Posnr	M_{s1o}	M_{s2o}	M_{s1u}	M_{s2u}	M_{sq}
-	t	t	t	t	t
1	0.043	0.052	0.000	0.007	0.000

Bewehrung (in den Elementknoten)

Position 1: Bodenplatte

Knonr	x	y	a_{s1o}	a_{s2o}	a_{s1u}	a_{s2u}	a_{sq}	θ	AB
-	m	m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m²	°	-
1	-1.13	-3.90	0.98	1.08	0.00	0.00	0.00	18.43	1
2	-0.35	-3.86	0.96	1.08	0.00	0.00	0.00	18.43	1
3	0.35	-3.86	0.96	1.08	0.00	0.00	0.00	18.43	1
4	1.13	-3.90	0.98	1.07	0.00	0.00	0.00	18.43	1
5	-2.57	-3.14	0.86	1.27	0.00	0.00	0.00	18.43	1
6	-1.79	-3.29	1.10	1.44	0.00	0.00	0.00	18.43	1
7	-1.09	-3.12	1.13	1.65	0.00	0.00	0.00	18.43	1
8	-0.38	-3.09	1.16	1.71	0.00	0.00	0.00	18.43	1
9	0.38	-3.09	1.16	1.71	0.00	0.00	0.00	18.43	1
10	1.09	-3.12	1.13	1.65	0.00	0.00	0.00	18.43	1
11	1.79	-3.29	1.10	1.44	0.00	0.00	0.00	18.43	1
12	2.57	-3.14	0.86	1.27	0.00	0.00	0.00	18.43	1
13	-3.36	-2.26	0.53	1.16	0.00	0.00	0.00	18.43	1
14	-2.57	-2.32	0.91	1.46	0.00	0.00	0.00	18.43	1
15	-1.83	-2.33	1.02	1.61	0.00	0.00	0.00	18.43	1
16	-1.09	-2.32	1.14	1.73	0.00	0.00	0.00	18.43	1
17	-0.36	-2.32	1.18	1.80	0.00	0.00	0.00	18.43	1
18	0.36	-2.32	1.18	1.80	0.00	0.00	0.00	18.43	1
19	1.09	-2.32	1.14	1.74	0.00	0.00	0.00	18.43	1
20	1.83	-2.33	1.02	1.61	0.00	0.00	0.00	18.43	1
21	2.57	-2.32	0.91	1.46	0.00	0.00	0.00	18.43	1
22	3.36	-2.26	0.53	1.16	0.00	0.00	0.00	18.43	1

Bewehrung (in den Elementknoten)

Position 1: Bodenplatte

Knonr	x	y	a_{s1o}	a_{s2o}	a_{s1u}	a_{s2u}	a_{sq}	θ	AB
-	m	m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m²	°	-
23	-3.64	-1.39	0.51	1.07	0.00	0.00	0.00	18.43	1
24	-2.80	-1.55	0.90	1.38	0.00	0.00	0.00	18.43	1
25	-1.99	-1.54	1.09	1.55	0.00	0.00	0.00	18.43	1
26	-1.20	-1.53	1.12	1.61	0.00	0.00	0.00	18.43	1
27	-0.40	-1.53	1.10	1.60	0.00	0.00	0.00	18.43	1
28	0.40	-1.52	1.09	1.60	0.00	0.00	0.00	18.43	1
29	1.20	-1.53	1.13	1.61	0.00	0.00	0.00	18.43	1
30	1.99	-1.54	1.09	1.55	0.00	0.00	0.00	18.43	1
31	2.80	-1.55	0.90	1.38	0.00	0.00	0.00	18.43	1
32	3.64	-1.39	0.51	1.07	0.00	0.00	0.00	18.43	1
33	-3.82	-0.70	0.55	1.01	0.00	0.00	0.00	18.43	1
34	-3.06	-0.78	0.89	1.23	0.00	0.00	0.00	18.43	1
35	-2.29	-0.79	1.04	1.31	0.00	0.00	0.00	18.43	1
36	-1.52	-0.79	1.06	1.32	0.00	0.00	0.00	18.43	1
37	-0.76	-0.79	1.01	1.27	0.00	0.00	0.00	18.43	1
38	0.01	-0.79	0.93	1.20	0.00	0.00	0.00	18.43	1
39	0.76	-0.79	0.97	1.26	0.00	0.00	0.00	18.43	1
40	1.52	-0.79	1.06	1.31	0.00	0.00	0.00	18.43	1
41	2.29	-0.79	1.04	1.31	0.00	0.00	0.00	18.43	1
42	3.06	-0.78	0.89	1.23	0.00	0.00	0.00	18.43	1
43	3.82	-0.70	0.55	1.01	0.00	0.00	0.00	18.43	1
44	-3.87	-0.00	0.59	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
45	-3.10	-0.00	0.86	0.96	0.00	0.00	0.00	18.43	1
46	-2.33	-0.00	0.94	0.97	0.00	0.00	0.00	18.43	1
47	-1.55	-0.00	0.93	0.94	0.00	0.00	0.00	18.43	1
48	-0.78	-0.00	0.84	0.85	0.00	0.00	0.00	18.43	1
49	0.00	-0.00	0.83	0.85	0.00	0.00	0.00	18.43	1
50	0.78	0.00	0.89	0.90	0.00	0.00	0.00	18.43	1
51	1.55	0.00	0.93	0.95	0.00	0.00	0.00	18.43	1
52	2.33	0.00	0.93	0.96	0.00	0.00	0.00	18.43	1
53	3.10	-0.00	0.86	0.96	0.00	0.00	0.00	18.43	1
54	3.87	-0.00	0.59	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
55	-3.82	0.70	0.59	0.75	0.03	0.06	0.00	18.43	1
56	-3.06	0.78	0.79	0.84	0.00	0.03	0.00	18.43	1
57	-2.29	0.79	0.82	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
58	-1.52	0.79	0.84	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
59	-0.76	0.79	0.84	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
60	-0.01	0.79	0.83	0.85	0.00	0.00	0.00	18.43	1
61	0.76	0.79	0.84	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
62	1.52	0.79	0.84	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
63	2.29	0.79	0.82	0.86	0.00	0.00	0.00	18.43	1
64	3.06	0.78	0.79	0.84	0.00	0.03	0.00	18.43	1
65	3.82	0.70	0.59	0.75	0.03	0.06	0.00	18.43	1
66	-3.64	1.39	0.55	0.76	0.00	0.24	0.00	18.43	1
67	-2.80	1.55	0.77	0.82	0.00	0.30	0.00	18.43	1
68	-1.99	1.54	0.83	0.85	0.00	0.31	0.00	18.43	1
69	-1.20	1.53	0.84	0.85	0.00	0.31	0.00	18.43	1
70	-0.40	1.52	0.84	0.86	0.00	0.30	0.00	18.43	1
71	0.40	1.53	0.84	0.86	0.00	0.30	0.00	18.43	1
72	1.20	1.53	0.84	0.85	0.00	0.31	0.00	18.43	1
73	1.99	1.54	0.83	0.85	0.00	0.31	0.00	18.43	1
74	2.80	1.55	0.77	0.82	0.00	0.30	0.00	18.43	1
75	3.64	1.39	0.55	0.76	0.00	0.25	0.00	18.43	1
76	-3.36	2.26	0.53	0.70	0.00	0.34	0.00	18.43	1
77	-2.57	2.32	0.78	0.79	0.00	0.45	0.00	18.43	1

Bewehrung (in den Elementknoten)

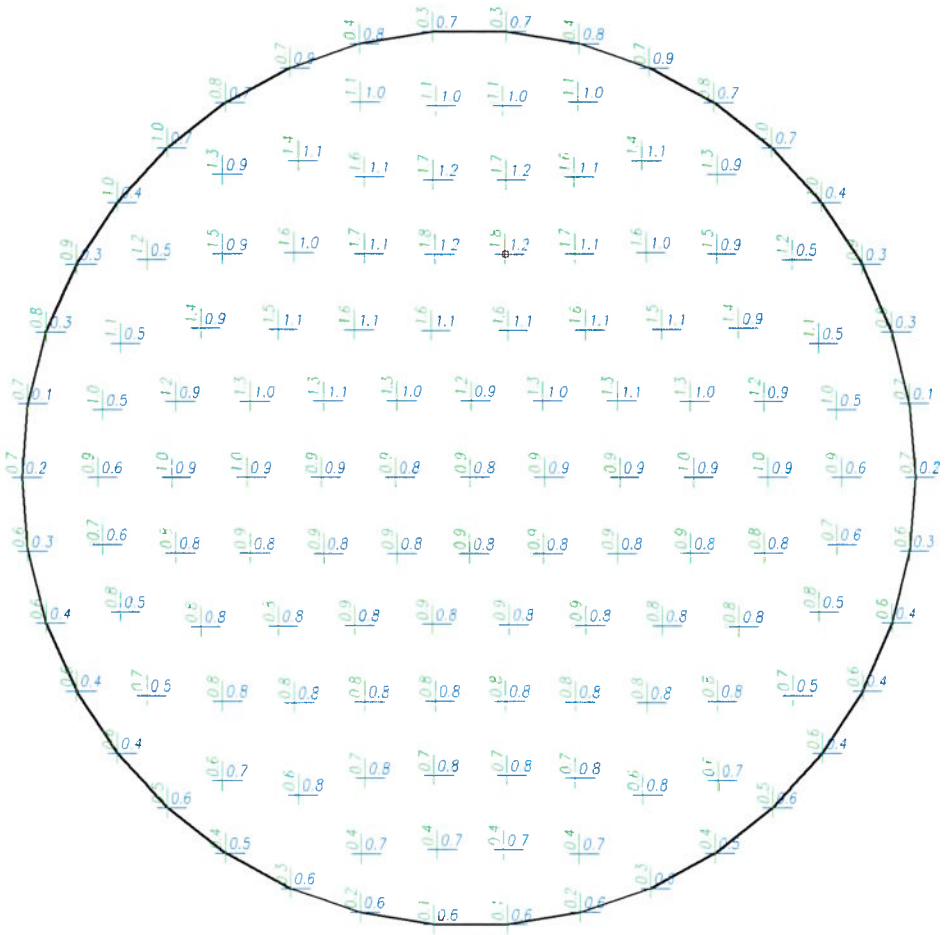
Position 1: Bodenplatte

Knonr	x	y	a_{s1o}	a_{s2o}	a_{s1u}	a_{s2u}	a_{sq}	θ	AB
-	m	m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m	cm²/m²	°	-
78	-1.83	2.33	0.81	0.81	0.00	0.52	0.00	18.43	1
79	-1.09	2.32	0.83	0.82	0.00	0.55	0.00	18.43	1
80	-0.36	2.32	0.83	0.83	0.00	0.56	0.00	18.43	1
81	0.36	2.32	0.83	0.83	0.00	0.56	0.00	18.43	1
82	1.09	2.32	0.83	0.82	0.00	0.55	0.00	18.43	1
83	1.83	2.33	0.81	0.81	0.00	0.52	0.00	18.43	1
84	2.57	2.32	0.78	0.79	0.00	0.45	0.00	18.43	1
85	3.36	2.26	0.53	0.70	0.00	0.34	0.00	18.43	1
86	-2.57	3.14	0.67	0.61	0.00	0.36	0.00	18.43	1
87	-1.79	3.29	0.79	0.64	0.00	0.48	0.00	18.43	1
88	-1.09	3.12	0.79	0.71	0.00	0.59	0.00	18.43	1
89	-0.38	3.09	0.79	0.72	0.00	0.64	0.00	18.43	1
90	0.38	3.09	0.79	0.72	0.00	0.64	0.00	18.43	1
91	1.09	3.12	0.79	0.71	0.00	0.59	0.00	18.43	1
92	1.79	3.29	0.79	0.64	0.00	0.48	0.00	18.43	1
93	2.57	3.14	0.67	0.61	0.00	0.36	0.00	18.43	1
94	-1.13	3.90	0.69	0.43	0.00	0.39	0.00	18.43	1
95	-0.35	3.86	0.69	0.43	0.00	0.43	0.00	18.43	1
96	0.35	3.86	0.69	0.43	0.00	0.43	0.00	18.43	1
97	1.13	3.90	0.69	0.43	0.00	0.40	0.00	18.43	1
98	-4.65	0.00	0.23	0.67	0.10	0.00	0.00	18.43	1
99	-4.59	-0.77	0.12	0.73	0.06	0.00	0.00	18.43	1
100	-4.40	-1.51	0.26	0.76	0.01	0.00	0.00	18.43	1
101	-4.09	-2.21	0.33	0.86	0.05	0.00	0.00	18.43	1
102	-3.67	-2.86	0.42	1.03	0.08	0.00	0.00	18.43	1
103	-3.15	-3.42	0.72	1.04	0.00	0.00	0.00	18.43	1
104	-2.54	-3.89	0.68	0.83	0.20	0.05	0.00	18.43	1
105	-1.87	-4.26	0.86	0.71	0.00	0.00	0.00	18.43	1
106	-1.14	-4.51	0.79	0.36	0.00	0.11	0.00	18.43	1
107	-0.38	-4.63	0.68	0.26	0.00	0.00	0.00	18.43	1
108	0.38	-4.63	0.69	0.26	0.00	0.00	0.00	18.43	1
109	1.14	-4.51	0.80	0.36	0.00	0.11	0.00	18.43	1
110	1.87	-4.26	0.86	0.70	0.00	0.00	0.00	18.43	1
111	2.54	-3.89	0.68	0.83	0.19	0.05	0.00	18.43	1
112	3.15	-3.42	0.71	1.03	0.00	0.00	0.00	18.43	1
113	3.67	-2.86	0.42	1.04	0.08	0.00	0.00	18.43	1
114	4.09	-2.21	0.33	0.86	0.05	0.00	0.00	18.43	1
115	4.40	-1.51	0.26	0.76	0.01	0.00	0.00	18.43	1
116	4.59	-0.77	0.12	0.73	0.06	0.00	0.00	18.43	1
117	4.65	0.00	0.23	0.67	0.10	0.00	0.00	18.43	1
118	4.59	0.77	0.33	0.60	0.15	0.08	0.00	18.43	1
119	4.40	1.51	0.41	0.64	0.09	0.22	0.00	18.43	1
120	4.09	2.21	0.39	0.58	0.05	0.24	0.00	18.43	1
121	3.67	2.86	0.42	0.61	0.00	0.19	0.00	18.43	1
122	3.15	3.42	0.58	0.50	0.00	0.26	0.00	18.43	1
123	2.54	3.89	0.54	0.40	0.00	0.19	0.00	18.43	1
124	1.87	4.26	0.62	0.30	0.00	0.23	0.00	18.43	1
125	1.14	4.51	0.60	0.16	0.00	0.08	0.00	18.43	1
126	0.38	4.63	0.57	0.10	0.00	0.08	0.00	18.43	1
127	-0.38	4.63	0.57	0.10	0.00	0.08	0.00	18.43	1
128	-1.14	4.51	0.60	0.16	0.00	0.09	0.00	18.43	1
129	-1.87	4.26	0.62	0.30	0.00	0.23	0.00	18.43	1
130	-2.54	3.89	0.54	0.40	0.00	0.19	0.00	18.43	1
131	-3.15	3.42	0.58	0.50	0.00	0.26	0.00	18.43	1
132	-3.67	2.86	0.42	0.61	0.00	0.19	0.00	18.43	1

Bewehrung (in den Elementknoten)

Position 1: Bodenplatte

Knonr	x	y	a_{s1o}	a_{s2o}	a_{s1u}	a_{s2u}	a_{sq}	θ	AB
-	m	m	cm^2/m	cm^2/m	cm^2/m	cm^2/m	cm^2/m^2	°	-
133	-4.09	2.21	0.38	0.58	0.05	0.24	0.00	18.43	1
134	-4.40	1.51	0.41	0.64	0.09	0.22	0.00	18.43	1
135	-4.59	0.77	0.33	0.60	0.15	0.08	0.00	18.43	1
Min	**-4.65**	**-4.63**	**0.12**	**0.10**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**18.43**	**1**
Max	**4.65**	**4.63**	**1.18**	**1.80**	**0.20**	**0.64**	**0.00**	**18.43**	**1**

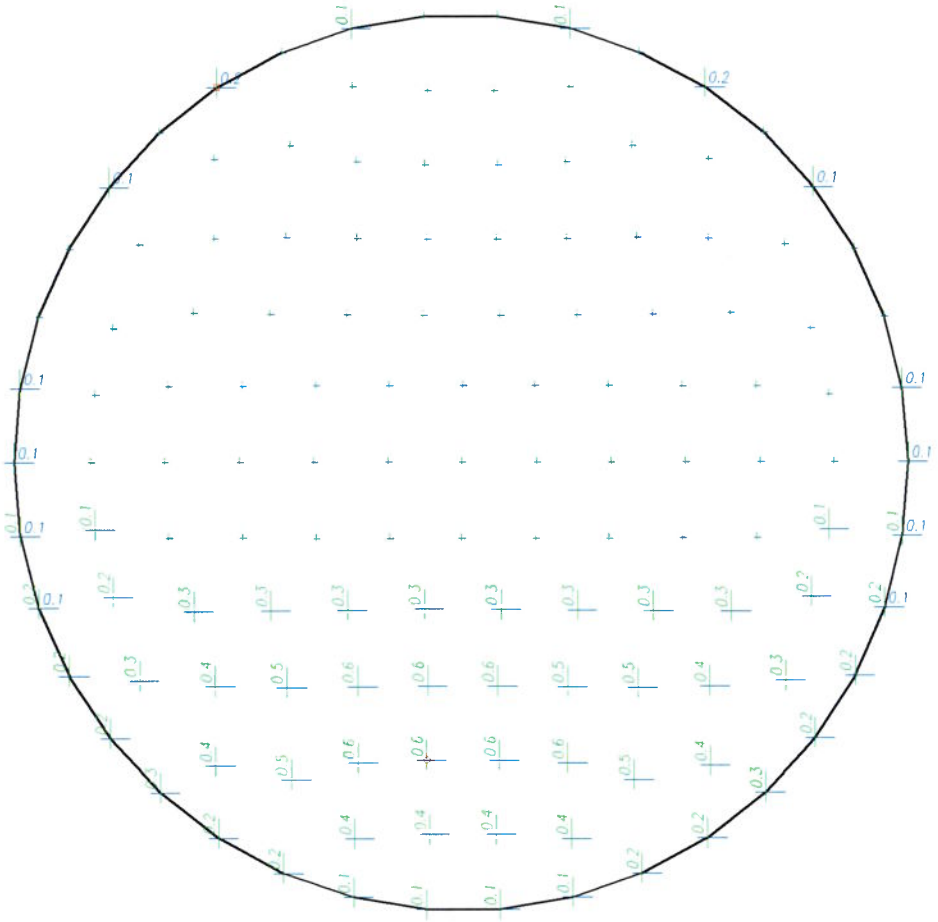


Max-1: 1.2 cm2/m
Max-2: 1.8 cm2/m

Zusammenfassung
Position 1: Bodenplatte
Längsbewehrung (oben)

4H-ALFA

aso
in cm2/m
M: 1:50
Projekt: GP24-027 Timphaus
Bauteil: Warmwasserspeicher
Bodenplatte



Max-1: 0.2 cm2/m
Max-2: 0.6 cm2/m

Zusammenfassung
Position 1: Bodenplatte
Längsbewehrung (unten)

4H-ALFA

asu
in cm2/m
M: 1:50
Projekt: GP24-027 Timphaus
Bauteil: Warmwasserspeicher
Bodenplatte

Mindestbewehrung

Die Bodenplatte wird auf eine Folie betoniert, wodurch ein Gleiten der Bodenplatte ermöglicht wird.

Die Zwangsbeanspruchung der Bodenplatte ist damit klar definiert. Sie entspricht der Reibungskraft, die der Verformung entgegensteht.

Somit ist die erf. Bewehrung nur für diese Zwangsschnittgröße zu ermitteln.

- Betonfestigkeitsklasse C25/30
- Begrenzung der rechn. Rissbreite: w_k = 0,20 mm
- wirksame Betonzugfestigkeit: $f_{ct,eff}$ = 0,5 x 2,6 = 1,3 N/mm²
- Dicke der Bodenplatte: h_b = 0,30 m
- Betondeckung der Bewehrung: c_{nom} = 35 mm, d_1 = 42 mm
- Wirkungstiefe der Bewehrung: s_w = 2,5xd_1 bzw. h_b/2 = 150 mm
- Plattenlänge: L = 9,30/ 2 = 4,65 m
- Reibungsbeiwert: μ_d = 0,5

Pressung unter der Bodenplatte:

σ_0 = γ_G x h_b x ρ_c + γ_Q x q = 1,35 x 0,30 x 25
= 10,13 kN/m²

Zugkraft in der Bodenplatte:

n_{ct} = μ_d x σ_0 x L = 0,5 x 10,13 x 4,65
= 23,54 kN/m

Zugspannung in der Bodenplatte:

$\sigma_{ct,vorh.}$ = n_{ct} / $a_{ct,eff}$ = n_{ct} / (2 x s_w x b_b)
= 23,54 / (2 x 0,105 x 1,0) = 112 kN/m²
= 0,12 N/mm² < $f_{ct,eff}$ = 1,3 N/mm²

Zeitbeiwert:

$k_{zt,vorh.}$ = $\sigma_{ct,vorh.}$ / f_{ctm} = 0,12 / 2,6
= 0,043

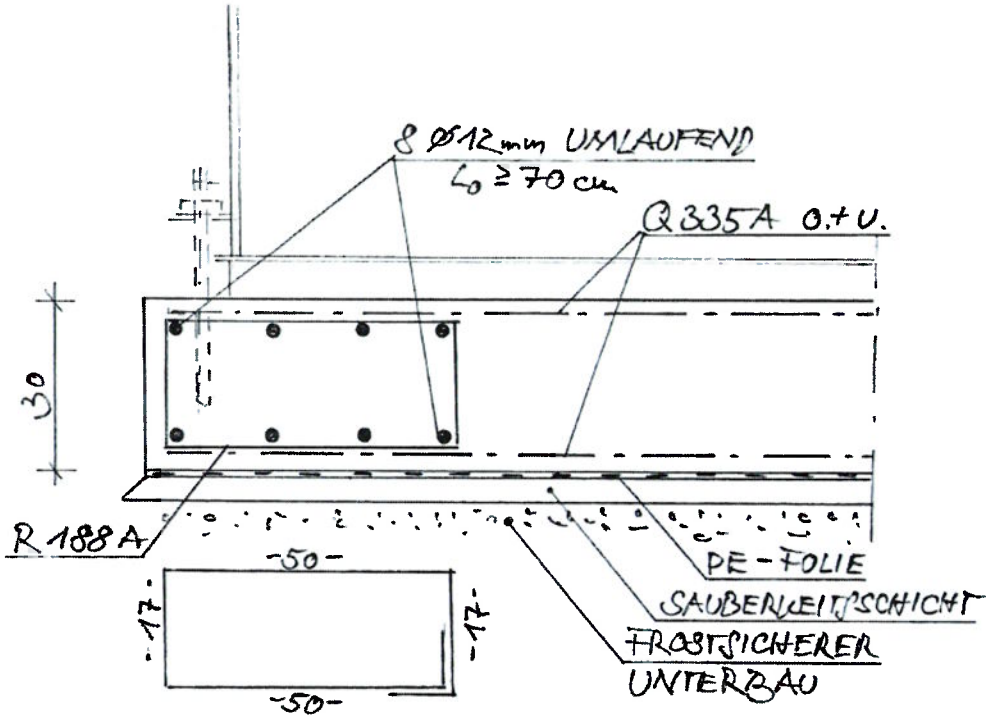
Gemäß „Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045“, Günter Meyer / Ralf Meyer, 3. Auflage 2007; Tabelle 1.1.1-23 ergibt sich für k_{zt} = 0,5; w_k = 0,20 mm; Stabdurchmesser 8 mm; Bauteilstärke von d = 30 cm und Beton C25/30:

$\varnothing$ 8 $\Rightarrow$ **erf. a_{si} = a_{sa} = 0,95 x 8,20 cm²/m**
erf. a_{si} = a_{so} = 7,79 cm²/m

Für k_{zt} = 0,043 ergibt sich:

erf. a_{si} = a_{so} = 7,79 x √(0,043/0,50)
erf. a_{si} = a_{so} = 2,28 cm²/m

gewählt:
Beton C25/30, XC4, XF1
Betondeckung c_{nom} = 4,0cm
Bewehrung: **oben und unten Q335A vollflächig** mit vorh. a_s = 3,35 cm²/m
> erf. a_s = 2,28 cm²/m



Aufgestellt: Essen, 28.04.2025

Project : Timphaus
Zu den Teichen
D-49393 Lohne Märschendorf

Job : **Heißwasser Lagertank, inhalt 1000 m³, nach EN 14015:2004**

Auftraggeber :

REV	DATE	AUTHOR	CHECK BY	APPR.BY	MODIFICATION
0	7-5-2020	P.G	MdV	J.H	Ausgestellt für Genehmigung

Statische Belastungsberechnungen für Stahlspeicherlager mit flachen Boden und konischem Dach, außendurchmesser 8.94 mtr / zylindrisch Höhe 16 mtr..

Inhalt

Geometrie des Lagertanks	*Seite 1*
Grundlagen für Entwurf und Berechnung	*Seite 2*
Werkstoffe	*Seite 3*
Tankwand Belastungsberechnungen	*Seite 4*
Tankwand Stabiltat	*Seite 5*
Tankboden Entwurf	*Seite 6*
Dachdesign	*Seite 7 zu 9*
Kompressionsbereich prüfen Oberer Eckring	*Seite 10 zu 12*
Kronenring	*Seite 13 & 14*
Überprüfen gegen umkippen durch windlast	*Seite 15 & 16*
Tankverankerung	*Seite 17*
Mannloch	*Seite 18*

Konformitätserklärung
Diese strukturelle Berechnung basiert vollständig auf EN 14015 und wird durchgeführt durch Pieter Grendel, Piping designer / Mechanical engineer.

Unterschrift paraph PG

F&H CRONE

F H CRONE
Grote Esch 400
2841 MJ Moordrecht
Tel. + 31 182 614 482
Fax. + 31 182 633 257

Fabricator

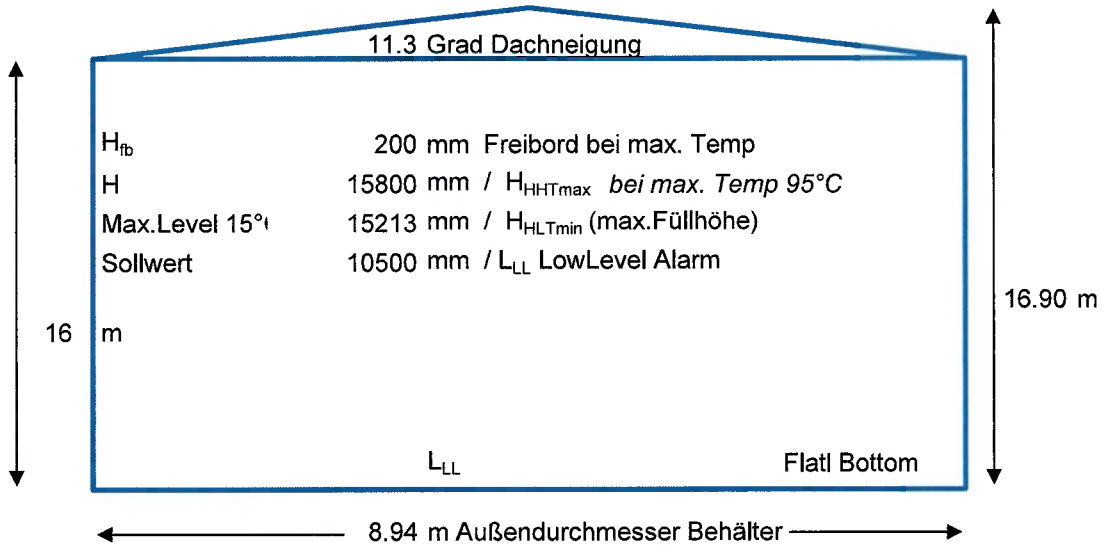
	Name	Date :	Format :	Project nr :	Rev.
Author	Pieter Grendel	5-05-2020	A4	F&H Crone P2020-0xxx	0
Check By	Marko de Vries	7-05-2020			
Approved by	Jaap Heijboer	7-05-2020			

ANLAGE A (19 SEITEN)

Lagertank nach EN 14015:2004 mit Kegeldach und Flachboden	Geschlossene Dach Lagertank (p ≤ 56 mbarg) **Tankinhalt 1002 [m³]**

1.0 Geometrie des Lagertanks

1.1	**Tank Tag Nr.:**			Tank
	1.1.01 Anzahl der Tankss	=		01
1.2	**Type of Storage Tank :**			Interner Dachsparren unterstützter Kegel-Dachbehälter
	1.2.01 Art des Dachese of roof			Konisch
	1.2.01 Art der Beden			Flach boden
1.3	**Design Code**			
	1.3.01 Norm und Ausgabe			EN-14015 : 2004
	1.3.02 Basic & Anlagen			Basisausführung
1.4	**Geometrie**			
	1.4.01 Außendurchmesser des Tanks	D =	8940	[mm]
	1.4.02 Krönungsdurchmesser des Tanks	D_c =	2000	[mm]
	1.4.03 Zylindrische Höhe	H =	16000	[mm]
	1.4.04 höchste Flüssigkeitspegel	H_{max} =	15800	[mm]
	1.4.05 Dachwinkel	θ =	11.3	[degr]
	1.4.06 Bodenwinkel	=	0	[mm]
	1.4.07 Durchschnittliche Tankmantel-Dicke	=	5.0	[mm]
1.5	**Lagertanks Kapazitätsberechnung**			
	1.5.01 Höhe des Kegeldach mit Winkel 11.3 Grad	=	898	[mm]
	1.5.02 Freibord bei maximaler Temperatur (H_w)	H_{fb} =	200	[mm] to Topcornerring
	1.5.03 Nennleistung	=	1002.1	[m³]
	1.5.04 Speicherkapazität bei max.liquid Temperatur	=	989.6	[m³]
	1.5.05 Speicherkapazität bei min. Betriebstemperat	=	959.4	[m³] @ 40 °C
	1.5.06 Net Volume Expansion bei max.temperature		30.2	[m³] von 40° zu 95°C
	1.5.07 Inertisierung Volumen bei maximaler Füllhöhe		31.3	[m³]
	1.5.08 Maximale Füllhöhe Flüssigkeit bei min. Temperatur		15213	[mm]



PG

F&H CRONE	Project: Timphaus Zu den Teichen D-49393 Lohne Märschendorf	*Datum* 5-5-2020 *Seite* 1 of 18	Rev. 0

2.0 Grundlagen für Entwurf und Berechnung

2.1	Auslegungsbedingungen			
	2.1.01 Lagerung		=	Wasser
	2.1.02 Flammpunkt (nicht anwendbar)		=	n/a °C (nicht anwendbar)
	2.1.03 Produktspezifische Schwerkraft fur Berechnung	W_c	=	1000 [kg/m³]
	2.1.04 Produktspezifische Schwerkraft @ 95 °C	W	=	962 [kg/m³]
	2.1.05 Produktspezifische Schwerkraft @ 5 °C	W_{min}	=	1000 [kg/m³]
	2.1.06 Dichte-Testmedium (flüssiger Hydrotest)	W_t	=	1000 [kg/m³]
2.2	**Druck**			
	2.2.01 Bemessungsdruck (Innendruck)	p	=	56 [mbarg]
	2.2.02 Bemessungsdruck - Vakuum (Außendruck)	p_v	=	6 [mbarg]
	2.2.03 Interner Druck von Operationen (MAWP)	p_g	=	5.6 [kPa g]
2.3	**Temperatur**			
	2.3,01 Höchste Auslegungswandtemperatur	T_{max}	=	95 [°C]
	2.3,02 Niedrigste Auslegungswandtemperatur	T_{DM}	=	5 [°C]
	2.3,03 Operational Temperature maximum	T_m	=	95 [°C]
	2.3,04 Operational Temperature minimum	T_{min}	=	5 [°C]
2.4	**Entwurf Lasten**			
	2.4.01 Windlast EN1991-1-4 zone 4 / Geländekategorie I	V_w	=	45 [m/sec]
	2.4.02 Regenlast	LR	=	20 [mm/hr]
	2.4.03 Schneelast EN-1991-1-3 Figure C.3 Zone No. 3	LS	=	800 [N/m²]
	2.4.04 Nutzlasten EN-1991-1-2 Table 6.6 Cat. H < 20°	LL	=	750 [N/m²]
	2.4.05 seismische Last	L_{eq}	=	n/a
	2.4.06 Isolationsdicke Dach		=	200 [mm]
	2.4.07 Isolationsdicke Tankwand		=	200 [mm]
	2.4.08 Dicke der Isolierung Fassade Dach		=	0.9 [mm]
	2.4.09 Dicke der Isolierung Fassade Tankwand			0.7 [mm]
	2.4.10 Dichte der Isolierung	G_{ic}	=	60 [kg/m³]
	2.4.11 Dichte der Isolierung Fassade	G_i	=	7850 [kg/m³]

2.5	**Zulassungen Benannte Stelle / Auftraggeber / Hersteller**	Durch
	2.5.01 Entwurf	Hersteller
	2.5.02 Fertigung / Pre Fabs	Hersteller
	2.5.03 Konstrukt	Hersteller
	2.5.04 Zerstörungsfreie Prüfung	Hersteller
	2.5.05	

PG

3.0 Werkstoffe

3.1 **Unlegierte Stähle** St37.2 / S235JR

	Bezeichnung	Fig. 1	Streck grenze R_e =	Zugfe-stigkeit	S_d (1)	S_t (2)	
3.1.01 Ringförmige Bodenplatte	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.02 Bodenplatte	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.03 Behälterwand	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.04 zylindrischen Wänden	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.05 Ringförmige Dachplatte	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.06 Dachplatte	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.07 Kontrollschacht	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.08 Stutzenwanddicke ≤ 12 "	S235JR	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]
3.1.09 Flansche	C22.8		190.0	410.0	126.7	142.5	[Mpa]
3.1.10 Verschraubung	8.8 DIN-267		704	880	469		[Mpa]
3.1.11 Dichtungen	Graphite Fiber						
3.1.12 Hilfsstahl	S235JRG2	Type I	235.0	340.0	156.7	176.3	[Mpa]

3.1.13 E_{cold} Young's modules	S235JRG2	at 5 °C	E_{cold} = 210,000	[N/mm²]
3.1.14 E_{hot} Young's modules	S235JRG2	at 95 °C	E_{hot} = 198,569	[N/mm²]

3.1.14 Verhältnis des Young-Moduls bei erhöhter Temperatur				0.946	
3.1.15 Reduktionsfaktor bei max. Betriebstemperatur nach				1.0	
3.1.16 Sicherheitsfaktor Streck grenze			v =	1.5	[-]
3.1.17 Gemeinsamer Wirkungsgrad			J =	1	
3.1.18 Korrosionszuschlag Tankmantel			c_s =	0.0	[mm]
3.1.19 Korrosionszuschlag Tankboden			c_b =	0.0	[mm]
3.1.20 Dichte des Materials			G_{cs} =	7850	[kg/m³]
3.1.21 Lieferung Toleranz Platten	EN 10029:1991 Class	D			
3.1.22 Tolerance on nominal thickness		Under	Over		
3.1.23 Platte 3 mm <5 mm	EN 10029 Class C	-0.5	0.5	[mm]	
3.1.24 Platte 5 mm <8 mm	EN 10029 Class C	-0.6	0.6	[mm]	
3.1.25 Platte 8 mm <15 mm	EN 10029 Class C	-0.7	0.7	[mm]	
3.1.26 Untertoleranz platte			t_1 =	-0.5	[mm]
3.1.27 Rohr Toleranz				-12.5	%

4.0 Andere Vorraussetzungen

4.1	4.1.01 PWHT (Wärmenachbehandlung)	Keine
4.2	4.2.01 NDE (Nicht destruktive Prüfung)	Nach Inspektion & Testplan
4.3	4.3.01 Anstrich	Nach Projektspezifikation

Notes :

(1) Wenn S_d = Zulässige Spannung für die Auslegungsbedingungen in MPa

(2) Wenn S_t = Zulässige Belastung für die Testbedingungen in MPa

PG

Lagertank nach EN 14015:2004 mit Kegeldach und Flachboden	Geschlossene Dach Lagertank (p ≤ 56 mbarg) Tankinhalt 1002 m³

5.0 Tankwand Entwurf

5.1 Nach EN14015 Tabelle 16 Minimal angegebene Nennmanteldicke e_{min} = 5 [mm]

5.2 Nach EN14015 par.9.2.2 **Was auch immer größer ist**

Shell thickness for design conditions

$$e_c = \frac{D}{20\,S_d}\{98\,W(H_c - 0.3) + p\} + c_s$$

(3) D = 8.94 [m]
S_d = 156.7 [N/mm²]

Was auch immer größer ist

Shell thickness for test conditions

$$e_t = \frac{D}{20\,S_t}\{98\,W_t(H_c - 0.3) + p\}$$

(4)
S_t = 176.3 [N/mm²]

Im Tabelle angegeben e_{req} = Minimal angegebene Nennmanteldicke
$e_{1\,prov}$ = Mindestens vorgesehen manteldicke

5.3

	Mantel Ring	Werkstoffe	h [m]	H_c [m]	e_c (3) [mm]	e_t (4) [mm]	e_{req} [mm]	$e_{1\,prov}$ [mm]	Neu Wt [N]	Kor Wt [N]	Stabile Höhen-äquivalent H_e	
	- Bodenring	S235JR	2	16	4.5	3.5	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 2	S235JR	2	14	4.0	3.0	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 3	S235JR	2	12	3.4	2.5	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 4	S235JR	2	10	2.9	2.1	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 5	S235JR	2	8	2.3	1.6	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 6	S235JR	2	6	1.8	1.1	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- Ring 7	S235JR	2	4	1.2	0.6	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	- oberes Ring	S235JR	2	2	0.6	0.1	5.0	5	21620	21620	2.000	[m]
	Gesamt mantelhöhe		16			Gesamt mantelgewicht N			172957 Neu	172957 Korrodier	16.000	[m]

Tankmantel rings ausreichend mit vorgesehener Dicke

$H_E = \sum H_e$ = 16 [m] (9)

= Summe der stabilen Tankwandhöhe Äquivalent (2)

Faktor für sekundäre Versteifungen

$K = 95000 / (3.563 \times V_w^2 + 580 \times p_v)$ 8.88 [-]

where V_w = 45 [m/s]
p_v = 6 [mbarg]

Maximal zulässiger Abstand zwischen Ringversteifungen

$$H_P = K\sqrt{\left[\frac{e_{min}^{\,5}}{D^3}\right]} \times \frac{E_{hot}}{E_{cold}} = 18.58 \text{ [m]}$$

$H_P > H_E$ **Es ist kein zusätzlicher Versteifungsring erforderlich**

PG

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6 94/1038

5.0 Tankwand Entwurf (Fortsetzung)

5.5 Stabilität tankwand

Außendurchmesser des Tanks D = 8.94 [m]

Zylindrisch projizierte Fläche (Tankwand) in Höhe	H_c [m]	As=[m²]	e_c [mm]	F_{DL} [N]
Tankmantel 1	16	143	5	172957
Tankmantel 2	14	125.2	5	154332
Tankmantel 3	12	107.3	5	132284
Tankmantel 4	10	89.4	5	110237
Tankmantel 5	8	71.52	5	88190
Tankmantel 6	6	53.64	5	66142
Tankmantel 7	4	35.76	5	44095
Tankmantel 8	2	17.88	5	22047

	hd [m]	Ad = [m²]		F_{Dach} [N]
Konisch projizierte Dach Fläche von 11.3°	0.90	4	5	24170
Dach unterstützung				10590
Dachisolierung				11967
Dach Sattellast (Vacuum + Schnee	1400 [N/m²]	62.8		87881
				134608

5.6 Windgeschwindigkeit Vw = 45 [m/sec]

Dichte der Luft ρ = 1.25 [kg/m³]

Der Druck für eine Windgeschwindigkeit von 45m/sec

$0.5 * \rho * Vw^2$ = Pw = 1266 [N/m²]

Tank Oberflächenkoeffizient Cf = 0.7 [-]

Sicherheitsfaktor Υ = 1.33 [-]

Zulässige Knickspannung in der TankMantel

$S = 12.5 * ec / (0.5 * D)$ S = 14.0 [MPa]

5.7 Moment durch Windlast $Mw = Pw * Cf * [As * 0,5 * H_c + Ar * (H_c + Hd / 3)] * \Upsilon$ [Nm]

$Sc = Fvert / (\pi * D * 10^3 * e_c)$ [MPa]

$Sw = 4 * Mw / (\pi * D^2 * 10^3 * e_c)$ [MPa]

$Sb = Sc + Sw$ [MPa]

	Mw [Nm]	Fvert [N]	Sc	Sw	Sb	S [MPa]	
Tankmantel 1	1425593	307565	2.19	4.54	6.73	14.0	OK
Tankmantel 2	1100051	288940	2.06	3.50	5.56	14.0	OK
Tankmantel 3	816657	266892	1.90	2.60	4.50	14.0	OK
Tankmantel 4	575412	244845	1.74	1.83	3.58	14.0	OK
Tankmantel 5	219367	200750	1.43	0.70	2.13	14.0	OK
Tankmantel 6	104567	178703	1.27	0.33	1.61	14.0	OK
Tankmantel 7	31915	156655	1.12	0.10	1.22	14.0	OK
Tankmantel 8	1412	134608	0.96	0.00	0.96	14.0	OK

Mantelschuss ist stabil wenn Sb < S

PG

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6 95/1038

6.0 Tankboden Entwurf TANKBODEN IST VOLLSTÄNDIG VON EINER BETONFUNDAMENT UNTERSTÜTZT

6 Nach EN14015 Tabelle 13 Minimale nominale Bodenplattenstärke

Uberlappung geschweißter Boden	e_a =	6.0 [mm]
Korrosionszuschlag Tankboden	cs =	0.0 [mm]
Minimaler Nennwert Blechdicke erforderlichired	$e_{a\,min}$ =	6.0 [mm]
Bodenblechdicke vorgesehen	$e_{a\,prov}$ =	**6** [mm]

Bodenplatte ist ausreichend

6 **Annular Boden platte**

Nach EN14015 par.8.3.1 Der Tankdurchmesser, D = 8.94 m ist kleiner als 12.5 m
ein Bodenring von Ringplatten ist nicht erforderlich.

Notes :

PG

Lagertank nach EN 14015:2004 mit Kegeldach und Flachboden	Geschlossene Dach Lagertank (p ≤ 56 mbarg) Tankinhalt 1002 [m³]

7.0 Dachdesign Das Dach ist nicht zugänglich und hat keinen Handlauf auf dem Dachumfang

Konisches Dach — Dachneigung — ϕ = 11.3 [°]

7.1 Nach EN14015 Par.10.3.: Überlappung geschweißter Dachplatte

Min.nominal Dachplatte Dicke	e_p =	5.0 [mm]
Korrosionszuschlag Tankdach	cs =	0.0 [mm]
Mindestdicke erforderlich	$e_{p\,min}$ =	5.0 [mm]
Dachblechdicke vorgesehen	$e_{p\,prov}$ =	**5** [mm]

7.2 **Ringförmige Dachplatten**

Es sind keine ringförmigen Dachplatten vorgesehen

7.3 **Dach Eckring**

Nach EN14015 Par.10.5.(Ein Dach Eckring ist erforderlich mit einer min. Maße 60 x 60 x 6 mm

Oberer Eckring nach Kompressionsbereich erforderlich.

7.4 **Dachbeschichtung ohne Tragkonstruktion (Membrandach)**

Nach EN14015 Par.10.4.2

- Radius der Krümmung des Daches	$R_1 = R / \sin\theta$	R1 =	22.81 [m]
- Min.dicke für Innendruck	$e_p = (p \times R_1) / (10 \times S \times J) + c$	e_p =	0.8 [mm]
- Min.dickness für geknickte ext.loads	$e_p = 40 \times R_1 \times \sqrt{(10 \times p_e / E)} + c$	e_p =	9.1 [mm]

Dicke der Dachplatte ist nicht ausreichendt ohne unterstützung

7.5 **Dachunterstützung** **Roofsupport structure is required**

Dachlasten

[N/m²]	LC 1	LC 2	LC 3	
Eigengewicht der Dachplatten	385	385	385	385 [N/m²]
DL roof insulation/0.9 mm cladding	191	191	191	191 [N/m²]
Außendruck (Vakuum)	600	600	600	600 [N/m²]
Nutzlasten	750	750	X	X [N/m²]
Schneelast	800	X	800	X [N/m²]
Wind (Druck am Dach) =0.5*Pw	633	X	X	633 [N/m²]
	Pe =	1926	1976	1809 [N/m²]

- Lastkombination anwendbar — *LC 2* — *Pe* = 1976 [kN/m²]

7.6 **Stützbalken**

Nach As per EN14015 Par.10.3.1 Maximaler Spannweiten-Sparren am oberen Eckring **2000** [mm]

Gesamtzahl der Sparren erforderlich = D x π / 2000 = 14.0 [-]

Gesamtzahl der Sparren zur Verfügung gestellt **15** [-]

	IPE	160	S235JR
Abschnitt	A=	2010	[mm²]
Abschnittsmodul	W_{yy} =	109000	[mm2]
Gewicht	G =	16.1	kg/m

Belastungslänge (L)	((D - D_c)*10³ / 2)/(COS 11.3*π/180)	L =	3539 [mm]	
Belastung pro Strahl inklusive DL Stützbalken (vertikal)		Fq =	9149 [N]	
Biegemoment		Mb =	4144468 [N·mm]	
Biegespannung	***Stützbalken ausreichend***	Sb =	***38.0*** *[N/mm²]*	***OK***
Zulässige Spannung		Sb.max =	156.7 [N/mm²]	

Notes :

PG

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6 97/1038

7.8 Dachdesign (Fortsetzung)

Krümmung des Stützbalken

Art der Balken	Stahl	S235JR	IPE	160 [-]
			Sy =	235 [MPa]
			Iy-y =	5410000 [cm4]
			Iz-z =	449000 [cm4]
Bereitgestellte Verspannung			Cr =	0.0 [-]
Support Faktor			K =	1.00 [-]
Knieklänge	Y-Y =	L * K	L_{CrY} =	3539 [mm]
	Z-Z =	L * K / (Cr +1)	L_{CrZ} =	3539 [mm]

7.9 Vertikale Kraft component — Fq = 9149 [N]

Horizontalke Kraft component — Fh = Fq / (3 * tan(ϕ)) — Fh = 15262 [N]

Berechnung bucklingforce in Strahl

Dachneigung — θ = 11.30 [°]

7.10 Ned = Fq * sin(θ) + Fh * cos(θ) — Ned = 16759 [N]

7.11 Stahl gruppe S235/S275/S355

		Achse Y-Y	Z-Z
Buckling Cueve		Kurve A	Kurve B
Knickkurve			
Imperfection Faktor für Knickkurve		a= 0.21 [-]	a= 0.34 [-]
Trägheitsradius	iy = (Iy-y / a)^0,5 /10^2	iy = 51.9 [mm]	
Trägheitsradius	iz = (Iz-z / a)^0,5 /10^2		iz = 14.9 [mm]
Schlankheit zu bestimmen um die relative Schlankheit	λ1 = π * (E /Sy)"0.5	λ1 = 91.321 [-]	λ1= 91.321 [-]
Relative Schlankheit	λ = L_{CrY} / (iy * λ1)	λ = 0.747 [-]	
	λ = L_{CrZ} / (iz * λ1)		λ = 2.593 [-]
Wert zu bestimmen fur Reduktionsfaktor X	ϕ = 0.5 * (1 + a * (λ -0.2) + λ²)	ϕ = 0.836 [-]	ϕ = 4.268 [-]
Reduktionsfaktor für Knick (X ≤ 1)	X = 1 / (ϕ + (ϕ² - λ²)^0.5)	X = 0.825 [-]	X = 0.131 [-]
7.12 Design Knicksicherheit	Nb,rd = X * A * Sy / 1,5	Nb.rd 3E+05 [N]	Nb.rd 41116 [N]

7.13 Kombinierte Biege- und Knick

Assessment auf Y-Y Achse — 1.0 ≥ (Sb /Sbmax + Ned / Nb.rd)

1.0 ≥ (38/ 156.7 + 16759 / 259704) — 0.31 OK

PG

7. Dachdesign (Fortsetzung)

7.14 Dachplattenadäquanzprüfung,
erster Dachplattenabschnitt über ringförmigen Dachringplatten

Insgesamt Dachlasten von Dachaus genommen, Schritt 7.5		Q =	1976	[N/m²]
Max.abstand zwischen der **15** Sparren versehen = D x 15		*L* =	1872	[mm]
Biegemoment pro m Breite der Platte	*M= Q * L ^2 / (12 x 1000)*		577296	[Nmm]
Dicke ringförmige Dachplatten (korrodierten Zustand)	**ringförmigen**	e_{prov} =	**5**	[mm]
Widerstandsmomentes der Dachplatte	Z= *b x t^2 /6*			
	1000 x 5 ^2 / 6		4167	[mm³]
Induzierte Biegespannung	= M / Z	***O.K.***	**138.6**	[N/mm²]
Zulässige Biegespannung Dachplatten, genommen von 3.1.04			156.7	[N/mm²]

7.15 **Erster Dachplattenabschnitt über die Dachplatten Ringwulst**

Dicke Dachplatten (korrodierten Zustand)	***oben ringförmigen***	e_{prov} =	5	[mm]
Der Abstand zwischen den Dachsparren an 800 mm von der oberen Ecke Ring		L_2 =	1574	[mm]

7.16 **Biegemoment der Platte**

Biegemoment pro m Breite der Platte	*M= Q * L ^2 / (12 x 1000)*		408113	[Nmm]
Widerstandsmomentes der Dachplatte	Z= *b x t^2 /6*		4167	[mm³]
Induzierte Biegespannung	= M / Z	***O.K.***	**97.9**	[N/mm²]
Zulässige Biegespannung Dachplatten, genommen von 3.1.05			156.7	[N/mm²]

Notes :

PG

8.0 Auf Kompressionsbereich prüfen Oberer (Dach) Eckring

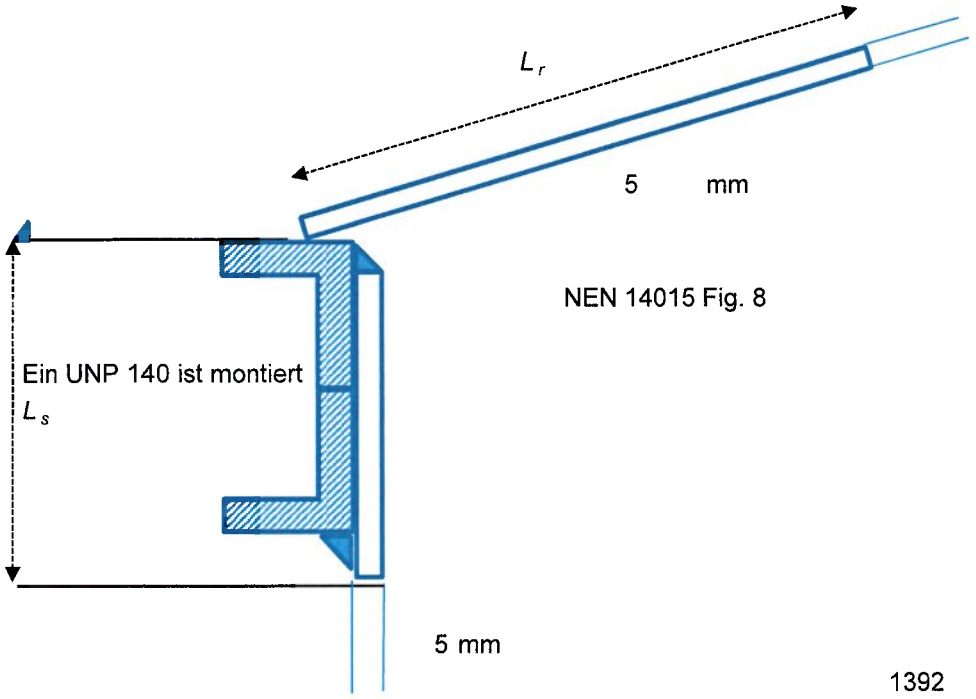
8.1 **Dach eckring**

Nach EN14015 Par.10.5.6 Ein oberer Eckring ist mit einem Min. 60 x 60 x 6 mm

Oberer Eckring nach Kompressionsbereich erforderlich

8.2 Kompressionsbereich erforderlich

- Radius der Krümmung des Daches $R_1 = R / \sin\theta$ = 22.81 [m]
- Kompressionsbereichsbelastung $p_c = p - G_{cs} \times e_p / 10^4 - G/10$ = *50.2* [mbar]
- EN14015 par. 10.3.5 / Zulässige Druckspannung = 120 [N/mm²]
- Min. Erforderliche Kompressionsfläche $A = (50 \times p_c \times R^2) / (S_c \times \tan\theta)$ Erforderlich = **2093** [mm²]



NEN 14015 Fig. 8

8.3 Verfügbar

- Effektive Dachlänge $L_r = 0.6 \times (1000 \times R_1 \times e_p)^{1/}$ = 203 [mm] x 5 [mm] = 1013 [mm²]
- Effektive Tankwandlänge $L_s = 0.6 \times (1000 \times R \times e_{min})^{1/}$ = 90 [mm] x 5 [mm] = 448 [mm²]
- Dacheckring außen UNP 140 . = 2040 [mm²]
- Top Eckring innen _____ [mm²]

O.K. 3502 [mm²]

Verfügbarer Kompressionsbereich ist ausreichend

Notes :

PG

8. Dach eckring (Fortsetzung)

8.4 Konstruktionsdaten für Spannungsermittlung

Trägheitsmoment		Iy-y =	885,690	[mm4]
Widerstandsmoment		Wy-y =	17857	[mm3]
Ecke Ring Durchmesser		D =	8940	[mm]
Radius Ecke Ring	= D / 2	R =	4470	[mm]
Querschnitts fläche von profiel und mantel zusammen		A =	4856	[mm²]
Horizontale Kraft auf TCR	Fh = Fq / (3 * tan(cp)) (Fq von Seite 7)	Fh =	15262	[N]
Elastizitätsmodul bei Betriebstemperatur		E =	198,569	[MPa}
Gesamtzahl der Sparren zur Verfügung gestellt		n =	**15**	[-]
Winkel auf halbem Weg zwischen Lasten	θ = 360/ 2n	θ_{grad} =	12.0	[Bgrad]
	Radian	rad =	0.209	[rad]

θ =	0.209 [rad]	*1/ θ* =	4.775 [-]
sin θ =	0.208 [-]	*1/sin θ* =	4.810 [-]
cos θ =	0.978 [-]	*1/cos θ* =	1.022 [-]
tan θ =	0.213 [-]	*1/tan θ* =	4.705 [-]

Berechnung nach Roark's Formulas for Stress and Stain 7th Edition Table 13.2

8.5 Spannungsermittlung In der Mitte zwischen Lasten

Moment zwischen den Kräften	Mo = Fh * (R/2) * (1/sin(θ) - 1/θ)	*Mo* =	1,196,825	[Nmm]
	Smo= Mo/ Wy-y	Smo =	67.0	[MPa]
Spannung zwischen den Kratten	No= (Fh/2) * (1/sin(θ))	No =	36704	[Nmm]
	Sno = No * A	Sno =	7.6	[MPa]
Gesamt Zugspannung zwischen den Kräften	Sc= Smo + Sno	Sc =	74.6	[MPa]
Zulässige Spannung		Sa=	156.7	[MPa]

Spitzenecke Ring auf halbem Weg zwischen Lasten ausreichend

8.6 Spannungsermittlung Bei Lasten

Moment am der Kräfte	Mo= Fh * R/2) * (1/θ - 1/tan(θ))	*Mo* =	2,388,400	[Nmm]
	Smo= Mo/ Wy-y	Smo =	133.8	[MPa]
Kompression bei den Kräften	No= (Fh/2) * (1/sin(θ))	No =	36704	[Nmm]
	Sno = No * A	Sno =	7.6	[MPa]

8.7 Gesamtdruckspannung	Sc = Smo + Sno		141.3	[MPa]
Zulässige Spannung		Sa=	156.7	[MPa]

Spitzenecke Ring an Lasten ausreichend

PG

8. Dach eckring (Fortsetzung)

8.9 Acceptable Verschiebung

$fa = (\pi * D / n) / 200$ $\quad fa =$ 9.36 [mm]

Berechnung nach Roark's Formulas for Stress and Stain 7th Edition Table 13.2

$1/\varphi$	=	4.775 [-]
$2/\varphi$	=	9.549 [-]
$1/2\ \varphi$	=	0.105 [-]
$1/\sin\varphi$	=	4.810 [-]
$1/2 * \sin\varphi * \cos\varphi$	=	0.102 [-]
$\varphi * (\cos\varphi / \sin\varphi^2)$	=	4.739 [-]

8.10 Ablenkung (Verschiebung) bei Lasten

Radiale Verschiebung an den Kräften

$$\frac{Fh * R^3}{2 * E * I} * \{1/\sin\varphi^2 * (1/2\varphi + 1/2 \sin\varphi * \cos\varphi) - 1/\varphi\}$$ $\quad fr =$ 0.798 [mm]

fr ≤ fa **Verschiebung ist akzeptabel**

woher ist

$Fh * R^3 / (2 * E * I) =$ 3875 [mm]

$\{1/\sin\varphi^2 * (1/2\varphi + 1/2 \sin\varphi * \cos\varphi) - 1/\varphi\} =$ 2E-04 [-]

8.11 Ablenkung (Verschiebung) In der Mitte zwischen Lasten

Radialverschiebung zwischen den Kratten

$$\frac{Fh * R^3}{4 * E * I} * \{2/\varphi - 1/\sin\varphi * [\varphi * (\cos\varphi/\sin\varphi^2)]\} =$$ $\quad fr =$ 0.70 [mm]

fr ≤ fa **Verschiebung ist akzeptabel**

woher ist

$Fh * R^3 / (4 * E * I) =$ 1938 [mm]

$\{2/\varphi - 1/\sin\varphi - [\varphi * (\cos\varphi/\sin\varphi^2)]\} =$ 0.0004 [-]

PG

9.0 Kronenring

9.1	Kronenringdurchmesser			D_c =	2000	[mm]
	Anzahl der Stützbalken			n =	15	[-]
	Abschnitt Kronenring		Werkstof ***S235JR***	=	UNP 160	
	Abschnitt Crow Ringverstärkungsplatte oberen		nicht angewendet	*Width x th* =		[mm]
	Crow Ringabschnitt Bodenplatte Verstärkungs		nicht angewendet	*Width x th* =		[mm]
	Verstärkungs platte	Breite	Dicke	n =		[-]
9.2	Abschnitt			A =	2400	[mm²]
	Trägheitsmoment I_{zz}			I_{zz} =	853000	[mm4]
	Sektionsmodul W_{zz}			W_{zz} =	18300	[mm3]
	Höhe des Strahlabschnitts			h_{beam} =	160	[mm]
	Trägheitsmoment i_{zz}	$(I_{zz} / A)^{1/2}$ =		i_{zz} =	19	[mm]
	Knicklänge l_k	$PI \times D_c / n$ =		l_k =	419	[mm]
	Schlankheitsverhältnis λ	l_k / i_{zz} =		λ =	22.2	[-]
	Knickfaktor α			α =	1	
9.3	Biegemoment M_b Sparrenbalken	Angenommen von 7.6		M_b =	4144468	[Nmm]
	Kraft auf Kronenring	M_b / h_{beam} =		F_c =	25903	[N]
9.4	Winkel auf halbem Weg zwischen Lasten (θ) = 360/ 2n			θgrad =	12.0	[deg]
	Radian	*1/ θ* =	4.775 [-]	θ =	0.209	[rad]
		1/sin θ =	4.810 [-]	*sin θ* =	0.208	[-]
		1/ cos θ =	1.022 [-]	cos θ =	0.978	
		1/tan θ =	4.705 [-]	*tan θ* =	0.213	[-]
9.5	Zulässiges Entwurf Stress		0.66 x 355 ***S235JR***	S_c =	**156.7**	[N/mm²]
9.6	Auf halbem Weg zwischen den Lasten					
	Biegemoment M_c =	$0.5 \times F_c \times R_c \times$ *'sin θ) x 1/ sin θ* =		M_c =	454416	[Nmm]
	Scheren T_c =	$0.5 \times F_c \times$ *1/ sin (θ)}* =		T_c =	62293	[N]
	Biegespannung S_c =	$M_c / W_{zz} + T_c / A \times \alpha$ =		S_c =	**50.8**	[N/mm²]
				Kronen-Ring-Profil Ausreichende		
9.7	Bei Lastpunkten					
	Biegemoment M_{c1} =	$0.5 \times F_c \times R_c \times$ *'sin θ) x 1/ sin θ* =		M_{c1} =	906838	[Nmm]
	Scheren T_{c1} =	$0.5 \times F_c \times$ *1/ sin (θ)}* =		T_{c1} =	60932	[N]
	Biegespannung S_{c1} =	$M_c / W_{zz} + T_c / A \times \alpha$ =		S_{c1} =	**75.5**	[N/mm²]
				Kronen-Ring-Profil Ausreichende		[N/mm²]

PG

9 Kronenring (Fortsetzung)

Berechnung nach Roark's Formulas for Stress and Stain 7th Edition Table 13.2

9.8 Umfang des Kronenring mit durchmesser 2000 mm = Lc = 6283 [mm]
B= 70 [mm]
Abstand zwischen Stützbalken beim Kronring (Lc / n) - B 419 [mm]
der Abstand zwischen den Stäben ist kleiner als 600 mm OK

von 7.7 Fh= 15262 [N]

9.9 Spannungsermittlung In der Mitte zwischen Lasten
Moment zwischen den Kräften Mo = Fh * (R/2) * (1/sin(θ) - 1/θ) Mo = 267746 [Nmm]
Smo= Mo/ Wz-z Smo = 14.6 [MPa]

Spannung zwischen den Kratten No= (Fh/2) * (1/sin(θ)) No = 36704 [Nmm]
Sno = No * A Sno = 15.3 [MPa]

Gesamt Zugspannung zwischen den Kräf Sc= Smo + Sno Sc = 29.9 [MPa]
Zulässige Spannung Sa= 156.7 [MPa]
Kronen Ring auf halbem Weg zwischen Lasten ausreichend

9.10 Spannungsermittlung Bei Lasten
Moment am der Kräfte Mo= Fh * R/2) * (1/θ - 1/tan(θ)) Mo = 534,318 [Nmm]
Smo= Mo/ Wz-z Smo = 29.20 [MPa]

Kompression bei den Kräften No= (Fh/2) * (1/sin(θ)) No = 35902 [Nmm]
Sno = No * A Sno = 15.0 [MPa]

Gesamtdruckspannung Sc = Smo + Sno 44.2 [MPa]
Zulässige Spannung Sa= 156.7 [MPa]
Krone Ring bei Lasten ausreichend

9.11 Acceptable Verschiebung
fa = (π * Dc / n) / 200 fa = 2.09 [mm]

9.12 Ablenkung (Verschiebung) bei Lasten
Radiale Verschiebung an den Kräften

$$\frac{Fh * R^3}{2 * E * I} * \{1/\sin\varphi^2 * (1/2\varphi + 1/2 \sin\varphi * \cos\varphi) - 1/\varphi\} =$$ fr = 0.017352 [mm]

fr ≤ fa **Verschiebung ist akzeptabel**

woher ist Fh = 15262 [N]

$$\frac{Fh * R^3}{2 * E * I}$$ 33 [mm]

$$\{1/\sin\varphi^2 * (1/2\varphi + 1/2 \sin\varphi * \cos\varphi) - 1/\varphi\} =$$ 0.000526 [-]

9.13 Ablenkung (Verschiebung) In der Mitte zwischen Lasten
Radialverschiebung zwischen den Kratten

$$\frac{Fh * R^3}{4 * E * I} * \{2/\varphi - 1/\sin\varphi - [\varphi * (\cos\varphi/\sin\varphi^2)]\} =$$ fr = 0.0156692 [mm]

fr ≤ fa **Verschiebung ist akzeptabel**

$$\frac{Fh * R^3}{4 * E * I}$$ 17 [mm]

$$\{2/\varphi - 1/\sin\varphi - [\varphi * (\cos\varphi/\sin\varphi^2)]\} =$$ 0.000922 [-]

PG

10 Überprüfen gegen umkippen durch windlast

10.1 Windgeschwindigkeit 45.0 [m/s]
162.0 [km/h]

Korrodiert gewicht tankmantel	172,957 [N]
Eigengewicht -Oberer Eckring	4,584 [N]
Eigengewicht - Dachplatte	24,170 [N]
Eigengewicht - Stützbalken	10,590 [N]

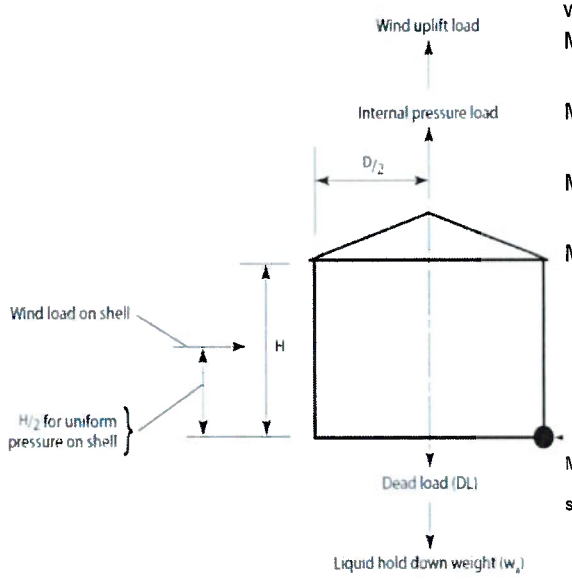
Gesamtgewicht der Tankmantel und des Daches. DL = 212,301 [N]

Dach Hochziehen $F_P = A \times P$ F_P = 351,522 [N]
woher, A = Tankquerschnittsfläche = 62.8 [m²]
P = Innendruck einstellen = 5600 [N/m²]

Da das Gewicht der Schale, des Daches und des angehängten Rahmens den Innendruck nicht übersteigt.
Anker sind für den Aufstieg durch Innendruck erforderlich

11 MOMENTE DURCH WINDLADENDRUCK:

11.1



where
M_{pi} = moment von die Tankmantel Verbindung zu der Tankboden von Innendruck
M_{VV} = Umkippen Moment von die Tankwand -zu-Boden Verbindung durch Windlasten
M_{DL} =moment von die Tankmantel Verbindung zu Tankdodem Gewicht von Mantel und Dach
M_F = moment von die Tankmantel Verbindung zu Boden durch der Lagerfluid ist W_L nach E.2.1.1
Mit einer spezifischen Schwere von 1 und einer Höhe von einer Hälfte Die Design-Flüssigkeitshöhe H

$$W_L = 59\, t_b\, (F_{by} * H)^{0.5}$$

Moments about shell to bottom joint	W_L =		21,707 [N-m]
	M_F =	$W_L * D / 2$	
	M_F =		97,030 [N-m]
	Where t_b =		6.0 [mm]
	F_{by} =		235 [MPa]

D = Tankdurchmesser D = 8.94 [m]

M_{DL} = Moment von die Tankmantel zu Tankdoden verbindung durc DL DL x D/2 = 948,984 [N-m]

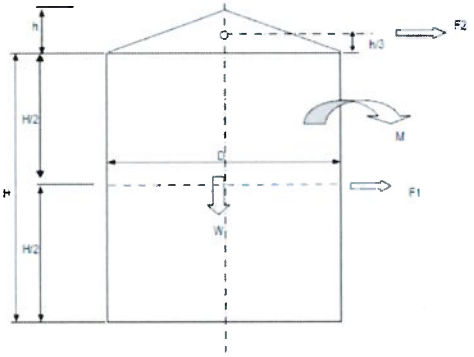
M_{pi} = Moment von die Tankmantel zu Tanboden verbindung durh innerdruck F_p x D/2 = 1,571,305 [N-m]

Überprüfen gegen Umkipmoment **nicht zutreffend**

PG

11.2 **Überprüfen gegen Umkipmoment**

M_w = Overturning moment from wind pressure



Tankdurchmesser	D	=	8.94 [m]
Höhe Zylindrische Tankmantel	H	=	16.00 [m]
Senkrechte Dachhöhe	h	=	0.90 [m]

Der Druck für eine Windgeschwindigkeit von 45 m /s:

$0.5 * \rho * v^2 = 0.5*1.25*45^2 =$ 1265 [N/m²]

Formfactor tank = 0.7 [-]

Modifizierter Winddruck mit Formfactor 0.7	P1' =		885.5 [N/m²]
Modifizierter Winddruck mit Formfactor 0.7	P2' =		885.5 [N/m²]
Zylindrisch projizierte Fläche	A1 = D x H	143.0 [m²]	
Windkraft auf zylindrischen Bereich	F1 = P1' x A1		126,662 [N]
Konisch projizierte Fläche	A2 = 0.5 x D x h	4.0 [m²]	
Windkraft auf zylindrischen Bereich	F2 = P2' x A2		3,555 [N]
			130,217 [N]

M_w = Umkipmoment von Winddruck	F1 (H/2) + F2 [H + (h/3)		1,071,243 [N-m]
M_{pi} = Moment Tankmantel zu Bodent von Pi	*Fp x D/2*	=	1,571,305 [N-m]

11.3 Unveränderte Tanks müssen die beiden folgenden erfüllen Nach EN 14015 par. 12.1

b)	M_{pi}	<	M_{DL}		
	1,571,305	>	948,984 [N-m]		622,321 [N-m]
b)	$M_w + M_{pi}$	<	$M_{DL} + M_F$		
	2,642,548	>	1,046,014 [N-m]		1,596,534 [N-m]
c)	M_w	<	M_{DL}		
	1,071,243	<	948,984 [N-m]		122,259 [N-m]

KRITERIEN SIND NICHT AUSKÖMMLICH, ANKER SIND ERFORDERLICH

PG

12 Tankverankerung

12.1 Ankerschrauben

12.1 Net erheben (Uplift Designdruck + Wind)

P_i ist der Designdruck in kPa		P_i =	5.60 [kPa]
P_{WR} ist der Windaufstieg Druck auf Dach, in kPa;		P_{WR} =	0.83 [kPa]
Th ist die Dachplattenstärke		t_h =	5 [mm]
D ist der Tankdurchmesser in Metern;		D =	8.94 [m]
M_w = Umkipmoment von Winddruck		M_W =	1,596,534 [N-m]
Gewicht der Tankschale (minus Korrosion) und Zubehör ohne Dachplatten		W_1 =	188,131 [N]
Net Uplift (Designdruck + Wind)		U_S =	904,524 [N]
D_A = Durchmesser des Ankerkreises,		D_A =	*9.09* [m]
Anzahl der Ankerbolzen erforderlich, (Ankerbolzenabstand < 2,0 Meter)	$N = \pi \times D / 2$	N =	*14.0* [st]
N = Anzahl der Anker, (gebraucht)			*15* [st]
Belastung pro anker	$t_b = U_S / N$	t_b =	*60302* [N]

Zulässige Belastung für Ankerbolzen (Designdruck + Wind)

Ankerbolzen Werkstoffgüte 8.8 - Ertrag 640 MPa		
Anchor Bolt Größe zur Verfügung gestellt		24 [mm]
Querschnittsfläche Ankerbolz	A_B =	324 [mm²]
Zulässige Zugspannung pro Boltz (Innendruck + Wind)		267 [MPa]
Zulässige nutz belastung pro Boltz (Innendruck + Wind)		86508 [N}

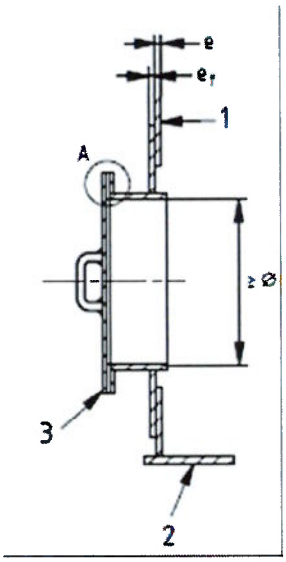
Zulässige nutz belastung pro Boltz > Belasting pro Anker **Tankverankerung ist Auskömmlich**

PG

13 Mantalöffnungen

13.1 Mannloch

Deckplatte		d_1 =	700 [mm]
Deckplatte dicke		t_c =	20 [mm]
Bolzencircel		d_2 =	660 [mm]
Schrauben	Anzahl	24 x	M16
Schweißflansch nach DIN 28031			ND 600
Düsenkörper		t_d =	8 [mm]
Verstärkungsplatte		d_{ro} =	1250 [mm]
Verstärkungsplatte dicke		e_r =	5 [mm]
Minimum Tankmantel dicke		e =	5 [mm]
Loch in der Tankmantel		d =	630 [mm]



Die vertikale Ebene, die die Achse der Halterung enthält, darf nicht kleiner sein als:

0.75 d x e = 2362.5 [mm²]

Die Querschnittsfläche der Verstärkungplatte ist

(d1 - d) x er = 3100 [mm²] OK

wie die gelieferte ist größer als die erforderlichen

13.2 Die Nenndicke der Deckplatten und des Anschraubflansches des Schalenschachtes darf nicht kleiner sein als durch die folgenden Gleichungen bestimmt.

$$t_c \text{ min} = d_2 * (C * \Upsilon * H * G / (0.5 * S_D))^{0.5}$$

	t_c min =	12.4 [mm]	
geliefert	t_c =	20 [mm]	OK

Co-Effizient für runde Platten	C =	*0.3*
Wasserdichtheitsfaktor	Υ =	9.81 / 1000
Design-Füllstand	H =	14 [m]
Spezifisches Gewicht	G =	1
Streckgrenze	S_D =	235 [MPa]

PG

Cloppenburger Ingenieur Gesellschaft mbH
Bauingenieure

Statische Berechnung – 21-46-B

Bodenplatte h = 25 cm für Hochfermenter mit Zentralrührwerk und Bettungsziffer ks=15 MN/m³ TRAS 320

Nachgewiesen für Hochfermenter: Ø = 23,801 m H = 23,810 m – Windz.4 Küste, Schneez. 2 (NdTE)
Behälterausführung: Ø = 23,801 m H = 22,497 m – Windz.2 Binnenland, Schneez. 2 (NdTE)

Kunde: Stallkamp

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4
D-49413 Dinklage
Industriegebiet West
Tel. +49(0)4443/9666-0 info@stallkamp.de
Fax +49(0)4443/9666-60 www.stallkamp.de

Bauherr: Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4a
49393 Lohne

Bauort: An den Teichen 27
49393 Lohne

Behälter Angebots-Nr.: 20021859

Unter der Voraussetzung der gleichen Ausführung gilt diese statische Berechnung ebenfalls für alle kleineren Behälter (bezogen auf Ø und Höhe).

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Stephan Brokamp Datum: 09.07.2024

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen 3
2 Zeichnung 4
3 Allgemeines 5
3.1 Beschreibung 5
3.2 Belastung 6
3.2.1 Lastfall 1 - Eigengewicht 6
3.2.2 Lastfall 2 – Flüssigkeitsfüllung 6
3.2.3 Lastfall 3 - Temperatur 7
3.2.4 Lastfall 4 – Schneelasten 7
3.2.5 Lastfall 5 – Windlasten 8
3.2.6 Lastfall 6 – Verkehrslasten 8
3.2.7 Lastfall 7 8
3.2.8 Lastfall 8 – Rührwerk 9
3.2.9 Lastfall 9 – Unterdruck 9
4 Nachweis der Bodenplatte 10
4.1 System und Modellangaben 10
4.2 Belastung 14
4.3 Verformung der Bodenplatte im GZG 34
4.4 Bemessungswerte der Bodenpressung 34
4.5 Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit 35
4.6 Bemessung der Bodenplatte 36
5 Anhang 47
5.1 Temperaturverlauf in der Bodenplatte 47
5.2 Auflagerlasten des Behälterdaches 49

Änderungsverzeichnis

Revision	Datum	Seiten	Änderung
A	11.10.2021	alle	Erstausgabe
B	27.04.2023	Kap. 3.1 Kap. 3.2.7 Kap. 4.2 Kap. 4.3 Kap. 4.4 Kap. 4.6	Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors der TRAS 320 Lastfall 7 entfällt Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors der TRAS 320 Ergebnisse aktualisiert Ergebnisse aktualisiert Ergebnisse aktualisiert

1 VORBEMERKUNGEN

Dieser statischen Berechnung liegen folgende Unterlagen zugrunde:
Zeichnerische Unterlagen:
Seite 4

Vorschriften und Berechnungsgrundlagen etc. :

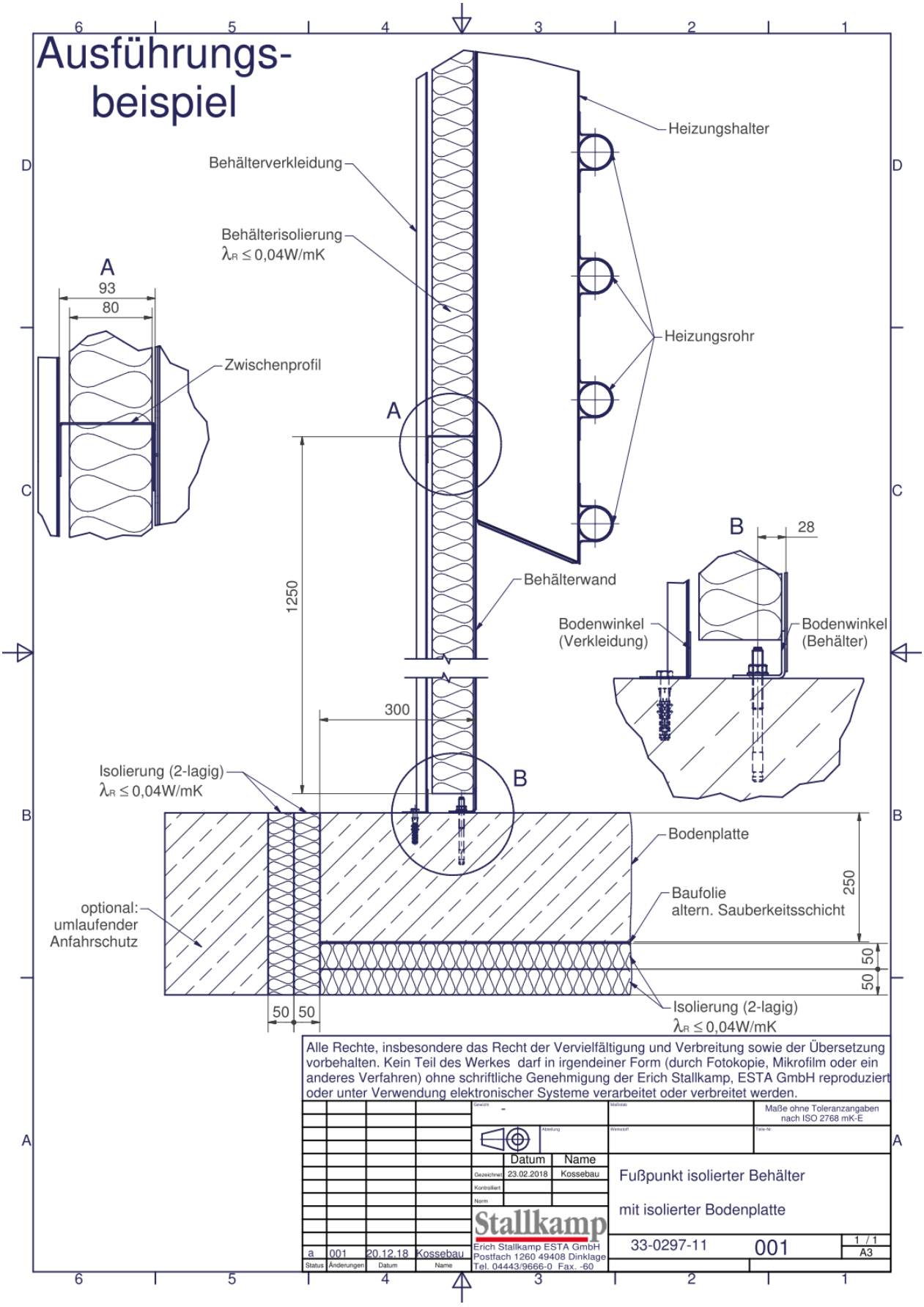
Norm/Vorschrift	Ausgabe	Bezeichnung
DIN EN 1990	2010-12	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991		Lastannahmen
DIN EN 1992		Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

Verwendete Baustoffe:

Stahlbeton	C25/30 WU, XC4, XF1, XA1, WA
Betonstahl	B 500 (A u. B)

Verwendete Literatur:
Schneider „Bautabellen für Ingenieure“ 24. Aufl.
EDV: RFEM 5

2 ZEICHNUNG



Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Erich Stallkamp, ESTA GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet oder verbreitet werden.

Maße ohne Toleranzangaben nach ISO 2768 mK-E

	Datum	Name
Gezeichnet	23.02.2018	Kossebau
Kontrolliert		
Norm		

Fußpunkt isolierter Behälter

mit isolierter Bodenplatte

Stallkamp
Erich Stallkamp ESTA GmbH
Postfach 1260 49408 Dinklage
Tel. 04443/9666-0 Fax. -60

33-0297-11 001 1 / 1 A3

Status	Änderungen	Datum	Name
a	001	20.12.18	Kossebau

3 ALLGEMEINES

3.1 Beschreibung

Entsprechend der Funktionsbeschreibung zu den Biogasfermentern muss von einer Aufheiztemperatur von max. 55°C ausgegangen werden. Ausgehend von einer Außentemperatur von -15°C wird der Temperaturverlauf in der gedämmten Bodenplatte (siehe S. 4) ermittelt und für die statische Berechnung berücksichtigt. Dabei werden die Differenztemperaturen für die Randbereiche gestaffelt.

Der Bemessungsnachweis erfolgt für die Bodenplatte zum Behälter mit 23,801 m Durchmesser und einer Höhe ohne Dach von 23,810 m. Umlaufender Überstand der Bodenplatte ist b = 30 cm. Als Berechnungsgrundlage wird ein modifiziertes Bettungsmodulverfahren nach Pasternak/Barwaschow gewählt. Hierbei wird durch einen modellierten Bettungskragen der angrenzende Bodenbereich berücksichtigt.
Unter Annahme des Bettungsmodul von ks = 15 MN/m³ sind die zulässigen Bodenpressungen in Abhängigkeit der Behälterhöhe einzuhalten.

Behälterhöhe h in m	**Zul. Bodenpressung σ_{Rd} in kN/m²**
23,810 m	330
22,558 m	315
21,306 m	300
20,054 m	280
18,802 m	265
17,550 m	250
16,298 m	230
15,046 m	215
13,794 m	200
12,542 m	180
11,290 m	165
10,038 m	150
8,786 m	130

Bei ungleichmäßigen Setzungen entstehen durch die Flüssigkeitsfüllung zusätzliche Meridiankräfte, die Beulen auslösen können. Folglich sollte die Setzungsdifferenz in Umfangsrichtung eine Neigung von über 1‰ nach DIN EN 1993-1-6 nicht überschreiten.

Die Bemessung der Bodenplätte enthält einen Rissbreitennachweis. Die Rissbreite wird auf max. wk = 0,2 mm begrenzt.

Bei der folgenden Berechnung wird die TRAS 320 berücksichtigt. Dabei werden die Teilsicherheitsbeiwerte bei den Lastfällen Wind und Schnee mit dem Faktor K_{FI} = 1,10 beaufschlagt. Lastfallkombinationen, die den außergewöhnlichen Schnee im Norddeutschen Tiefland beinhalten, müssen nicht noch zusätzlich durch den Faktor vergrößert werden.

3.2 Belastung

3.2.1 Lastfall 1 - Eigengewicht

Eigengewicht der Behälterbleche:
Annahme: mittlere Blechdicke 7,0 mm
0,007m x 23,810m x 78,5 kN/m³ = 13,08 kN/m ≈ 13,50 kN/m

Eigengewicht des Randprofils ≈ 0,25 kN /m

Eigengewicht der Zwischenprofile 18 * 0,0333 ≈ 0,60 kN/m

Eigengewicht des Bodenwinkels ≈ 0,05 kN/m

Eigengewicht aus dem Dach, inkl. Rührwerk
450 kN + 105 kN (siehe Anhang Kapitel 5.2)
Umfang: π * D = 74,77 m
555 kN / 74,77 m = 7,50 kN/m

Σ Randlast

13,50 + 0,25 + 0,60 + 0,05 + 7,50 ≈ 21,90 kN/m

3.2.2 Lastfall 2 – Flüssigkeitsfüllung

Flächenlast aus Flüssigmedium γ = 10 kN/m³
max. Einfüllhöhe ca. 23,81 m
10 kN/m³ x 23,810 m ≈ 238,1 kN/m²

Im Betriebszustand herrscht im Hochfermenter ein Überdruck von maximal 30mbar.
Überdruck aus den Dachauflagerreaktionen
-1260 kN (siehe Anhang Kapitel 5.2)
Umfang: π * D = 74,77 m
-1260 kN / 74,77 m = -16,85 kN/m

3.2.3 Lastfall 3 - Temperatur

Die Temperaturen werden wie folgt angenommen und berücksichtigen den ermittelten Temperaturverlauf. Der Temperaturverlauf ist dem Anhang in Kapitel 5.1 zu entnehmen:

Bereich	Temperaturdifferenz	
äußerer Rand b = 60 cm	-15,00 – 20,00 =	- 35,00°
Ring b= 60 cm	33,31 – 21,00 =	12,30°
Ring b= 120 cm	39,70 - 33,69 =	6,00°
Restbereich	49,21 – 46,36 =	2,85°

$T_M = (T_o + T_u) / 2$ (mittlere Temperaturerwärmung)
$\Delta T = T_o - T_u$ (Temperaturdifferenz)

Hinweis:
Die Temperaturen entsprechen nicht den Umgebungstemperaturen sondern den Bauteiltemperaturen aus der Temperaturberechnung

3.2.4 Lastfall 4 – Schneelasten

Nach DIN EN 1991-1-3:2010-12 gilt für Schneelastzone 2 bis 286 m. ü. d. M.:
$s_k = 0,85$ kN/m²

Formbeiwert $\mu_1 = 0,8$ bei einer Dachneigung $\leq 30°$

Schneelast auf dem Dach
$s = \mu_1 * s_k = 0,8*0,85 = 0,68$ kN/m²

außergewöhnliche Belastung „norddeutsches Tiefland“
Für den außergewöhnlichen Lastfall „Norddeutsches Tiefland“ wird die Schneelast mit dem Beiwert $C_{esl} = 2,3$ vergrößert: $s_{Ad} = C_{esl} * s_k = 2,3* 0,68$ kN/m² = 1,56 kN/m²

Schnee vom Dach als Gesamtlast: 300 kN (siehe Anhang Kapitel 5.2)
Umfang: $\pi * D = 74,77$ m
300 kN / 74,77 m = 4,05 kN/m

Für den außergewöhnlichen Lastfall „Norddeutsches Tiefland“ wird die Schneelast mit dem Beiwert C_{esl} = 2,3 vergrößert:
$s_{Ad} = C_{esl} * s_k$

Bei der außergewöhnlichen Bemessungssituation ist der Teilsicherheitsbeiwert γ=1,0. Die Berücksichtigung erfolgt programmintern.

Randlast

4,05 kN/m

3.2.5 Lastfall 5 – Windlasten

Die Windlasten auf dem Behälter und dem Dach werden durch ein globales Kippmoment berücksichtigt. Die Auflagerlasten aus dem Dach infolge Wind (siehe Anhang Kapitel 5.2) sind damit erfasst.

Annahme: Windzone 4, Küste mit $q_{b,0}$ = 0,56 kN/m²

c_f = 0,70 (Annahme), Gruppenwirkung Faktor 1,15

$q_p = 2{,}30*0{,}56\ kN/m^2 *(26{,}447/10)^{0{,}27} = 1{,}67\ kN/m^2$

$q_w = 1{,}15* 0{,}70 * 1{,}67\ kN/m^2 * 23{,}801\ m = 32{,}10\ kN/m$

$M_W = 32{,}10\ kN/m * (26{,}447\ m)^2 / 2 = 11222{,}03\ kNm$

$D \text{ bzw. } -Z = 11222{,}03 * 4/(\pi * 23{,}801^2) = \pm 25{,}30\ kN/m$

Die resultierende Zug- bzw. Druckkraft wird aufgrund der Schalenwirkung mit dem Faktor 2,0 beaufschlagt:

Randlast

± 50,6 kN/m ≈ 51,00 kN/m

3.2.6 Lastfall 6 – Verkehrslasten

Verkehrslasten vom Dach als Gesamtlast: 45 kN (siehe Anhang Kapitel 5.2)

Umfang: $\pi * D = 74{,}77$ m

45 kN / 74,77 m = 0,60 kN/m

Randlast

0,60 kN/m

3.2.7 Lastfall 7

ENTFÄLLT

3.2.8 Lastfall 8 – Rührwerk

Die Werte sind dem Anhang Kapitel 5.2 zu entnehmen.

Vx/y * 23 m + Mx/y = 4,0 kN * 23 m + 60,0 kNm = 152,00 kNm (statischer Anteil)
Vx/y * 23 m + Mx/y = 7,3 kN * 23 m + 53,0 kNm = 220,90 kNm (dynamischer Anteil)
= 372,90 kNm

D bzw. –Z = 372,90 * 4/(π * 23,801²) = ± 0,84 kN/m

Vz = 105,00 kN (statischer Anteil)
Vz = 8,60 kN (dynamischer Anteil)
113,60 kN

Umfang: π * D = 74,77 m
113,6 kN / 74,77 m = 1,52 kN/m

1,52 kN/m + 0,84 kN/m = 2,36 kN/m

Randlast
0,84 + 2,36 = 3,20 kN/m

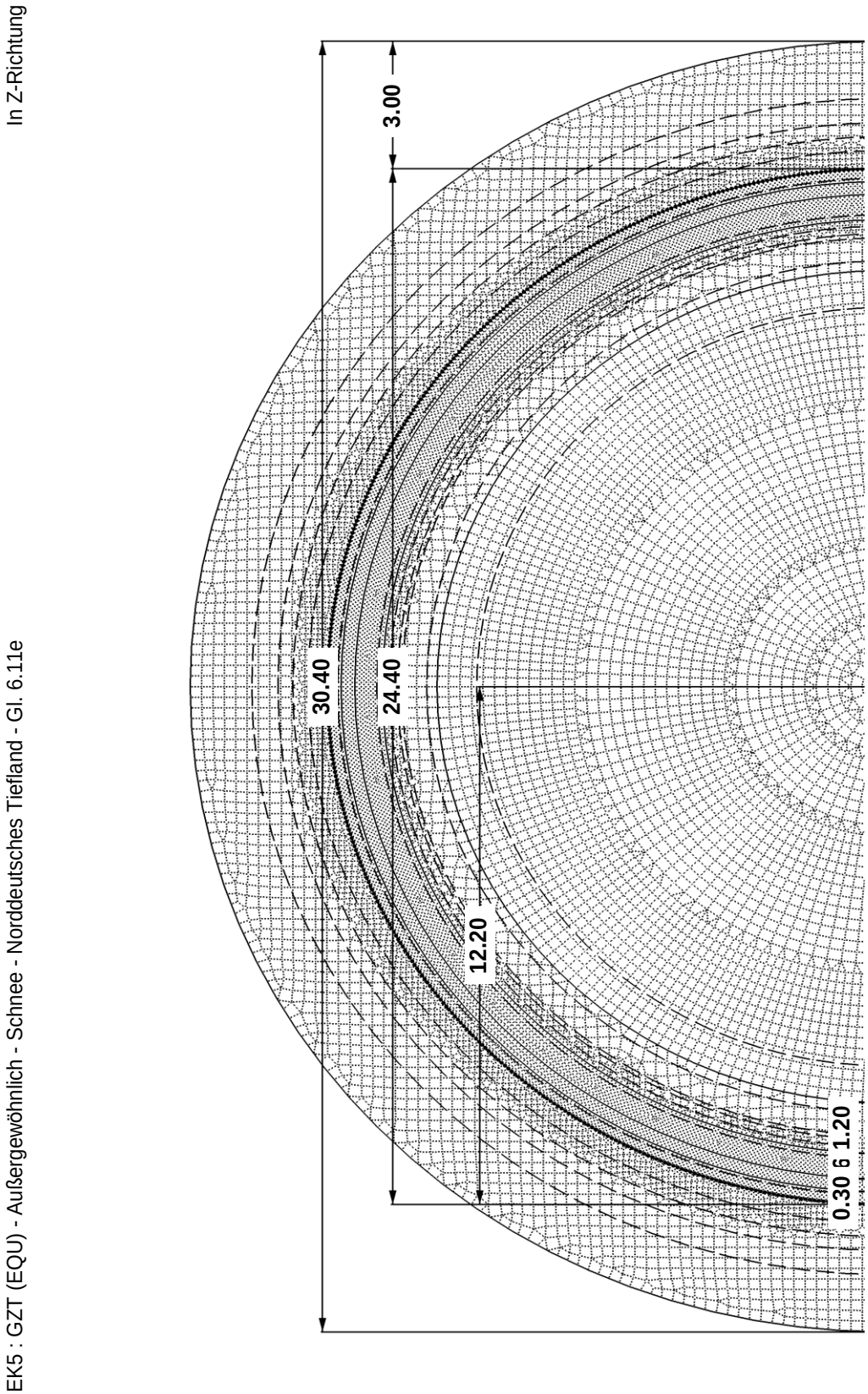
3.2.9 Lastfall 9 – Unterdruck

Im außergewöhnlichen Lastfall kann Unterdruck im Behälter entstehen.
140 kN (siehe Anhang Kapitel 5.2)
Umfang: π * D = 74,77 m
140 kN / 74,77 m = 1,87 kN/m

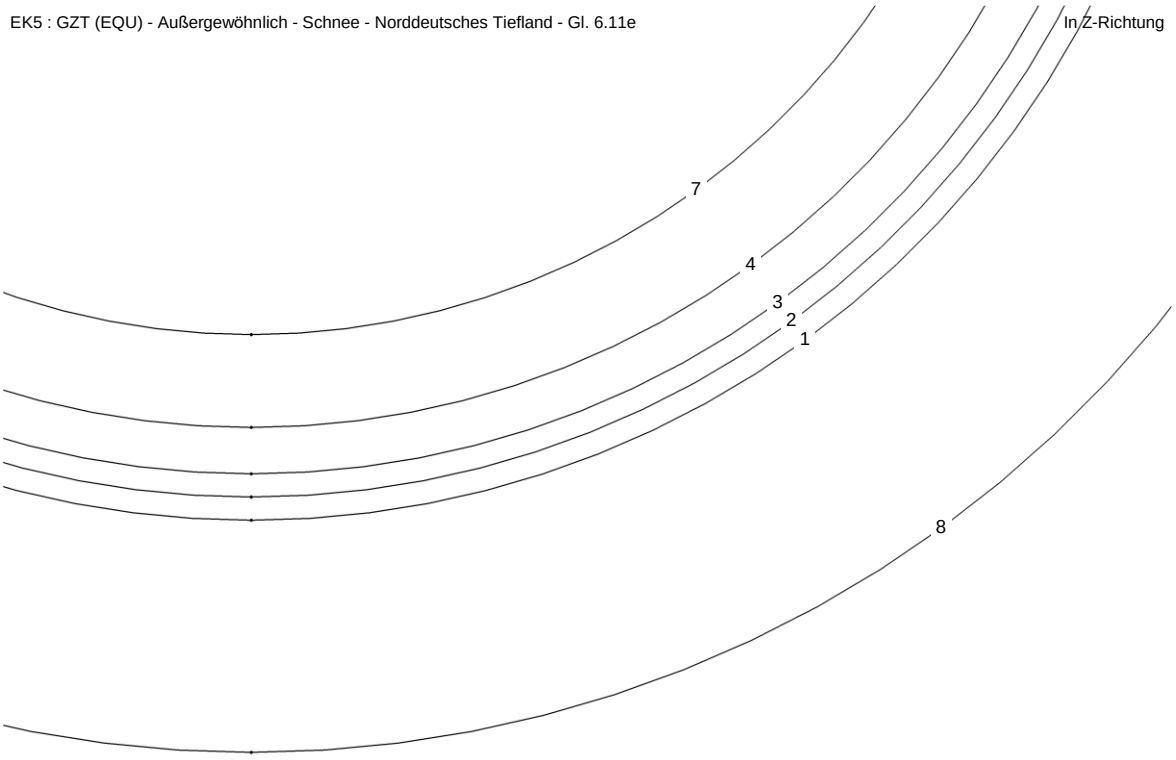
4 NACHWEIS DER BODENPLATTE

4.1 System und Modellangaben

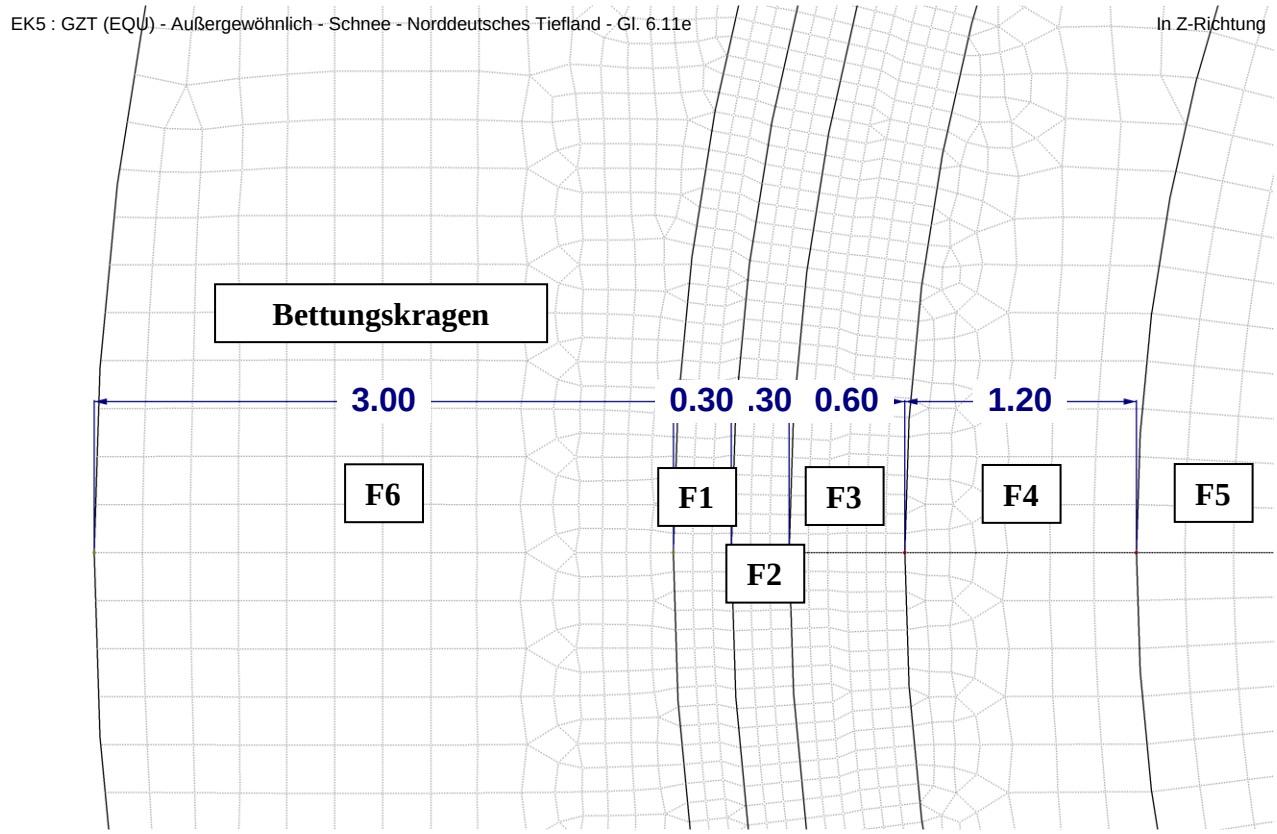
System der Bodenplatte



Linien-Nummern



Einteilung der Randbereiche und Flächen-Nummern



Modell-Basisangaben

	Allgemein	Modellname	:	D24,401_d25_WZ4-Bettung 15MPa
		Modelltyp	:	3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
		x Kombinationen automatisch erzeugen	:	x Lastkombinationen
	Optionen	- RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen		
		- CQC-Regel anwenden		
		- CAD/BIM-Modell ermöglichen		
		Erdbeschleunigung g	: :	 10.00 m/s^2

FE-Netz-Einstellungen

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	I_{FE}	:	0.250 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	e	:	0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
		x Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen			
		x Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt			
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	D_D	:	1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	a	:	0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke
					x Gleiche Quadrate generieren, wo möglich
		x Ausgerichtetes FE-Netz			

Materialien

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Querdehnzahl n [-]	Spez. Gewicht g [kN/m³]	Wärmedehnz. a [1/°C]	Teilsich.-Beiwert g_M [-]	Material-Modell
1	Beton C25/30 | EN 1992-1-1:2004/A1:2014						
	3100.00	1291.67	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

Flächen

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Flächentyp Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	Dicke d [cm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
1	Eben	Standard	1	1	Konstant	25.00	22.714	14196.50
2	Eben	Standard	2	1	Konstant	25.00	22.149	13843.30
3	Eben	Standard	3	1	Konstant	25.00	42.595	26621.90
4	Eben	Standard	4,5	1	Konstant	25.00	78.421	49013.20
5	Eben	Standard	7	1	Konstant	25.00	301.748	188592.00
6	Eben	Standard	8	1	Konstant	1.00	258.269	6456.72

Flächen - Integrierte Objekte

Fläche Nr.	Integrierte Objekte Nr. Knoten	Linien	Öffnungen	Kommentar
1			1	
2		11	4	
3		6	2	
4		13	5	
5		12		
6			3	

Öffnungen

Öffnung Nr.	Begrenzungslinien Nr.	In Fläche Nr.	Fläche A [m²]	Kommentar
1	2	1	444.626	
2	4,5	3	379.952	
3	1	6	467,325	
4	3	2	422.491	
5	7	4	301.582	

Flächenlager

Bettung Nr.	Flächen Nr.	Federkonstanten RF-SOILIN	Stützung bzw. Feder [kN/m³] u_x	u_y	u_z	Schubfeder [kN/m] v_{xz}	v_{yz}
1	1-6	-	1.000	1.000	15000.000	-	-

FE-Netzverdichtungen

Verdicht. Nr.	FE-Netz Verdichtung angewendet auf	Knoten Nr.	Anzahl Teilungen	Umkreis Radius [m]	Angestrebte FE-Länge [m] Innen	Außen	Kommentar
1	Flächen	1,2		0.100			
2	Linien durch FE-Länge	1		0.100			

4.2 Belastung

Lastfälle

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 | DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	x	0.000	0.000	1.000
LF2	Füllung Flüssigkeit	Ständig/Nutzlast	-			
LF3	Temperatur	Temperatur (ohne Brand)	-			
LF4	Schnee	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	-			
LF5	Wind	Wind	-			
LF6	Verkehrslasten	Verkehrslasten - Kategorie H: Dächer	-			
LF7	ENTFÄLLT		-			
LF8	Rührwerk	Verkehrslasten – Kategorie H: Dächer	-			
LF9	Unterdruck	Außergewöhnlich	-			

Lastfälle - Berechnungsparameter

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter		
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: x	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: x	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: x	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF2	Füllung Flüssigkeit	Berechnungstheorie	: x	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: x	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: x	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF3	Temperatur	Berechnungstheorie	: x	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: x	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: x	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

Lastfälle - Berechnungsparameter

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LF4	Schnee	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF5	Wind	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF6	Verkehrslasten	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF7	entfällt	
LF8	Rührwerk	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

Lastfälle - Berechnungsparameter

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z) : x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF2	Füllung Flüssigkeit	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear) Berechnungsverfahren für das : x Newton-Raphson

Lastfälle - Berechnungsparameter

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter
		System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF3	Temperatur	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF4	Schnee	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Optionen : x **Belastung mit Faktor bearbeiten: 1.100**
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF5	Wind	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Optionen : x **Belastung mit Faktor bearbeiten: 1.100**
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF6	Verkehrslasten	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF7		entfällt
LF8	Rührwerk	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF9	Unterdruck	Berechnungstheorie : x Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen : x Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für: : x Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
		: x Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

Lastkombinationen

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1	GZT	1.35*LF1	1	1.35	LF1	Eigengewicht
LK2	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
LK3	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF3	Temperatur
LK4	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.75*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF3	Temperatur
			3	0.75	LF4	Schnee
LK5	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF3	Temperatur

Lastkombinationen

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
LK6	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	0.90	LF5	Wind
LK7	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3 + 0.75*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
LK8	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF3	Temperatur
			3	0.90	LF5	Wind
LK9	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF3	Temperatur
			4	0.90	LF5	Wind
LK10	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF3	Temperatur
LK11	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF4	Schnee
LK12	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	1.50	LF4	Schnee
LK13	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	1.50	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
LK14	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF4	Schnee
			5	0.90	LF5	Wind
LK15	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF4	Schnee
LK16	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF4	Schnee
			3	0.90	LF5	Wind
LK17	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF4 + 0.9*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
LK18	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF4	Schnee
LK19	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF5	Wind
LK20	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	1.50	LF5	Wind
LK21	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	1.50	LF5	Wind
LK22	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	1.50	LF5	Wind

Lastkombinationen

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK23	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF5	Wind
LK24	GZT	1.35*LF1 + 0.75*LF4 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.75	LF4	Schnee
			3	1.50	LF5	Wind
LK25	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	1.50	LF5	Wind
LK26	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF5	Wind
LK27	GZT	1.35*LF1 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK28	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK29	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK30	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK31	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	0.90	LF5	Wind
			6	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK32	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	0.90	LF5	Wind
			6	1.50	LF6	Verkehrslasten
			7	1.50	LF8	Rührwerk
LK33	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	0.90	LF5	Wind
			6	1.50	LF8	Rührwerk
LK34	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK35	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
			6	1.50	LF8	Rührwerk
LK36	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.75*LF4 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.75	LF4	Schnee
			5	1.50	LF8	Rührwerk

Lastkombinationen

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK37	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF3 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF3	Temperatur
			3	0.90	LF5	Wind
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK38	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK39	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
			6	1.50	LF8	Rührwerk
LK40	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 0.9*LF5 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF8	Rührwerk
LK41	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK42	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
			5	1.50	LF8	Rührwerk
LK43	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF3 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF3	Temperatur
			4	1.50	LF8	Rührwerk
LK44	GZT	1.35*LF1 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.75	LF4	Schnee
			3	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK45	GZT	1.35*LF1 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.75	LF4	Schnee
			3	0.90	LF5	Wind
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK46	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK47	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF6	Verkehrslasten
			6	1.50	LF8	Rührwerk
LK48	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 0.9*LF5 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	0.90	LF5	Wind
			5	1.50	LF8	Rührwerk
LK49	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK50	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee

Lastkombinationen

Last-	Lastkombination					
kombin.	BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
			5	1.50	LF8	Rührwerk
LK51	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.75*LF4 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.75	LF4	Schnee
			4	1.50	LF8	Rührwerk
LK52	GZT	1.35*LF1 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	0.90	LF5	Wind
			3	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK53	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF5	Wind
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK54	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF5	Wind
			4	1.50	LF6	Verkehrslasten
			5	1.50	LF8	Rührwerk
LK55	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 0.9*LF5 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.90	LF5	Wind
			4	1.50	LF8	Rührwerk
LK56	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF6	Verkehrslasten
LK57	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF6 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF6	Verkehrslasten
			4	1.50	LF8	Rührwerk
LK58	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF8	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.50	LF8	Rührwerk
LK59	G Ch	LF1	1	1.00	LF1	Eigengewicht
LK60	G Ch	LF1 + LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
LK61	G Ch	LF1 + LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF3	Temperatur
LK62	G Ch	LF1 + LF3 + 0.5*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF3	Temperatur
			3	0.50	LF4	Schnee
LK63	G Ch	LF1 + LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF3	Temperatur
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
LK64	G Ch	LF1 + LF2 + LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	0.60	LF5	Wind
LK65	G Ch	LF1 + LF2 + LF3 + 0.5*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
LK66	G Ch	LF1 + LF3 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF3	Temperatur
			3	0.60	LF5	Wind
LK67	G Ch	LF1 + LF2 + LF3 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF3	Temperatur
			4	0.60	LF5	Wind
LK68	G Ch	LF1 + LF2 + LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF3	Temperatur

Lastkombinationen

Last-	Lastkombination					
kombin.	BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK69	G Ch	LF1 + LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF4	Schnee
LK70	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF4	Schnee
LK71	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
LK72	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF4	Schnee
			5	0.60	LF5	Wind
LK73	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF4	Schnee
LK74	G Ch	LF1 + LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF4	Schnee
			3	0.60	LF5	Wind
LK75	G Ch	LF1 + LF2 + LF4 + 0.6*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
LK76	G Ch	LF1 + LF2 + LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF4	Schnee
LK77	G Ch	LF1 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF5	Wind
LK78	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF5	Wind
LK79	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF5	Wind
LK80	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	1.00	LF5	Wind
LK81	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF5	Wind
LK82	G Ch	LF1 + 0.5*LF4 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF4	Schnee
			3	1.00	LF5	Wind
LK83	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF5	Wind
LK84	G Ch	LF1 + LF2 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF5	Wind
LK85	G Ch	LF1 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK86	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK87	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur

Lastkombinationen

Last-	Lastkombination					
kombin.	BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK88	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK89	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	0.60	LF5	Wind
			6	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK90	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	0.60	LF5	Wind
			6	1.00	LF6	Verkehrslasten
			7	1.00	LF8	Rührwerk
LK91	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	0.60	LF5	Wind
			6	1.00	LF8	Rührwerk
LK92	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK93	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
			6	1.00	LF8	Rührwerk
LK94	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.5*LF4 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.50	LF4	Schnee
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK95	G Ch	LF1 + 0.6*LF3 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF3	Temperatur
			3	0.60	LF5	Wind
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK96	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK97	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.6*LF5 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
			6	1.00	LF8	Rührwerk
LK98	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + 0.6*LF5 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK99	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht

Lastkombinationen

Last-	Lastkombination					
kombin.	BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK100	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK101	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF8	Rührwerk
LK102	G Ch	LF1 + 0.5*LF4 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF4	Schnee
			3	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK103	G Ch	LF1 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF4	Schnee
			3	0.60	LF5	Wind
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK104	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK105	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF6	Verkehrslasten
			6	1.00	LF8	Rührwerk
LK106	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + 0.6*LF5 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	0.60	LF5	Wind
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK107	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK108	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK109	G Ch	LF1 + LF2 + 0.5*LF4 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF4	Schnee
			4	1.00	LF8	Rührwerk
LK110	G Ch	LF1 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.60	LF5	Wind
			3	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK111	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF5 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF5	Wind
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK112	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF5 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF5	Wind
			4	1.00	LF6	Verkehrslasten
			5	1.00	LF8	Rührwerk
LK113	G Ch	LF1 + LF2 + 0.6*LF5 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.60	LF5	Wind

Lastkombinationen

Last-	Lastkombination					
kombin.	BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			4	1.00	LF8	Rührwerk
LK114	G Ch	LF1 + LF2 + LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF6	Verkehrslasten
LK115	G Ch	LF1 + LF2 + LF6 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF6	Verkehrslasten
			4	1.00	LF8	Rührwerk
LK116	G Ch	LF1 + LF2 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF8	Rührwerk
LK117	G Hä	LF1	1	1.00	LF1	Eigengewicht
LK118	G Hä	LF1 + LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
LK119	G Hä	LF1 + 0.5*LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF3	Temperatur
LK120	G Hä	LF1 + LF2 + 0.5*LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF3	Temperatur
LK121	G Hä	LF1 + 0.2*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF4	Schnee
LK122	G Hä	LF1 + LF2 + 0.2*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.20	LF4	Schnee
LK123	G Hä	LF1 + 0.2*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF5	Wind
LK124	G Hä	LF1 + LF2 + 0.2*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.20	LF5	Wind
LK125	G Qs	LF1	1	1.00	LF1	Eigengewicht
LK126	G Qs	LF1 + LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
LK127	-	LF1 + 2.3*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	2.30	LF4	Schnee
LK128	-	LF1 + LF2 + 2.3*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	2.30	LF4	Schnee
LK129	-	0.95*LF1 + 2.3*LF4	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	2.30	LF4	Schnee
LK130	-	0.95*LF1 + LF2 + 2.3*LF4	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	2.30	LF4	Schnee
LK131	AGE	LF1 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF9	Unterdruck
LK132	AGE	LF1 + LF2 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK133	AGE	LF1 + 0.5*LF3 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK134	AGE	LF1 + LF2 + 0.5*LF3 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.50	LF3	Temperatur
			4	1.00	LF9	Unterdruck
LK135	AGE	LF1 + 0.2*LF4 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF4	Schnee
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK136	AGE	LF1 + LF2 + 0.2*LF4 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.20	LF4	Schnee
			4	1.00	LF9	Unterdruck
LK137	AGE	LF1 + 0.2*LF5 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF5	Wind

Lastkombinationen

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK138	AGE	LF1 + LF2 + 0.2*LF5 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	0.20	LF5	Wind
			4	1.00	LF9	Unterdruck
LK139	AGE	0.95*LF1 + LF9	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF9	Unterdruck
LK140	AGE	0.95*LF1 + LF2 + LF9	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Füllung Flüssigkeit
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK141	AGE	0.95*LF1 + 0.5*LF3 + LF9	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	0.50	LF3	Temperatur
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK142	AGE	0.95*LF1 + 0.2*LF4 + LF9	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF4	Schnee
			3	1.00	LF9	Unterdruck
LK143	AGE	0.95*LF1 + 0.2*LF5 + LF9	1	0.95	LF1	Eigengewicht
			2	0.20	LF5	Wind
			3	1.00	LF9	Unterdruck

Ergebniskombinationen

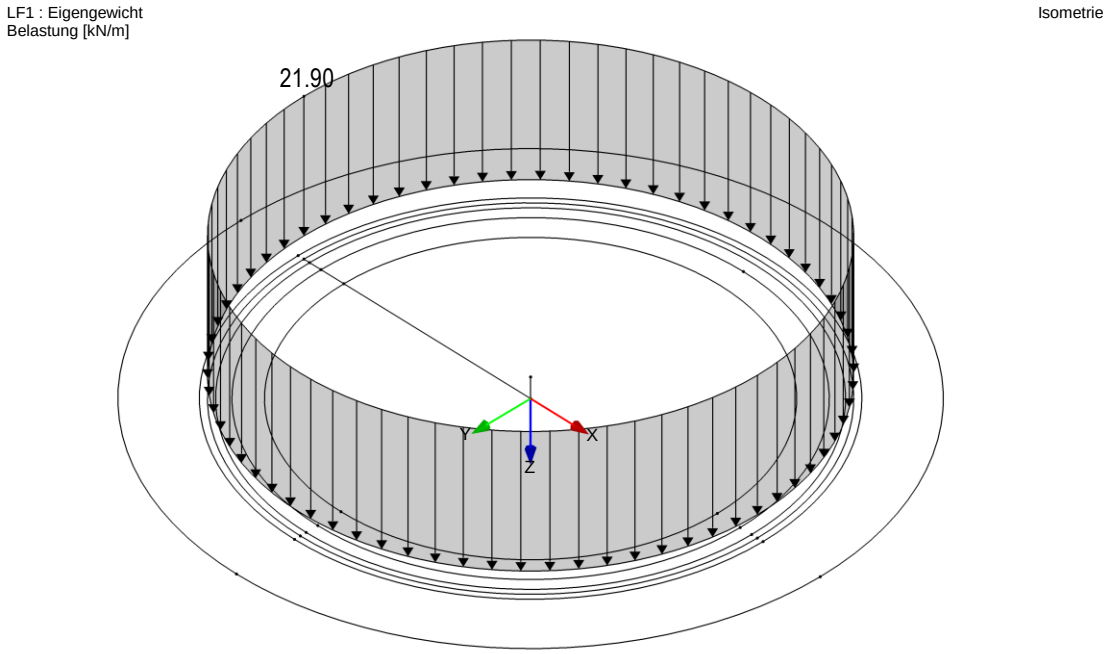
Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10	LK1/s oder bis LK58
EK2	GZG - Charakteristisch	LK59/s oder bis LK116
EK3	GZG - Häufig	LK117/s oder bis LK124
EK4	GZG - Quasi-ständig	LK125/s oder LK126/s
EK5	GZT (EQU) Außergewöhnlich - Schnee - Norddeutsches Tiefland - Gl. 6.11e	LK127/s oder bis LK130
EK6	GZT (EQU) Außergewöhnlich	LK131/s oder bis LK143

LF1 Eigengewicht

Linienlasten LF1: Eigengewicht

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	2	Kraft	Konstant	ZL	p	16.55	kN/m
	Eigenlast aus Behälter, Dach und Rührwerk							

LF1: Eigengewicht Randlast Behälterwandung



LF2 Flüssigkeitsfüllung

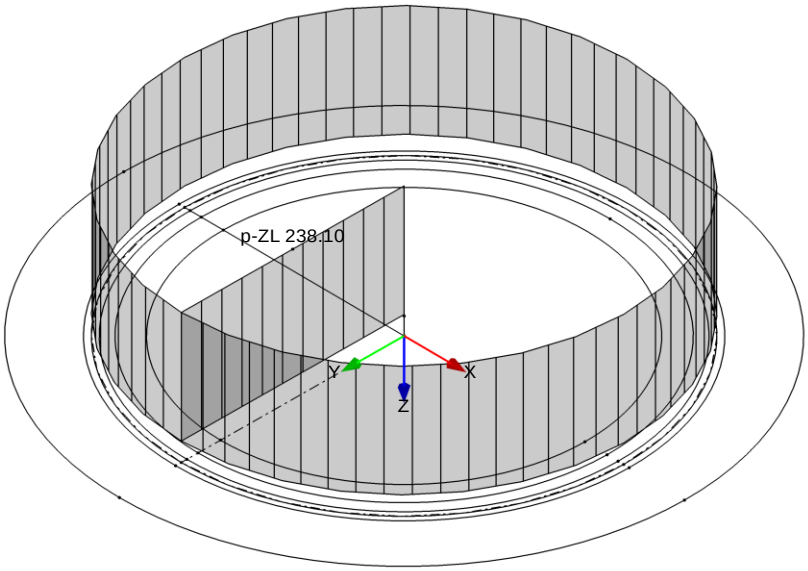
Freie Kreislasten — LF2: Füllung Flüssigkeit

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastposition					Lastgröße	
						XYZ [m]		XYZ [m]	R [m]	p_C [kN/m²]	p_R [kN/m²]
1	Alles	XY	Konstant	ZL	x	0.000	y	0.000	11.900	238.100	

LF2: Füllung Flüssigkeit

LF2 : Füllung Flüssigkeit
Belastung [kN/m^2]

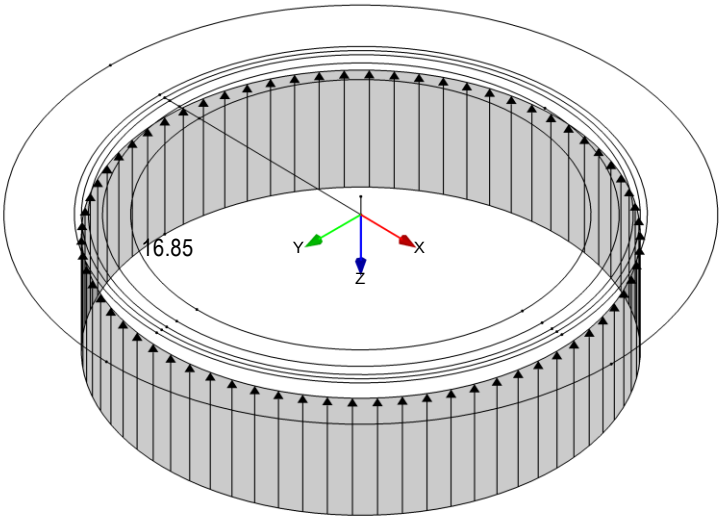
Isometrie



Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter		
						Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	2	Kraft	Konstant	ZL	p	-16.85	kN/m

LF2 : Füllung Flüssigkeit
Belastung [kN/m]

Isometrie



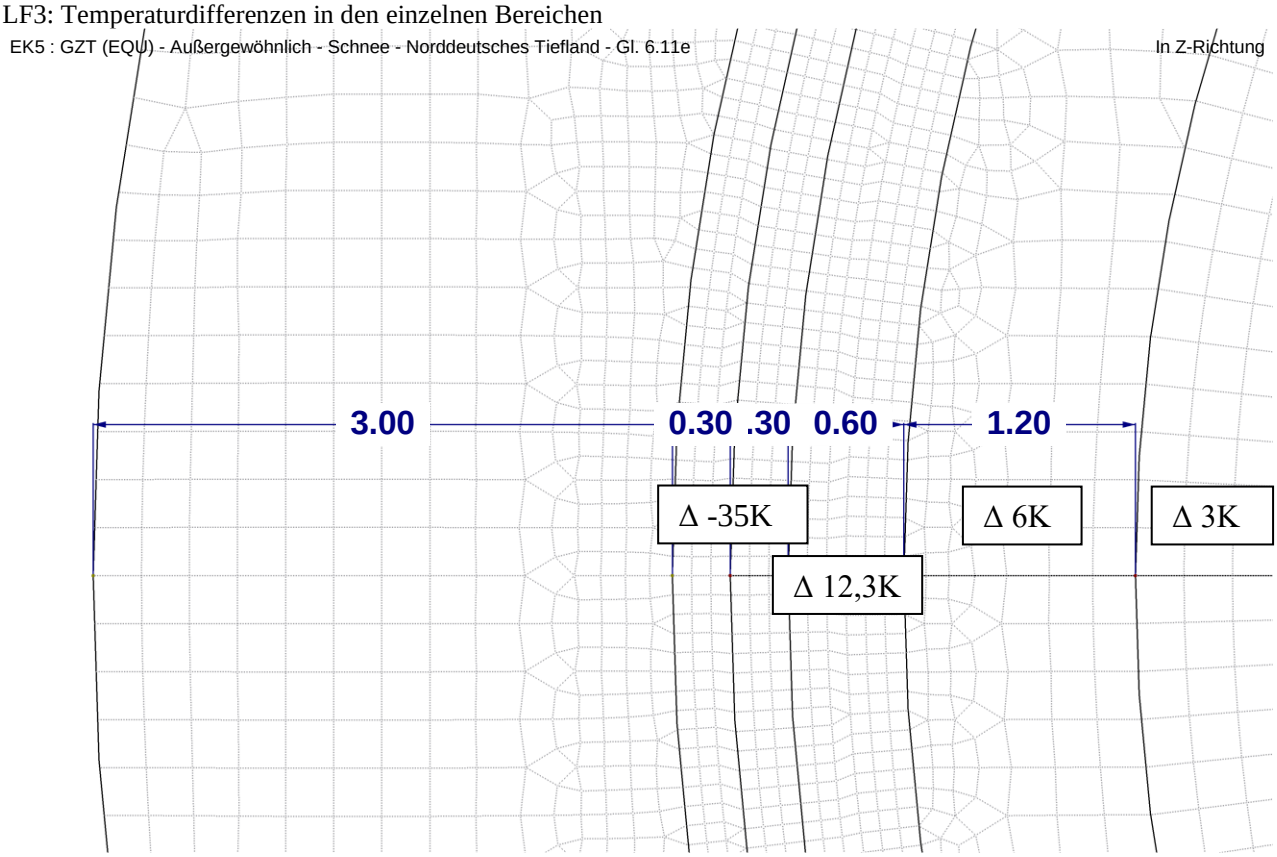
LF3 Temperatur

Flächenlasten

LF3: Temperatur

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	1,2	Temperatur	Konstant		T_c	0.0	°C
					DT	-35.0	°C
2	3	Temperatur	Konstant		T_c	0.0	°C
					DT	12.3	°C
3	4	Temperatur	Konstant		T_c	0.0	°C
					DT	6.0	°C
4	5	Temperatur	Konstant		T_c	0.0	°C
					DT	3.0	°C

LF3: Temperaturdifferenzen in den einzelnen Bereichen



LF4 Schnee

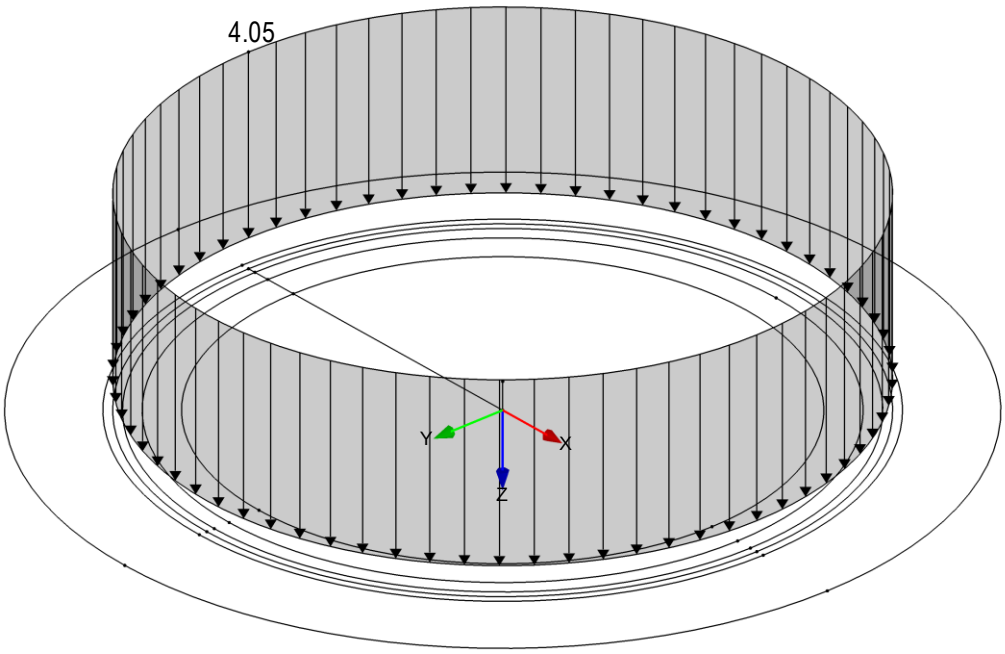
Linienlasten LF4: Schnee

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien Schnee - Dach	2	Kraft	Konstant	ZL	p	4.05	kN/m

LF4: Schneelasten

LF4 : Schnee
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF5 Wind

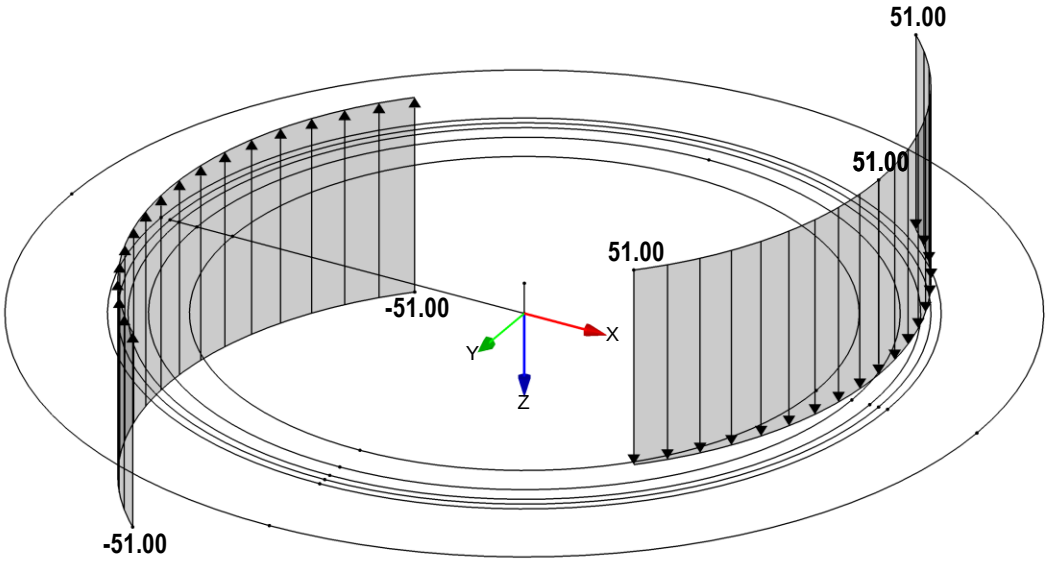
Linienlasten LF5: Wind

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	2	Kraft	Veränderlich	ZL	x_1	0.000	m
						P_1	51.00	kN/m
						x_2	9.345	m
						P_2	51.00	kN/m
						x_3	9.345	m
						P_3	0.00	kN/m
						x_4	28.035	m
						P_4	0.00	kN/m
						x_5	28.035	m
						P_5	-51.00	kN/m
						x_6	46.725	m
						P_6	-51.00	kN/m
						x_7	46.725	m
						P_7	0.00	kN/m
						x_8	65.415	m
						P_8	0.00	kN/m
						x_9	65.415	m
						P_9	51.00	kN/m
						x_{10}	74.770	m
						P_{10}	51.00	kN/m

LF5: Windlasten

LF5 : Wind
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF6 Verkehrslasten

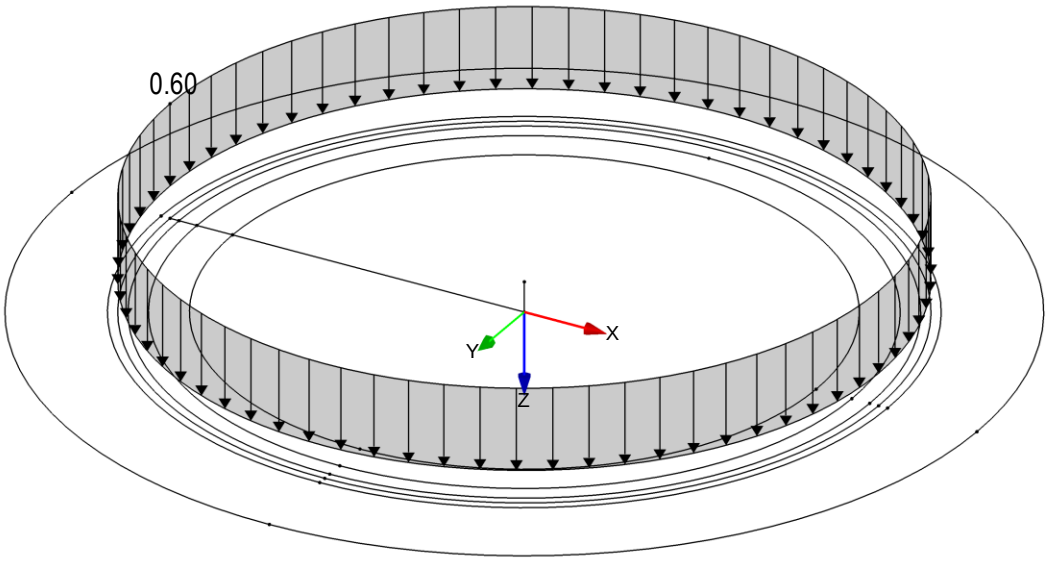
Linienlasten LF6: Verkehrslasten

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	2	Kraft	Konstant	ZL	p	0,60	kN/m

LF6: Verkehrslasten

LF6 : Verkehrslasten
Belastung [kN/m]

Isometrie



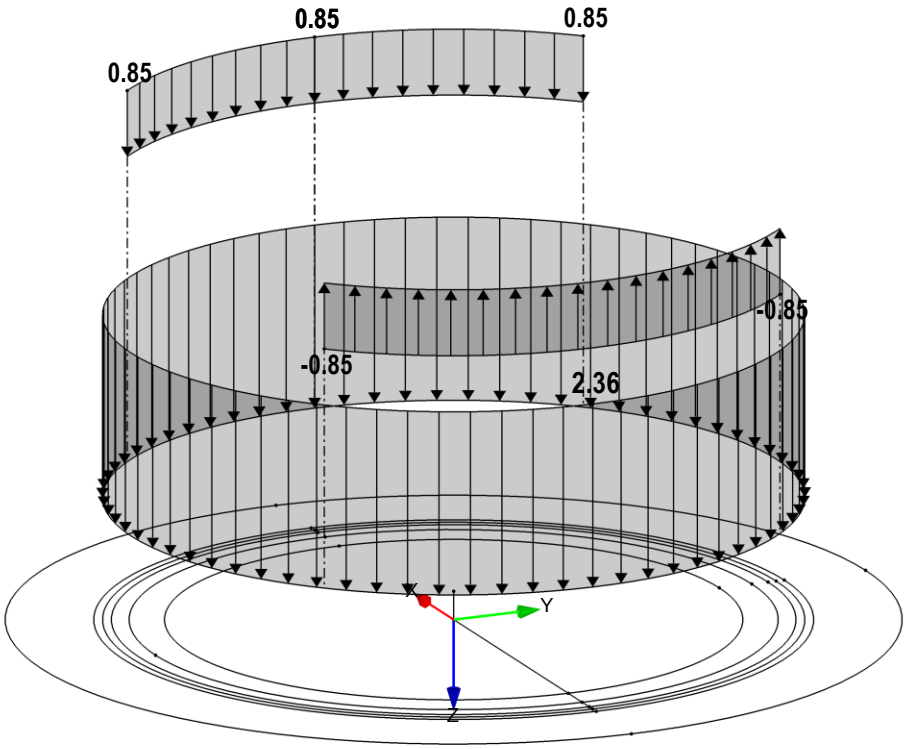
LF8 Rührwerk

Linienlasten LF8: Rührwerk

Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien Rührwerk	2	Kraft	Konstant	ZL	p	2.36	kN/m
2	Linien	2	Kraft	Veränderlich	ZL	x_1	0.000	m
						P_1	0.85	kN/m
						x_2	9.345	m
						P_2	0.85	kN/m
						x_3	9.345	m
						P_3	0.00	kN/m
						x_4	28.035	m
						P_4	0.00	kN/m
						x_5	28.035	m
						P_5	-0.85	kN/m
						x_6	46.725	m
						P_6	-0.85	kN/m
						x_7	46.725	m
						P_7	0.00	kN/m
						x_8	65.415	m
						P_8	0.00	kN/m
						x_9	65.415	m
						P_9	0.85	kN/m
						x_{10}	74.770	m
						P_{10}	0.85	kN/m

LF8 : Rührwerk
Belastung [kN/m]

Isometrie



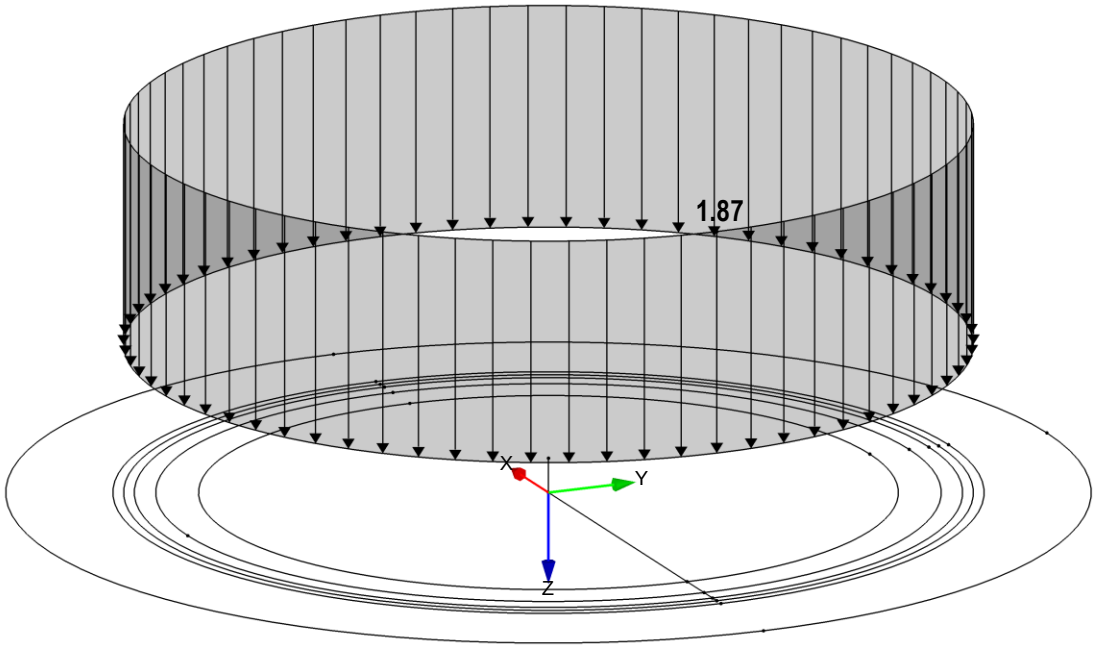
LF9 Unterdruck

Linienlasten LF9: Unterdruck

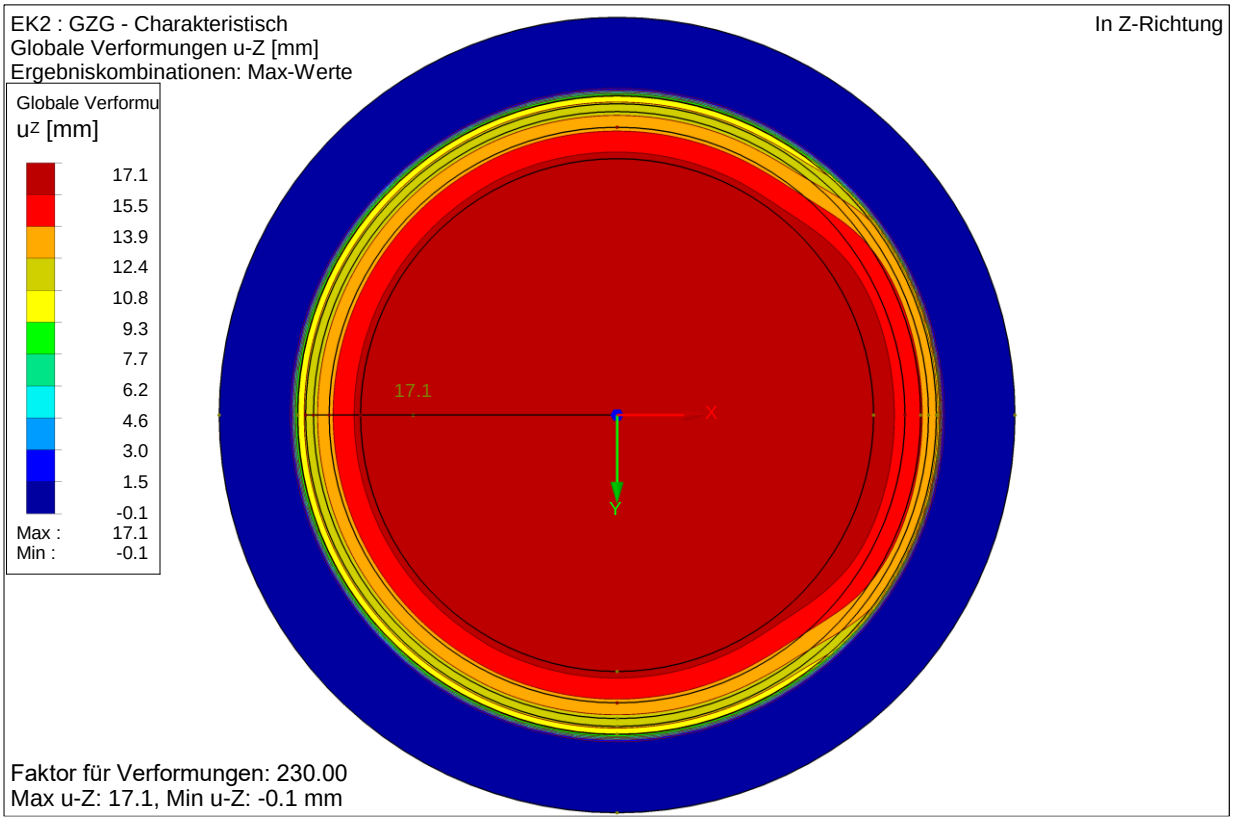
Nr.	Beziehen auf	An Linien Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	Linien	2	Kraft	Konstant	ZL	p	1.87	kN/m

LF9 : Unterdruck
Belastung [kN/m]

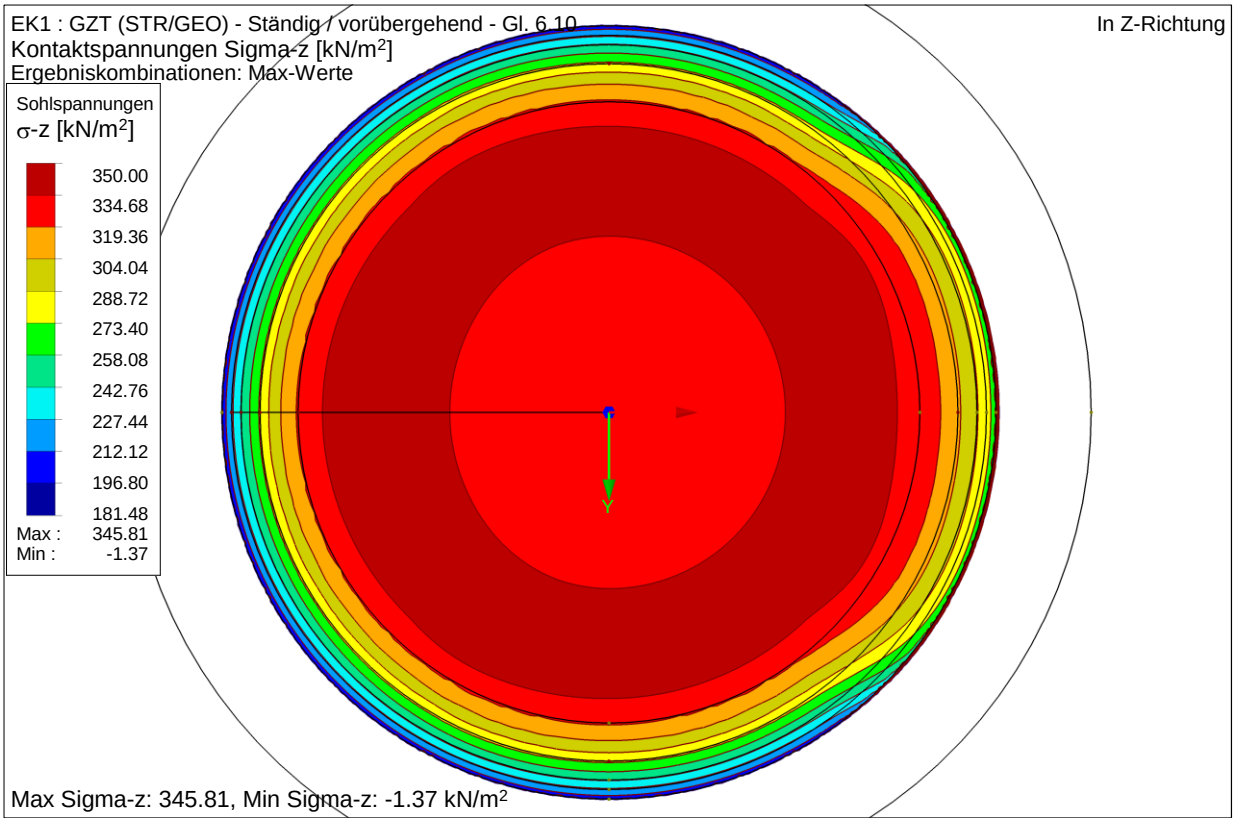
Isometrie



4.3 Verformung der Bodenplatte im GZG



4.4 Bemessungswerte der Bodenpressung



4.5 Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit

Kippnachweis (EQU)

Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessungssituation BS-P:
$\gamma_{G,stb} = 0,90$ $\gamma_Q = 1,50$

Gewicht Fundament: $G = ¼ * \pi * (24,401m)^2 * 0,25\ m * 25\ kN/m^3 = 2922,71\ kN$

Gewicht Behälter: $G = \pi * 23,801 * 21\ kN/m = 1570,24\ kN$

Standmoment:		2922,71 kN * 26,447 m /2	=	38648 kNm
	+	1570,24 kN * 26,447 m /2	=	20764 kNm
	∑			**59412 kNm**

Maßgebend für das Kippmoment ist LF5. Der Erhöhungsfaktor nach TRAS 320 wird berücksichtigt.

Kippmoment:	11.222,03 kNm *2	≈	**22.444,06 kNm**

Nachweis:	**$\gamma_{G,stb}$ * M_{stb}**	>	**γ_Q * M_{Kipp}**
	0,90 * 59412 = 53.470,80	>	1,50 * 1,10 * 22.444,06 = 37.032,70
Ausnutzung:	η = 37.032,70 / 53.470,80 = 0,69		

Der Nachweis ist erfüllt!

4.6 Bemessung der Bodenplatte

Bemessung nach Norm:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
TRAGFÄHIGKEIT		
Zu bemessende Ergebniskombination:	EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Ständig und vorübergehend
	EK5	GZT (EQU) - Außergewöhnlich - Schnee - Norddeutsches Tiefland - Gl. 6.11e Ständig und vorübergehend
	EK6	GZT (EQU) - Außergewöhnlich - psi-1,1 - Gl. 6.11c Ständig und vorübergehend
GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT		
Zu bemessende Ergebniskombination:	EK2	GZG - Charakteristisch Charakteristisch mit Direktlast, k_t 0.400
	EK3	GZG - Häufig Häufig, k_t 0.400
	EK4	GZG - Quasi-ständig Quasi-ständig, k_t 0.400
Definition der vorhandenen Zusatzbewehrung	Automatische Anordnung nach Vorgaben in Maske 1.4	
Nachweismethode:	Analytische Methode Durch Annahme eines identischen Dehnungsverhältnisses der Längsbewehrung	
Durchzuführende Nachweise		
Spannungsnachweis für Beton	-	
Spannungsnachweis für Stahl	x	
Rissbreiten	x	
Längsbewehrung auslegen		
Erforderliche Längsbewehrung für den GZG automatisch erhöht:	x	
DETAILEINSTELLUNGEN		
Nachweisverfahren für Bewehrungsumhüllende	Gemischte	
Ansatz von Schnittgrößen ohne Rippenanteil	x	
Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise		
Lastkombination:		
Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: k_1*f_{ck}, k_3*f_{yk}	
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: k_1*f_{ck}, k_4*f_{yk}	
Häufig	Nachweise: w_k	
Quasi-ständig	Nachweise: k_2*f_{ck}, w_k, u_l	

Materialien

Material Nr.	Materialbezeichnung		Kommentar
	Beton-Festigkeitsklasse	Stahl-Bezeichnung	
1	Beton C25/30	B 500 S (B)	

Materialkennwerte

Material Nr.	Bezeichnung	Symbol	Größe	Einheit
1	Beton-Festigkeitsklasse: Beton C25/30			
	Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit	f_{ck}	25.00	N/mm^2
	5%-Quantil der zentrischen Zugfestigkeit	$f_{ctk,0.05}$	1.80	N/mm^2
	Charakteristische für nichtlineare Berechnungen			
	Mittelwert des Elastizitätsmoduls	E_{cm}	31000.00	N/mm^2
	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit	f_{cm}	33.00	N/mm^2
	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit	f_{ctm}	2.60	N/mm^2
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	e_{c1}	-2.100	‰
	Bruchdehnung	e_{c1u}	-3.500	‰
	Schubmodul	G	12916.70	N/mm^2
	Querdehnzahl	n	0.200	-
	Charakteristische Dehnungen für Parabel-Rechteck-Diagramm			
	Grenzdehnung bei zentrischem Druck	e_{c2}	-2.000	‰
	Bruchdehnung	e_{cu2}	-3.500	‰
	Exponent der Parabel	n	2.000	-
	Spezifisches Gewicht	g	25.00	kN/m^3
	Betonstahl: B 500 S (B)			
	Elastizitätsmodul	E_s	200000.00	N/mm^2
	Mittelwert der Streckgrenze	f_{ym}	550.00	N/mm^2
	Charakteristischer Wert der Streckgrenze	f_{yk}	500.00	N/mm^2
	Mittelwert der Zugfestigkeit	f_{tm}	583.20	N/mm^2
	Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit	f_{tk}	540.00	N/mm^2
	Stahldehnung unter Höchstlast	e_{uk}	50.000	‰

Flächen

Fläche Nr.	Mat. Nr.	$f_{ct,eff,wk}$ [N/mm²]	$f_{ct,eff,As,min}$ [N/mm²]	$w_{k,+z\ (oben)}$ [mm] / $w_{k,-z\ (unten)}$ [mm]	Zwangsbeanspruchung Vorh.	Typ	k_c [-]	l.a. Beton	Anmerkungen
1	Dicke Typ: Konstant, Dicke: 25.00 cm								
	1	1.30	1.30	0.200 / 0.200	x	Innen	var.	-	6)
2	Dicke Typ: Konstant, Dicke: 25.00 cm								
	1	1.30	1.30	0.200 / 0.200	x	Innen	var.	-	6)
3	Dicke Typ: Konstant, Dicke: 25.00 cm								
	1	1.30	1.30	0.200 / 0.200	x	Innen	var.	-	6)
4	Dicke Typ: Konstant, Dicke: 25.00 cm								
	1	1.30	1.30	0.200	x	Innen	var.	-	6)

Fläche Nr.	Mat. Nr.	$f_{ct,eff,wk}$ [N/mm²]	$f_{ct,eff,As,min}$ [N/mm²]	$w_{k,+z\ (oben)}$ [mm] $w_{k,-z\ (unten)}$ [mm]	Zwangsbeanspruchung Vorh.	Typ	k_c [-]	l.a. Beton	Anmerkungen
				0.200					
5	Dicke Typ: Konstant, Dicke: 25.00 cm								
	1	1.30	1.30	0.200 0.200	x	Innen	var.	-	6)

Anmerkungen:
6) Berechnung der Mindestbewehrung zur Aufnahme von Zwangseinwirkungen

Bewehrungssatz Nr. 1 - Sohlplatte

Angewendet auf Flächen:	1-5	
BEWEHRUNGSGRAD		
Mindest-Querbewehrung	20.0 %	
Mindest-Bewehrung generell	0.1 %	
Mindest-Druckbewehrung	0.0 %	
Mindest-Zugbewehrung	0.0 %	
Maximaler Bewehrungsgrad	4.0 %	
Minimaler Schubbewehrungsgrad	0.0 %	
BEWEHRUNGSFLÄCHE FÜR GZG NACHWEIS		
Erforderliche Bewehrung gemäß Tabellen 2.1, 2.2, 2.3 verwenden		
Betondeckung nach Norm	x	
ANORDNUNG DER GRUNDBEWEHRUNG - OBEN (-z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Achsmaßdeckungen	d-1: 5.10, d-2: 6.30 cm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC4	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	-	
Bewehrungsrichtung	j_1	j_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	12.000 mm	12.000 mm
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	12.000 mm	12.000 mm
Mindestbetondeckung aus Dauerhafigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	25.000 mm	25.000 mm
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 mm	0.000 mm
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	25.000 mm	25.000 mm
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	20.000 mm	20.000 mm
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	51.000 mm	51.000 mm
Mindestbetondeckung der Bewehrung	51.000 mm	63.000 mm
Stabdurchmesser	ds-1: 1.20, ds-2: 1.20 cm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Erforderliche Bewehrung gemäß Tabellen 2.1, 2.2, 2.3 verwenden	

Bewehrungssatz Nr. 1 - Sohlplatte

ANORDNUNG DER GRUNDBEWEHRUNG - UNTEN (+z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Achsmaßdeckungen	d-1: 6.10, d-2: 7.30 cm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC2	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	-	
Bewehrungsrichtung	j_1	j_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	12.000 mm	12.000 mm
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	12.000 mm	12.000 mm
Mindestbetondeckung aus Dauerhafigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	15.000 mm	15.000 mm
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 mm	0.000 mm
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	15.000 mm	15.000 mm
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	40.000 mm	40.000 mm
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	61.000 mm	61.000 mm
Mindestbetondeckung der Bewehrung	61.000 mm	73.000 mm
Stabdurchmesser	ds-1: 1.20, ds-2: 1.20 cm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Erforderliche Bewehrung gemäß Tabellen 2.1, 2.2, 2.3 verwenden	

LÄNGSBEWEHRUNG FÜR QUERKRAFTNACHWEIS

Ansatz des jeweils größeren Wertes aus erforderlicher oder vorhandener Längsbewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung.

EINSTELLUNGEN ZU DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
Mindestlängsbewehrung für Platten nach 9.3.1	x
Richtung der Mindestbewehrung	
Bewehrungsrichtung mit der Hauptzugkraft im betrachteten Element(As,min auf Ober- (z) oder Unterseite (+z)):	x
Mindestlängsbewehrung für Wände nach 9.6	-
Mindestschubbewehrung	x
Verhältnis b/h	> 5
Begrenzung der Druckzone	x
Veränderliche Druckstrebenneigung - Min	18.434 °
Veränderliche Druckstrebenneigung - Max	45.000 °
Teilsicherheitsbeiwert g_s	ST+V 1.15, AU 1.00, GZG 1.00
Teilsicherheitsbeiwert g_c	ST+V 1.50, AU 1.30, GZG 1.00
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-cc	ST+V 0.85, AU 0.85, GZG 1.00
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-ct	GZG 1.00

RF-BETON Flächen
FA1
Stahlbeton-Bemessung

2.2 Erforderliche Bewehrung flächenweise

Fläche	Punkt	Punkt-Koordinaten [mm]				Erforderliche Bewehrung			Basis	Zusätzliche Bewehrung			Anmer-
Nr.	Nr.	X	Y	Z	Symbol	GZT	GZG	GZT/GZG	Bewehr.	Erforderlich	Vorhanden	Einheit	kungen
1	N2844	7862.360	-8933.380	0.000	$a_{s,1,-z\ (oben)}$	12.86	9.39	12.86	-	-	-	cm²/m	
	N663	-11029.10	5216.390	0.000	$a_{s,2,-z\ (oben)}$	3.29	3.22	3.29	-	-	-	cm²/m	
	N2102	-8307.070	8521.410	0.000	$a_{s,1,+z\ (unten)}$	5.29	6.92	6.92	-	-	-	cm²/m	
	N1615	11318.000	3677.460	0.000	$a_{s,2,+z\ (unten)}$	3.93	7.02	7.02	-	-	-	cm²/m	
	N195	8627.060	8627.060	0.000	a_{sw}	24.90	-	24.90	-	-	-	cm²/m²	
2	N3986	7737.820	8642.790	0.000	$a_{s,1,-z\ (oben)}$	13.24	9.50	13.24	-	-	-	cm²/m	
	N2106	-8450.570	8379.120	0.000	$a_{s,2,-z\ (oben)}$	3.29	3.22	3.29	-	-	-	cm²/m	
	N4330	-7737.820	8642.790	0.000	$a_{s,1,+z\ (unten)}$	6.59	7.24	7.24	-	-	-	cm²/m	
	N4126	1571.120	11493.600	0.000	$a_{s,2,+z\ (unten)}$	6.33	10.98	10.98	-	-	-	cm²/m	
	N2270	-11838.80	1210.440	0.000	a_{sw}	14.73	-	14.73	-	-	-	cm²/m²	
3	N3986	7737.820	8642.790	0.000	$a_{s,1,-z\ (oben)}$	3.46	3.22	3.46	-	-	-	cm²/m	
	N7230	8157.490	-7380.880	0.000	$a_{s,2,-z\ (oben)}$	4.28	3.22	4.28	-	-	-	cm²/m	
	N6882	-7454.640	-8090.140	0.000	$a_{s,1,+z\ (unten)}$	9.85	9.06	9.85	-	-	-	cm²/m	
	N6860	-8224.170	-7306.510	0.000	$a_{s,2,+z\ (unten)}$	13.94	12.66	13.94	-	-	-	cm²/m	
	N4482	-11380.00	2251.070	0.000	a_{sw}	7.85	-	7.85	-	-	-	cm²/m²	
4	N6530	-7884.100	7672.220	0.000	$a_{s,1,-z\ (oben)}$	3.29	3.22	3.29	-	-	-	cm²/m	
	N11628	8259.500	6283.680	0.000	$a_{s,2,-z\ (oben)}$	4.88	3.32	4.88	-	-	-	cm²/m	
	N11050	-2573.510	10612.500	0.000	$a_{s,1,+z\ (unten)}$	5.68	8.22	8.22	-	-	-	cm²/m	
	N11630	-8273.080	6536.340	0.000	$a_{s,2,+z\ (unten)}$	15.09	13.01	15.09	-	-	-	cm²/m	
	N2	-11001.00	0.000	0.000	a_{sw}	0.00	-	0.00	-	-	-	cm²/m²	
5	N12204	-837.714	-1253.730	0.000	$a_{s,1,-z\ (oben)}$	3.29	3.22	3.29	-	-	-	cm²/m	
	N9737	8044.300	-5599.000	0.000	$a_{s,2,-z\ (oben)}$	4.63	3.22	4.63	-	-	-	cm²/m	
	N9607	-7103.690	6752.560	0.000	$a_{s,1,+z\ (unten)}$	5.07	5.82	5.82	-	-	-	cm²/m	
	N9627	-9488.1	2456.650	0.000	$a_{s,2,+z\ (unten)}$	13.52	12.13	13.52	-	-	-	cm²/m	

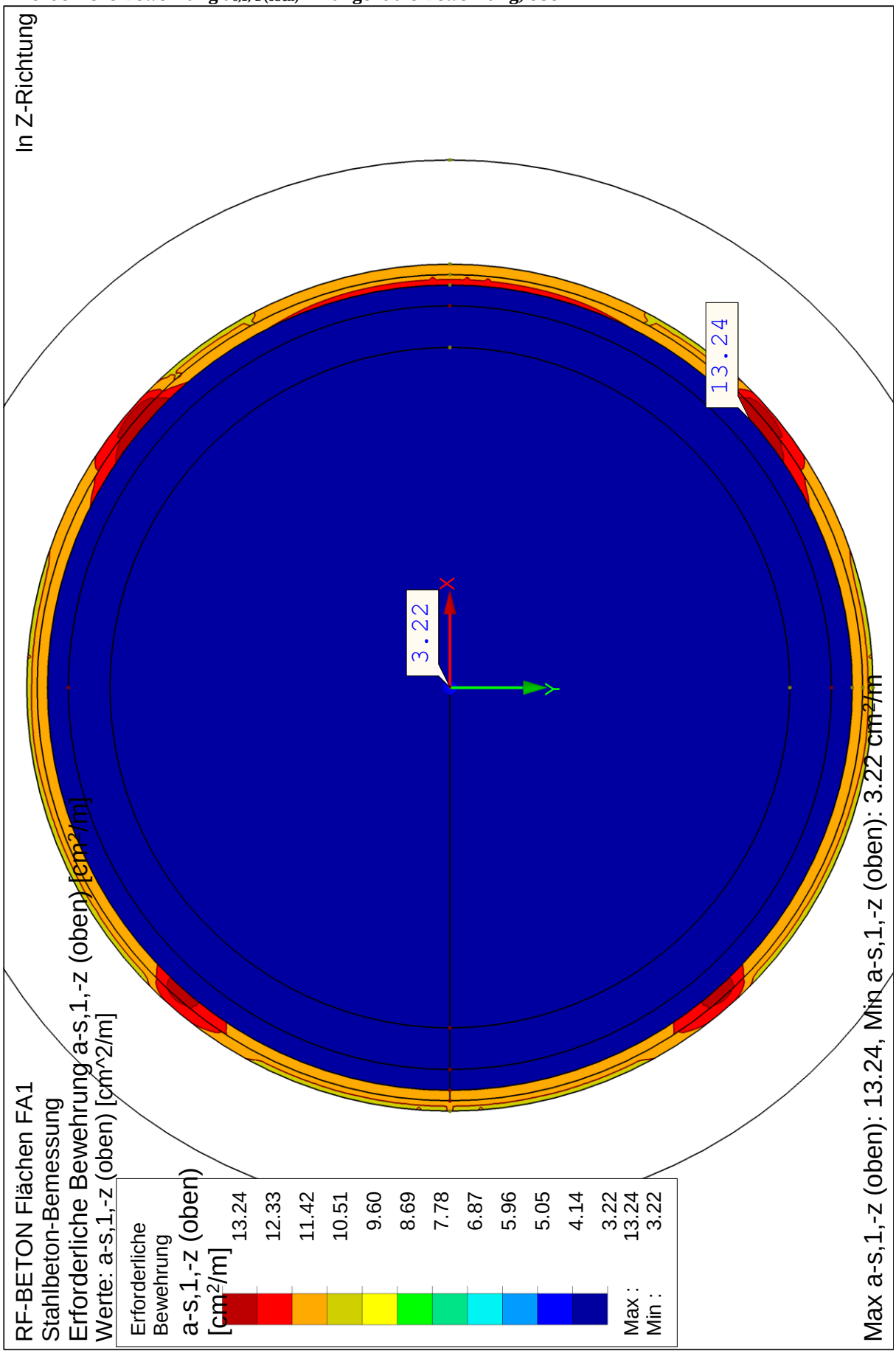
2.2 Erforderliche Bewehrung flächenweise

Fläche	Punkt	Punkt-Koordinaten [mm]				Erforderliche Bewehrung			Basis	Zusätzliche Bewehrung			Anmer-
Nr.	Nr.	X	Y	Z	Symbol	GZT	GZG	GZT/GZG	Bewehr.	Erforderlich	Vorhanden	Einheit	kungen
	N6	200.000	9801.000	0.000	a_{sw}	0.00	-	0.00	-	-	-	cm^2/m^2	

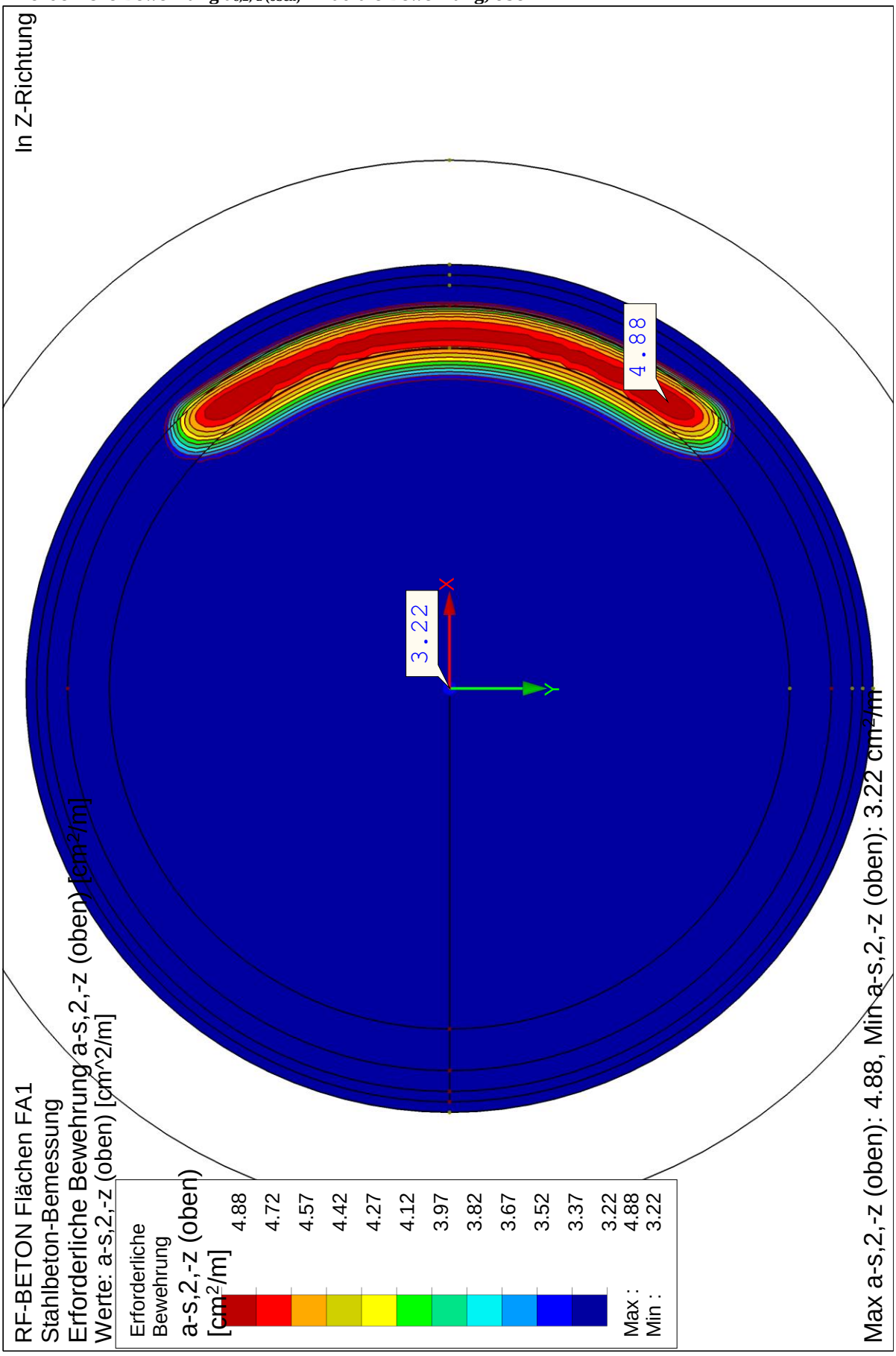
3.2 Gebrauchstauglichkeitsnachweis flächenweise

Fläche	Punkt	Punkt-Koordinaten [mm]			Last-	Nachweis					Anmer-
Nr.	Nr.	X	Y	Z	fall	Typ	Vorh. Wert	Grenzwert	Einheit	Ausnutzung	kungen
1	N2278	-11873.10	807.736	0.000	Umhüllende ChD	σ_s	318.84	400.00	N/mm^2	0.8	236)
	N7	-11900.50	0.000	0.000	Umhüllende Hä	$a_{s,min}$	3.22	3.22	cm^2/m	1.0	
	N2277	-11974.80	784.870	0.000	Umhüllende Hä	lim d_s	1.20	1.20	cm	1.1	211) 233) 235) 236)
	N2393	-10971.00	-4863.100	0.000	Umhüllende Hä	w_k	0.200	0.200	mm	1.1	219) 233) 235)
2	N4529	-11700.10	-99.345	0.000	Umhüllende ChD	σ_s	324.87	400.00	N/mm^2	0.9	236)
	N3	-11600.50	0.000	0.000	Umhüllende Hä	$a_{s,min}$	3.22	3.22	cm^2/m	1.0	
	N3	-11600.50	0.000	0.000	Umhüllende Hä	lim d_s	1.20	1.11	cm	0.0	211) 212) 213) 236)
	N2410	-10533.80	-5537.320	0.000	Umhüllende Hä	w_k	0.200	0.200	mm	1.0	235)
3	N4746	-6976.980	-9267.860	0.000	Umhüllende ChD	σ_s	309.11	400.00	N/mm^2	0.8	236)
	N2	-11001.00	0.000	0.000	Umhüllende Hä	$a_{s,min}$	3.22	3.22	cm^2/m	1.0	
	N2	-11001.00	0.000	0.000	Umhüllende Hä	lim d_s	1.20	5.60	cm	0.3	211) 212) 235) 236)
	N6552	-8609.820	6847.850	0.000	Umhüllende Hä	w_k	0.201	0.200	mm	1.1	233) 235) 236)
4	N10062	-6899.650	-8255.420	0.000	Umhüllende ChD	σ_s	306.23	400.00	N/mm^2	0.8	236)
	N2	-11001.00	0.000	0.000	Umhüllende Hä	$a_{s,min}$	3.22	3.22	cm^2/m	1.0	
	N2	-11001.00	0.000	0.000	Umhüllende Hä	lim d_s	1.20	5.60	cm	0.3	211) 212) 235) 236)
	N11556	-9890.830	3219.660	0.000	Umhüllende Hä	w_k	0.202	0.200	mm	1.1	233) 235) 236)
5	N15711	-7031.360	-3902.720	0.000	Umhüllende ChD	σ_s	311.00	400.00	N/mm^2	0.8	236)
	N12077	0.000	0.000	0.000	Umhüllende Hä	$a_{s,min}$	3.22	3.22	cm^2/m	1.0	
	N6	0.000	9801.000	0.000	Umhüllende Hä	lim d_s	1.20	5.60	cm	0.3	211) 212) 235) 236)
	N16237	-2557.900	-8152.610	0.000	Umhüllende Hä	w_k	0.198	0.200	mm	1.0	235) 236)

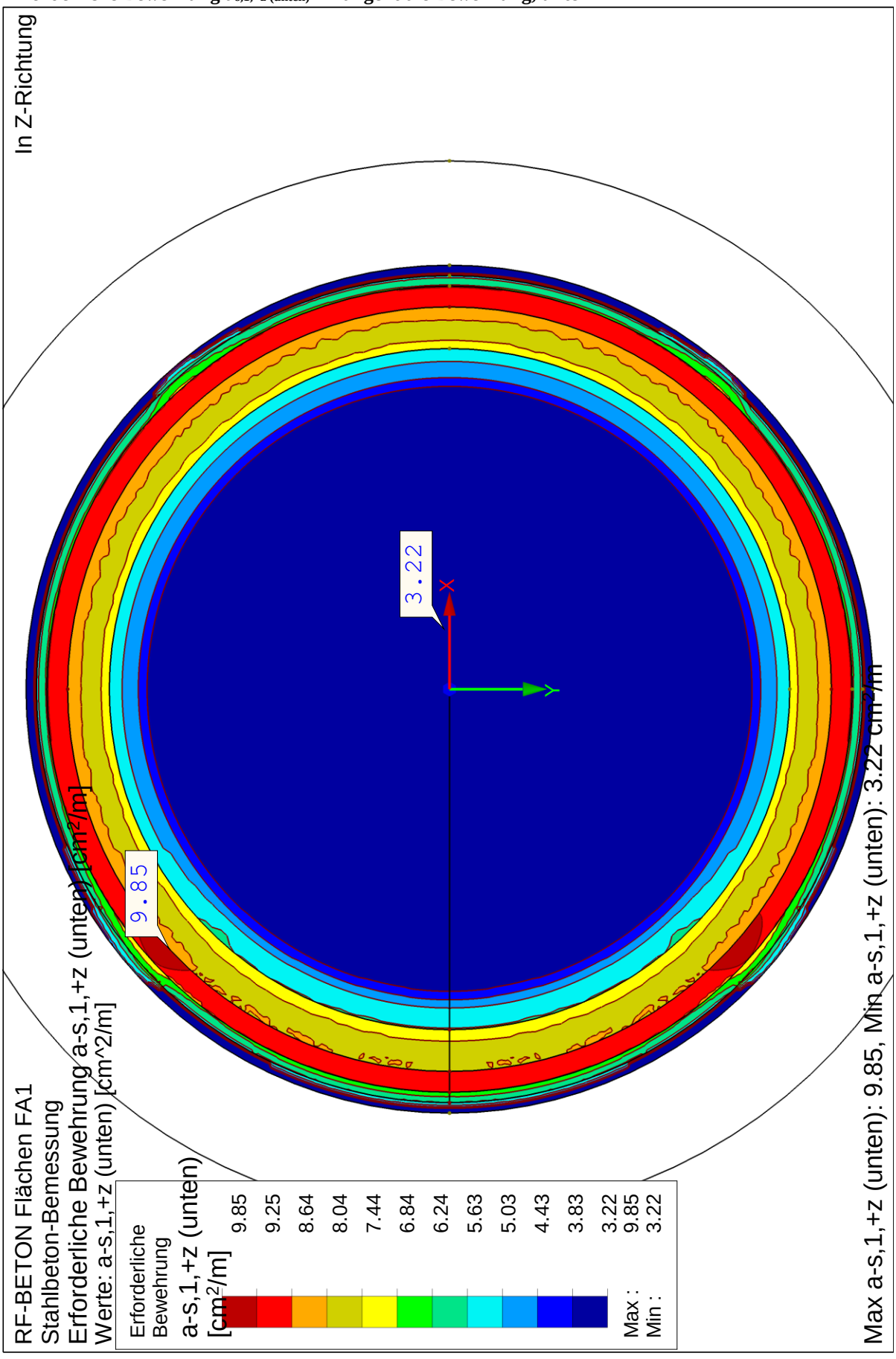
Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,-z\ (oben)}$ – Tangentiale Bewehrung, oben



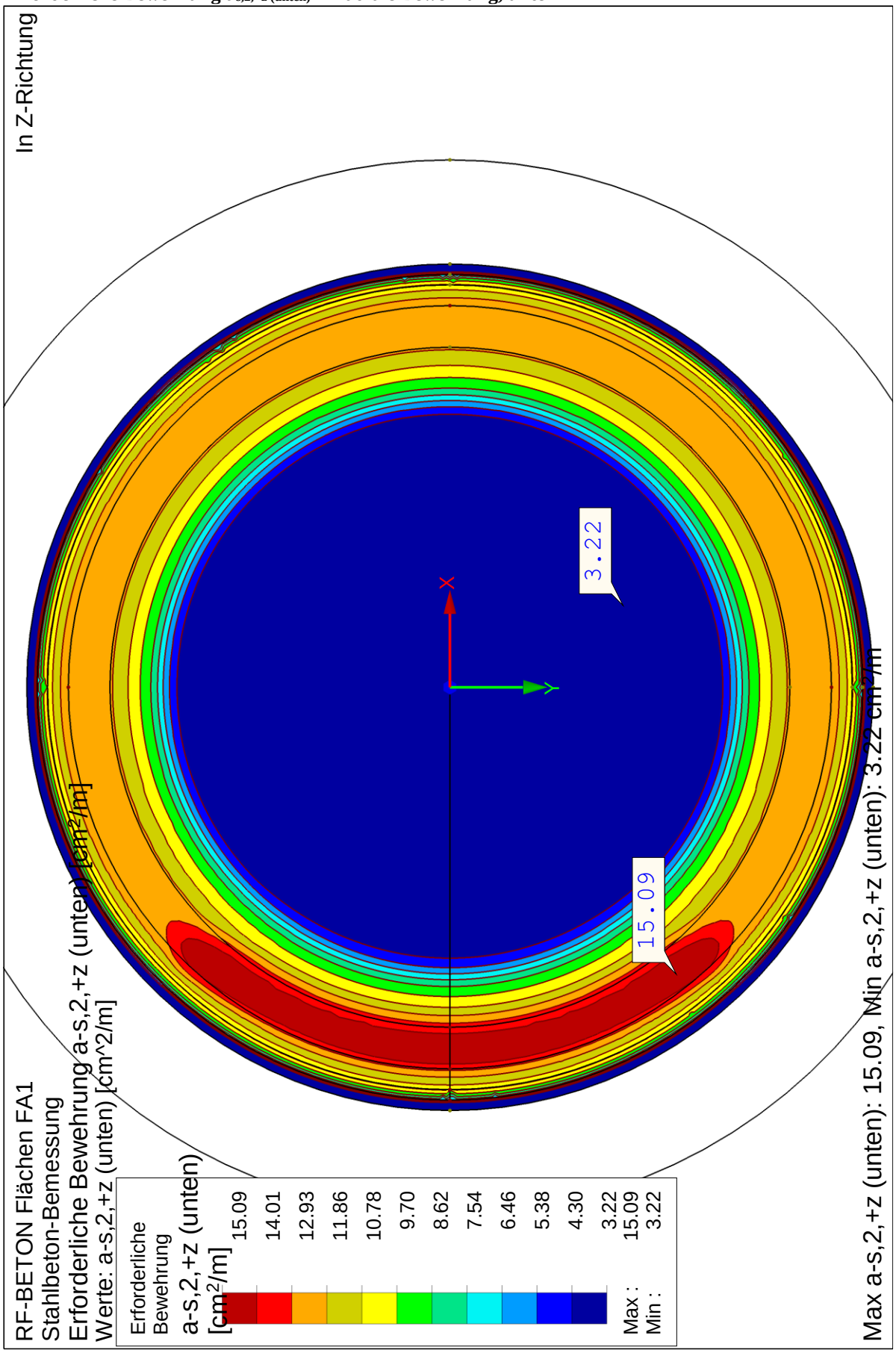
Erforderliche Bewehrung $a_{s,2,-z\ (oben)}$ - Radiale Bewehrung, oben



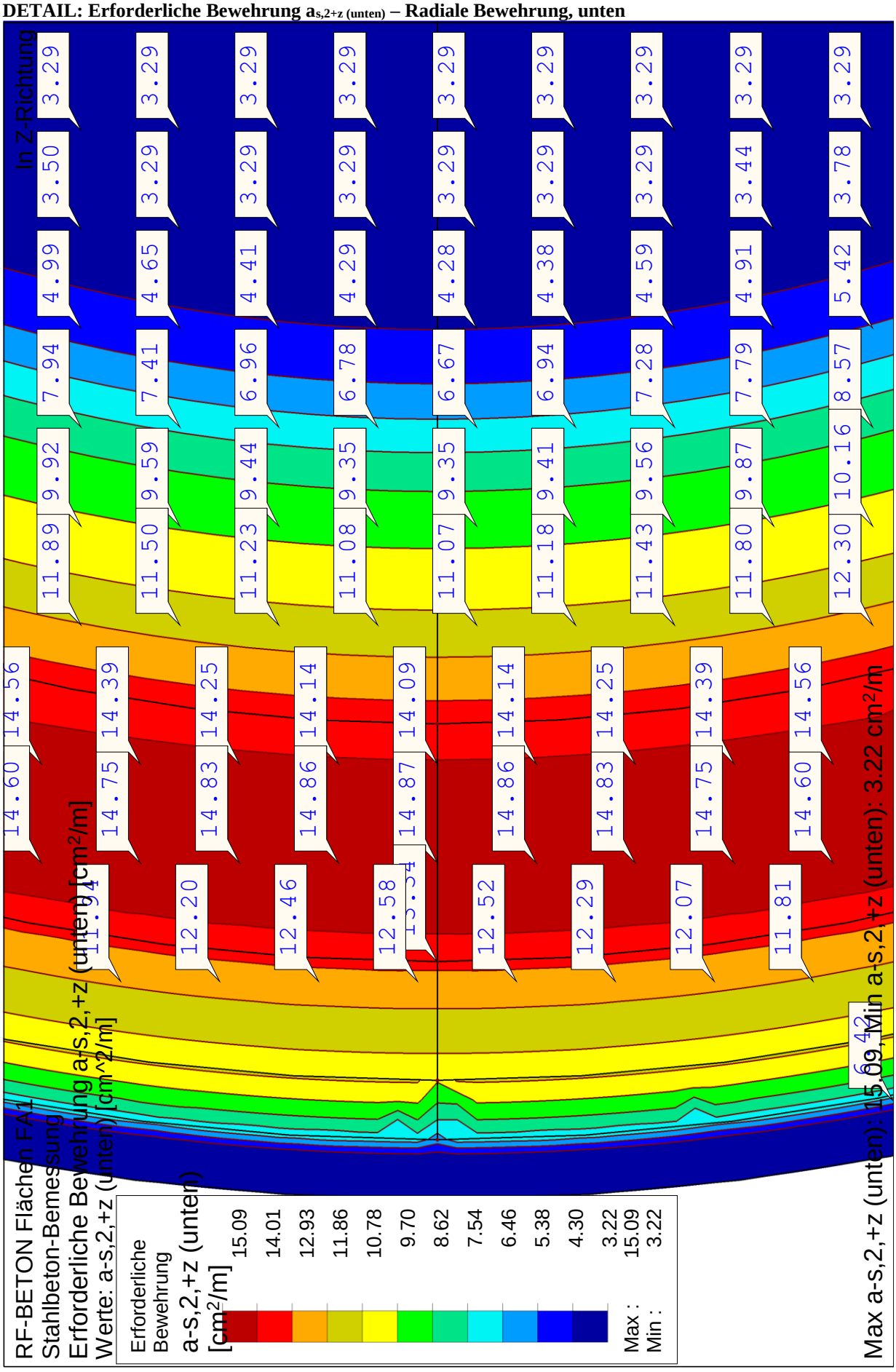
Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,+z\ (unten)}$ – Tangentiale Bewehrung, unten



Erforderliche Bewehrung $a_{s,2,+z\ (unten)}$ – Radiale Bewehrung, unten

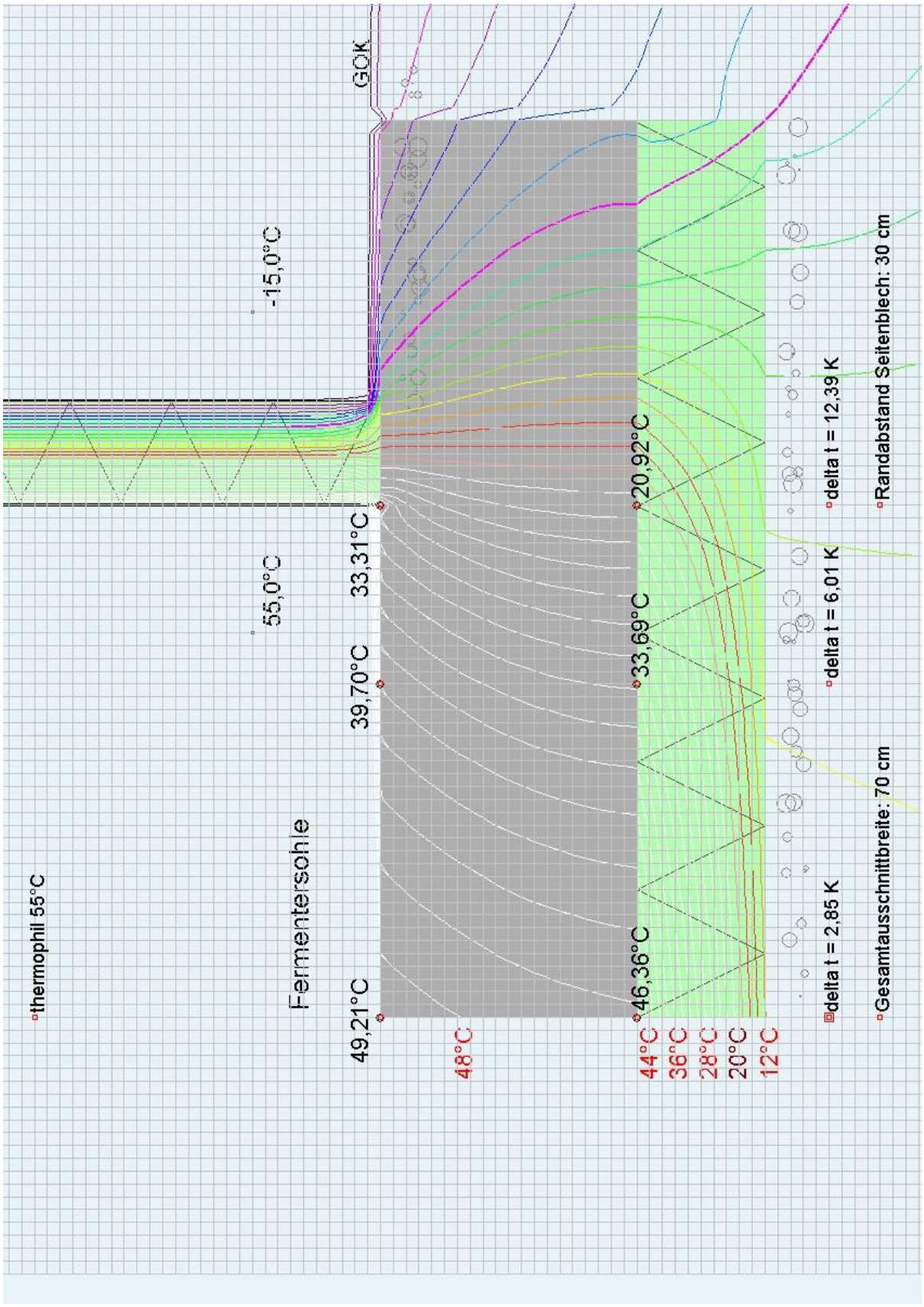


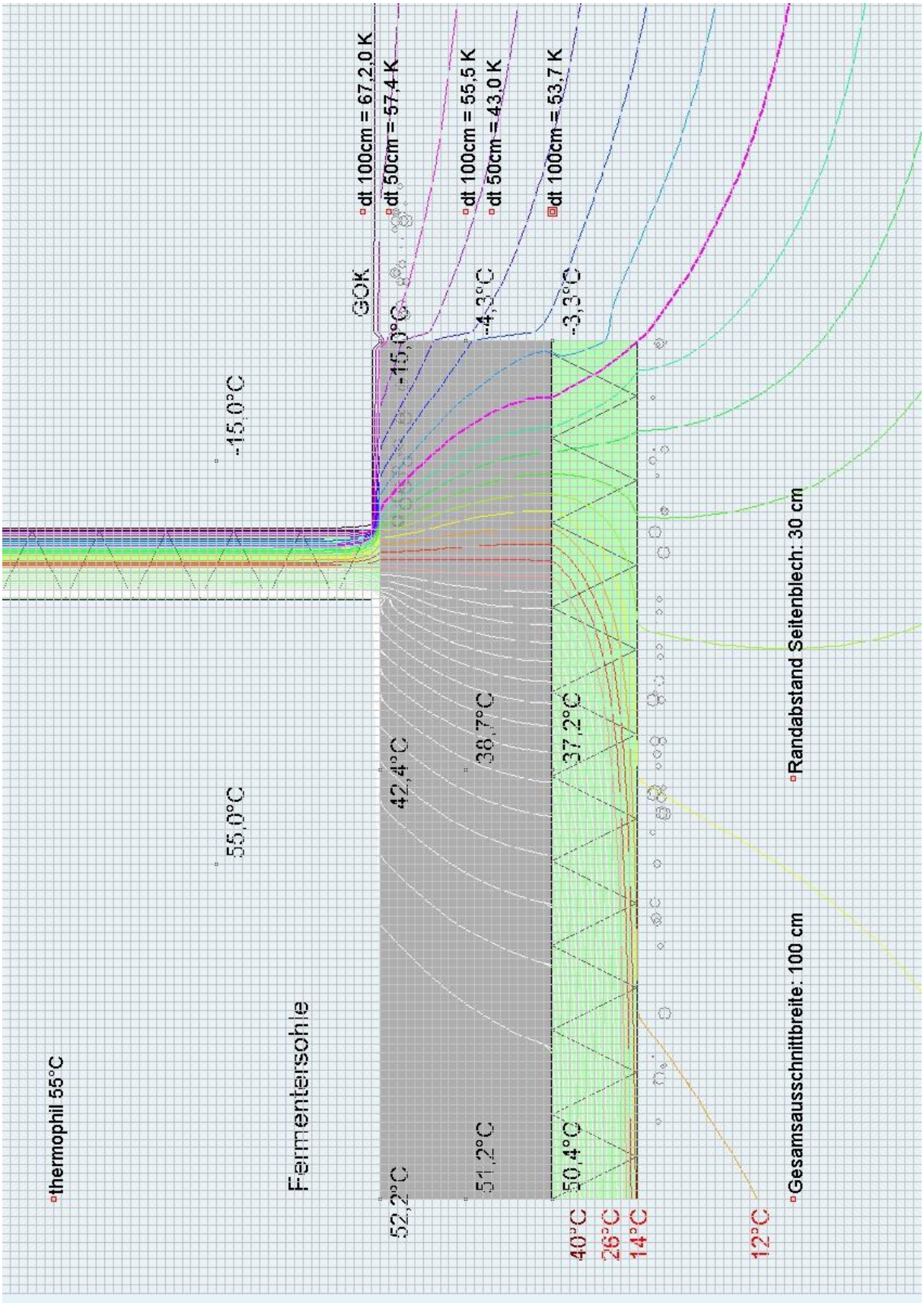
DETAIL: Erforderliche Bewehrung $a_{s,2+z\ (unten)}$ – Radiale Bewehrung, unten



5 ANHANG

5.1 Temperaturverlauf in der Bodenplatte



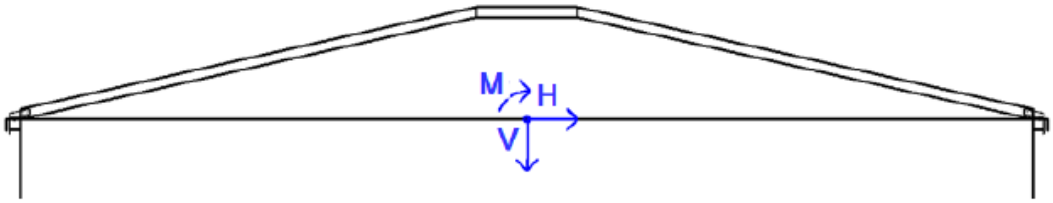

dt 100cm = 67,2,0 K
dt 50cm = 57,4 K
dt 100cm = 55,5 K
dt 50cm = 43,0 K
dt 100cm = 53,7 K
GOK
-15,0°C
-4,3°C
-3,3°C
-15,0°C
55,0°C
42,4°C
38,7°C
37,2°C
52,2°C
51,2°C
50,4°C
40°C
26°C
14°C
12°C
thermophil 55°C
Fermentersohle
Randabstand Seitenblech: 30 cm
Gesamsausschnittbreite: 100 cm

5.2 Auflagerlasten des Behälterdaches

Eriksen und Partner GmbH
Cloppenburger Str. 200 Tel.: 0441 / 92178 – 350
26133 Oldenburg Fax.:0441 / 92178 – 379

Projektnr.: 620 529 Statik Behälterdach D=23,801m
Position: Auflagerkräfte

4. Auflagerkräfte



Gesamtauflagerlasten (γ = 1,0) aus dem Behälterdach bei UK Dach

Lastfall	V [kN]	H [kN]		M [kNm]		
	Z	X	Y	X	Y	Z
Eigengewicht	450	0	0	0	0	0
Eigengewicht Rührwerk	105	0	0	0	0	0
Verkehrslast	45	0	0	0	0	0
Schnee	300	0	0	0	0	0
Reiner Winddruck	135	0	0	0	0	0
Reiner Windsog	-265	0	0	0	0	0
Wind in X	-75	35	0	0	45	0
Wind in Y	-75	0	35	45	0	0
Rührwerk MAX in X	105	4	0	0	60	50
Rührwerk MAX in Y	105	0	4	60	0	50
Rührwerk DYN in X (Δ)	8,6	7,3	0	0	53	8,2
Rührwerk DYN in Y (Δ)	8,6	0	7,3	53	0	8,2
Unterdruck	140	0	0	0	0	0
Überdruck	-1260	0	0	0	0	0
Kran (Fangfall in X) A	15	0	5	20	120	0
Kran (Fangfall in Y) A	15	5	0	120	20	0

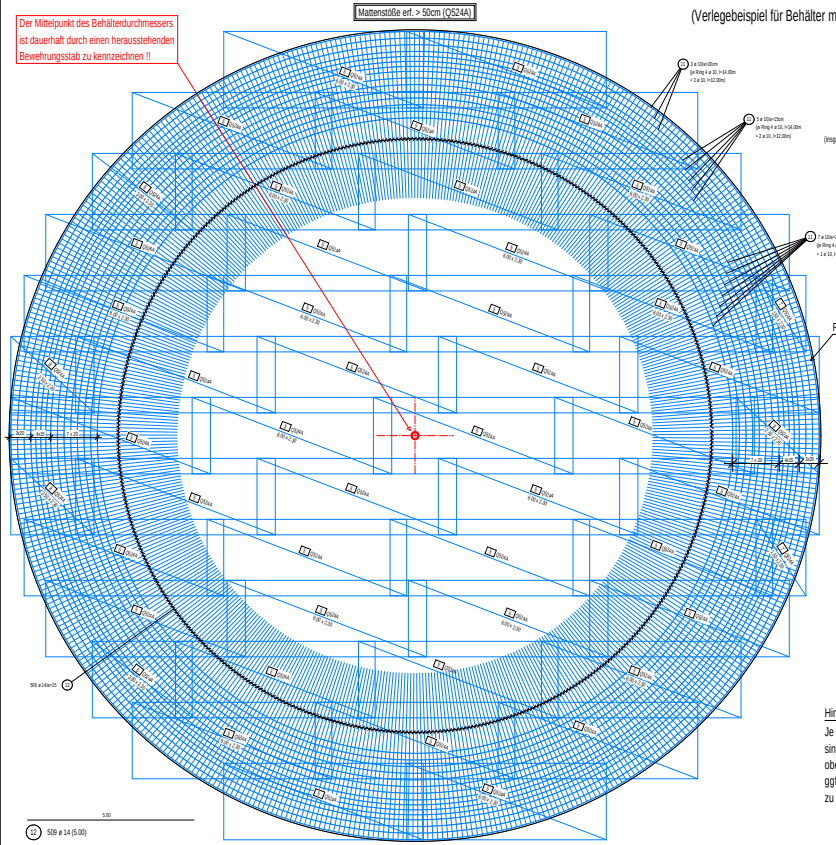
Grundriss Bodenplatte / Fundamente

(Verlegebeispiel für Behälter mit ø 23,801m - entspricht Stb.-Sohle mit ø 24,401m)

h=25cm - untere Bewrehrung

Mattenstöße erf. > 50cm (Q524A)

Der Mittelpunkt des Behälterdurchmessers ist dauerhaft durch einen herausstehenden Bewehrungsstab zu kennzeichnen !!



11 1 ø 10 (1116.00) LFDM
- als Ringbewehrung außen -
(insgesamt 60 x 14,00 + 23 x 12,00 = 1116,00 lfdm)
Stoßüberdeckung ≥ 60cm (ø 10)
Stöße versetzt anordnen !

Ringbewehrung siehe Detail Behälterfußpunkt

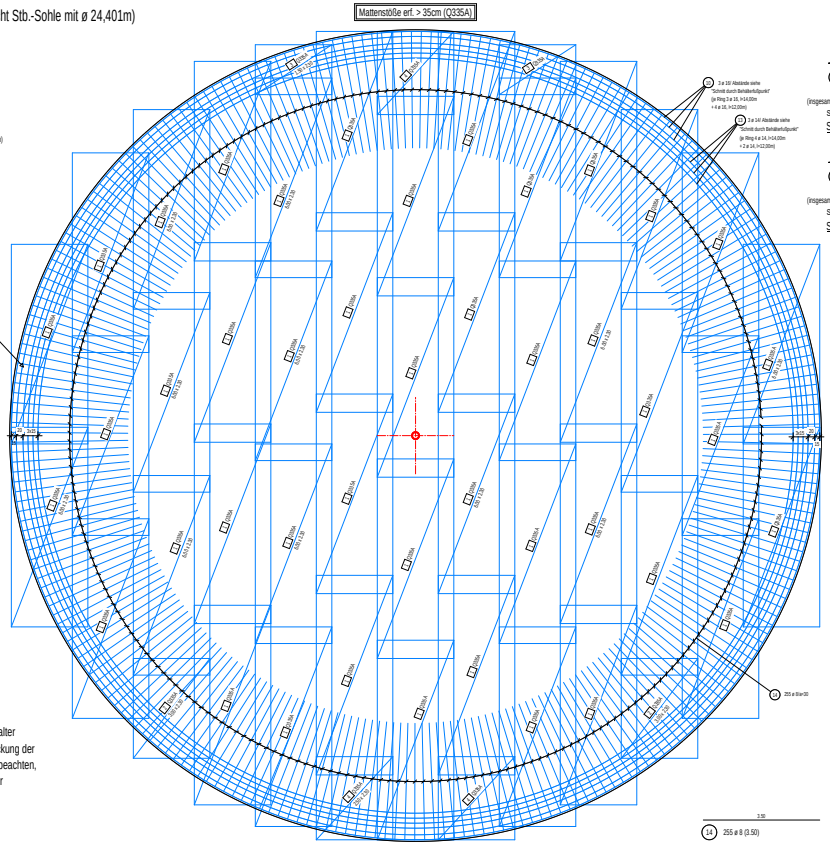
Abstandhalter:
650.00 lfdm DT-10
für Sohle h=25cm

Hinweis:
Je nach Einbau der Abstandhalter sind Höhenlage und Betondeckung der oberen Bewehrung genau zu beachten, ggf. sind andere Abstandhalter zu wählen (z. B. DT-09) !!

12 509 ø 14 (5.00)

h=25cm - obere Bewehrung

Mattenstöße erf. > 35cm (Q335A)



10 1 ø 16 (270.00) LFDM
- als Ringbewehrung außen -
(insgesamt 3 x 3 x 14,00 + 3 x 4 x 12,00 = 270,00 lfdm)
Stoßüberdeckung ≥ 160cm (ø 16)
Stöße versetzt anordnen !

13 1 ø 14 (240.00) LFDM
- als Ringbewehrung außen -
(insgesamt 3 x 4 x 14,00 + 3 x 2 x 12,00 = 240,00 lfdm)
Stoßüberdeckung ≥ 80cm (ø 14)
Stöße versetzt anordnen !

14 255 ø 8 (3.50)

Hinweis:

Annahme:
- Grundwasserstand unter tiefster Gründungsebene

Baugrund:
Der Baugrund muss auf ganzer Fläche eine zulässige Bodenpressung (siehe Tabelle) aufweisen :

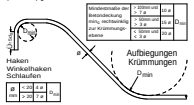
Behälterhöhe h in m	zul. Bodenpressung Sigma$_{zul}$ in kN/m²
23,810	330
20,135	285
17,135	245
14,135	205
11,135	160
8,135	120

Bei Herstellung der Fundamente / Bodenplatte sind die Angaben des Bodengutachtens genau zu beachten !!

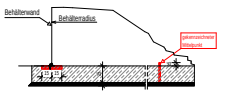
- Bei der Ausführung sämtlicher Betonarbeiten sind die Regeln der DIN EN 13670 mit DIN 1045-3 (Ausgabe 03/2012) und DIN 1045-4 (Ausgabe 07/2001) zu beachten !
- Größkorn ≤ 0/16

Alle Maße örtlich kontrollieren !

Mindest-Biegerollendurchmesser D_{min} bei Betonstahl BS00B (für Stäbe) gemäß DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 Tab.NA8.1



Hinweise zum Beton am Behälterfußpunkt



Hinweise zum gekennzeichneten Bereich:
- Unebenheiten unbedingt auf -0/+1cm begrenzen!
- Zementleim z.B. durch Bürsten o. Strahlen entfernen!

BAUSTOFFE:

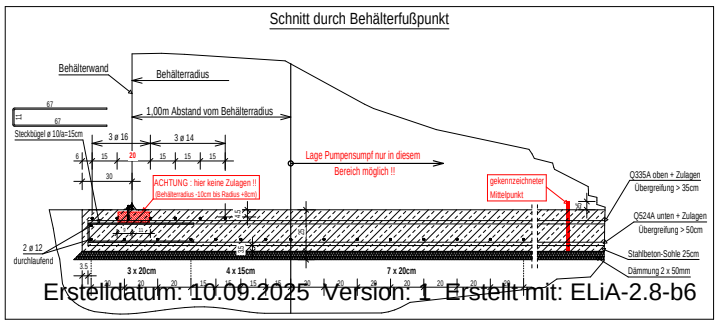
Beton:	C 25/30 , XC2, XF1, WF (Frostschürze)
Beton:	C 25/30 , XA1, XC4, XF1, WU, WA (Stb.-Sohle - für Gülle)
Beton:	C 25/45 , XA1, XC4, XF3, WU, WA (Stb.-Sohle - für Wasser) oder C 25/30 LP, XA1, XC4, XF3, WU, WA (Stb.-Sohle - für Wasser)
Sauberkeitsschicht:	C 8/10 , X 0
Betonstahl:	B500 (A)

Betondeckung :

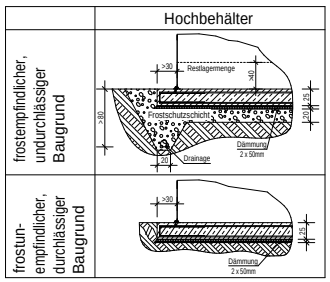
Sohle:	3,5 cm unten + 4,5 cm oben, seitlich 3,5 cm
Fundamente:	4,0 cm allseitig

Vorhaltemaß Δc_{dev} = 1,5 cm

Schnitt durch Behälterfußpunkt

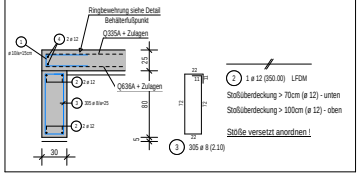


Hochbehälter



Bei Verwendung einer Folie als Sauberkeitsschicht ist die DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, Abschn. 4.4.1.3 (4) zu beachten.

Frostschürze (alternativ frostsicherer Unterbau)



2 1 ø 12 (350.00) LFDM
Stoßüberdeckung > 70cm (ø 12) - unten
Stoßüberdeckung > 100cm (ø 12) - oben
Stöße versetzt anordnen !

3 305 ø 8 (2.10)

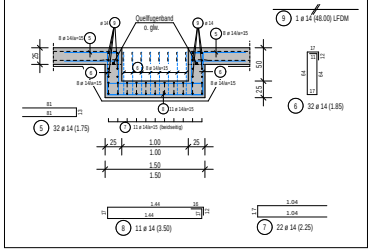
Randbewehrung

Steckbügel ø 10 a=15cm, umlaufend (freier Plattenrand)

1 509 ø 10 (1.45)

4 1 ø 12 (168.00) LFDM
(als Ringbewehrung außen)
Stoßüberdeckung > 70cm (ø 12)
Stöße versetzt anordnen !

Schnitt Pumpensumpf



9 1 ø 14 (48.00) LFDM

5 32 ø 14 (1.75)
6 32 ø 14 (1.85)
8 11 ø 14 (3.50)
7 22 ø 14 (2.25)

Ausgezogene Eisenpos. (Rund) = 01 - 14
Ausgezogene Eisenpos. (Matten) = 01 - 08

Index	Name	Datum	Änderung
a	J.L.	03.05.23	Bewehrung angepasst (Statik Revision 8)

Planverfasser

Cloppenburger Ingenieur Gesellschaft mbH
Baubegleitend

CIG Cloppenburger Ingenieur Gesellschaft mbH
Jammertal 8, 49661 Cloppenburg
Tel.: 04471 704828
Mail: info@cig-clp.de
Web: www.cig-clp.de

Bauherr	Erich Stallkamp ESTA GmbH In der Bahler Heide 4 ; Industriegebiet West ; 49413 Dinklage
Bauvorhaben	Bodenplatte für Biogasfermenter mit einem Behälterdurchmesser ø 23,801m und H=23,810m (für Deutschland)
Bauteil	Bodenplatte (untere + obere Bew.), Schnitte und Details (Verlegebeispiel für Behälter mit ø 23,801m - entspricht Stb.-Sohle mit ø 24,401m)
Zeichnung	**Bewehrungsplan**

Datum	Sachbearbeiter	Datei	Ebene
03.05.2023	Karin Tilling	Bew.-Plan Hochfermenterbodenplatte h=25cm ø=23,801m zur Statik 21-46-B	FU
Maßstab	Gezeichnet	Auftrag	Bereich	Blatt-Nr.
1:50 ; 25 ; 10	J.S.	21-46-B		**D-F-B 1**

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4
Industriegebiet West
D-49413 Dinklage
Tel. +49(0)4443/9666-0 info@stallkamp.de
Fax +49(0)4443/9666-60 www.stallkamp.de

Statische Berechnung

Hochfermenter Ø=23,801m H=22,497m
Windzone 2 Binnenland
Schneezone 2 Norddeutsche Tiefebene (NdTE)
Statik ST-2301-AA_01 (D)

Aufsteller: **P.E.Concepts GmbH**
Kruppstr. 82
45145 Essen

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4a
49393 Lohne

Bauort: **An den Teichen 27**
49393 Lohne

Behälter Angebots-Nr.: **20021859**

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 (im ETEC) • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 •info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Auftraggeber / *Customer*

Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ *Project*

Bemessung Behälter - Tragstruktur
Structural Design Tank - Supporting Structure

Arbeitspaket *Work Package*	Statische Berechnung *Static Calculation*			
Anlage *Type*	Behälter D = 23,801 m; H = 23,810 m, Fermenter GHB09 *Tank D = 23.801 m; H = 23,810 m, Fermenter GHB09*			
Dachtyp *Roof Type*	VA Dach *VA Roof*			
Wandverkleidung *Wall Cladding*	Ja *Yes*			
Windzone/*Wind Zone*	2 und Binnenland/ 2 and Inland			
Schneezone/*Snow Zone*	2 NdTE bis 285 m ü. NN */ a.s.l.*			
Charakt. Grundwert der Basisgeschwindigkeit *Charact. Fundamental Value of the Basic Wind Velocity*	$v_{b,0}$ = 25,0 m/s			
Charakt. Basisgeschwindigkeitsdruck inkl. TRAS320 *Charact. Basic Velocity Pressure incl. TRAS320*	$q_{b,0}$ = 0,39 +10% kN/m²			
Charakt. Schneelast auf dem Boden inkl. TRAS 320 *Charact. Snow Load on the Ground incl. TRAS 320*	s_k = 0,85 +10% kN/m²			
Charakt. Wichte Lagermedium *Charact. Specific Weight of Storage Medium*	γ = 10,0 kN/m³			
Charakt. Überdruck / Characteristic Overpressure *Charakt. Unterdruck / Characteristic Depressure*	30 mbar / 2 mbar			
Prüfdrücke: Überdruck (1,5-fach) / Unterdruck (1,5-fach) *Test Pressure: Overpressure (1,5-times) / Depressure (1,5-times)*	45 mbar / 3 mbar			
Dachlasten inkl. TRAS 320 / *Roof Loads* incl. TRAS 320 [kN/m]	$q_{z\downarrow}$	$q_{z\uparrow}$	$q_{y\rightarrow}$
EMD: Bemessung „1,5 x Wind“ / *Design „1.5 x Wind“*	--	--	--
VA Dach: Bemessung „0,9 x EG + 1,5 x Wind“ / *Design „0.9 X Dead load + 1.5 X Wind “*	--	--	--
Außergewöhnlich „1,0 x EG + 2,3 x Schnee“ / *Exceptional „1.0 X Dead load + 2.3 x Snow“*	--	--	--

Dokument Klassifikation
Kundenvertraulich

Document classification
Customer confidential

Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)*
ST-2301-AA_01 (D)

Datum (Rev.) / *Date (rev.)*
15.01.2024

Dieses Dokument umfasst insgesamt 172 Seiten

This document consists of 172 pages

Mahsa Kasravi

Digital unterschrieben von Mahsa Kasravi Datum: 2024.01.15 16:42:23 +01'00'

Inhalt/*Content* Rev. A, B, C, D — Mahsa Kasravi — P. E. Concepts GmbH, Essen

Christian Elberg

Digital unterschrieben von Christian Elberg Datum: 2024.01.15 16:39:50 +01'00'

Freigabe/*Release* Rev. A, B, C, D — Christian Elberg — P. E. Concepts GmbH, Essen

Unterschriften gültig für aktuelle Revision. / Signatures valid for actual revision.

Rev.	Datum *Date*	Seiten *Pages*	Änderungen *Modifications*
A	08.03.2023	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*
B	13.03.2023	1 & 16	Anpassung Deckblatt und Übersichtszeichnung/ *Modification of front page and overview drawing*
C	29.11.2023	17 & Kap. 6.1.3/ *Chap.6.1.3*	Querschnittskizzen, Ergänzung Nachweis der Zwischenringsteife/ *Sketch of cross section, additional verification of stiffener*
D	15.01.2024	Seite 11/ Page 11	Hinweis zu Temperatureinfluss/*Notice about temperature*
		Kap. 10/ Chapt. 10	DIN EN 1993-4-2 und DIN EN 1993-4-2/NA ergänzt/ *Standards added*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. *No.*	Firma *Company*	Inhalt *Content*	Dok.-Name / Rev. *Doc. name / rev.*	Datum *Date*
(Ref1)	Stallkamp	Statische Berechnungen Edelstahldach	622 479 Statik Dach Osterby D=21,497m Rev.1 Berücksichtigung der TRAS 320 (y = 1,1)	29.08.2022
(Ref2)	Stallkamp	Windzone, Schneezone	E-Mail sent Wednesday, February 22, 2023 4:29 AM	22.02.2023
(Ref3)	Stallkamp	Material	E-Mail sent Wednesday, March 1, 2023 8:56 PM	01.03.2023
(Ref4)	P. E. Concepts	Nachweis Trapezblechbefestigung	ST-2110-AA_01 (A)	08.04.2022

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 9
2 Grundlagen und Methodik 10
2.1 Tragstruktur 10
2.2 Werkstoffe 11
2.3 Relevante Regelwerke 12
2.4 Nachweismethodik 12
2.4.1 Mantelblech: Nachweis der Spannungen 12
2.4.2 Mantelblech: Nachweis der Stabilität 13
2.4.3 Zwischenringsteife: Nachweis der Stabilität 14
2.4.4 Nachweis des Verankerungssystems 14
2.4.5 Nachweis der Verbindungen 14
2.4.6 Imperfektionen 14
2.5 Teilsicherheitsbeiwerte 15
3 Geometrie 16
4 Lastannahmen 18
4.1 Übersicht 18
4.2 Dachkonstruktion 19
4.3 Eigenwicht 19
4.4 Wind 19
4.5 Schnee 20
4.6 Flüssigkeit 20
4.7 Druckzustände im Gasbereich des Fermenters 21
4.8 Lastfallkombinationen 22
5 Mantelbleche 24
5.1 Nachweis der Spannungen 25
5.1.1 Nachweis der Spannungen: Schuss 1 25
5.1.2 Nachweis der Spannungen: Schuss 2 26
5.1.3 Nachweis der Spannungen: Schuss 3 27
5.1.4 Nachweis der Spannungen: Schuss 4 28
5.1.5 Nachweis der Spannungen: Schuss 5 29
5.1.6 Nachweis der Spannungen: Schuss 6 30
5.1.7 Nachweis der Spannungen: Schuss 7 31
5.1.8 Nachweis der Spannungen: Schuss 8 32
5.1.9 Nachweis der Spannungen: Schuss 9 33
5.1.10 Nachweis der Spannungen: Schuss 10 34
5.1.11 Nachweis der Spannungen: Schuss 11 35
5.1.12 Nachweis der Spannungen: Schuss 12 36
5.1.13 Nachweis der Spannungen: Schuss 13 37
5.1.14 Nachweis der Spannungen: Schuss 14 38

5.1.15 Nachweis der Spannungen: Schuss 15 39
5.1.16 Nachweis der Spannungen: Schuss 16 40
5.1.17 Nachweis der Spannungen: Schuss 17 41
5.1.18 Nachweis der Spannungen: Schuss 18 42
5.1.19 Nachweis der Spannungen: Schuss 19 43
5.2 Nachweis der Stabilität 44
5.2.1 Nachweis der Stabilität: Schuss 1 44
5.2.2 Nachweis der Stabilität: Schuss 2 47
5.2.3 Nachweis der Stabilität: Schuss 3 50
5.2.4 Nachweis der Stabilität: Schuss 4 53
5.2.5 Nachweis der Stabilität: Schuss 5 56
5.2.6 Nachweis der Stabilität: Schuss 6 59
5.2.7 Nachweis der Stabilität: Schuss 7 62
5.2.8 Nachweis der Stabilität: Schuss 8 65
5.2.9 Nachweis der Stabilität: Schuss 9 68
5.2.10 Nachweis der Stabilität: Schuss 10 71
5.2.11 Nachweis der Stabilität: Schuss 11 74
5.2.12 Nachweis der Stabilität: Schuss 12 77
5.2.13 Nachweis der Stabilität: Schuss 13 80
5.2.14 Nachweis der Stabilität: Schuss 14 83
5.2.15 Nachweis der Stabilität: Schuss 15 86
5.2.16 Nachweis der Stabilität: Schuss 16 89
5.2.17 Nachweis der Stabilität: Schuss 17 92
5.2.18 Nachweis der Stabilität: Schuss 18 95
5.2.19 Nachweis der Stabilität: Schuss 19 98
5.3 Nachweis der Verbindungen 101
5.3.1 Nachweis der Verbindungen: Schuss 1 101
5.3.2 Nachweis der Verbindungen: Schuss 2 103
5.3.3 Nachweis der Verbindungen: Schuss 3 105
5.3.4 Nachweis der Verbindungen: Schuss 4 107
5.3.5 Nachweis der Verbindungen: Schuss 5 109
5.3.6 Nachweis der Verbindungen: Schuss 6 111
5.3.7 Nachweis der Verbindungen: Schuss 7 113
5.3.8 Nachweis der Verbindungen: Schuss 8 115
5.3.9 Nachweis der Verbindungen: Schuss 9 117
5.3.10 Nachweis der Verbindungen: Schuss 10 119
5.3.11 Nachweis der Verbindungen: Schuss 11 121
5.3.12 Nachweis der Verbindungen: Schuss 12 123
5.3.13 Nachweis der Verbindungen: Schuss 13 125
5.3.14 Nachweis der Verbindungen: Schuss 14 127
5.3.15 Nachweis der Verbindungen: Schuss 15 129

5.3.16 Nachweis der Verbindungen: Schuss 16 131
5.3.17 Nachweis der Verbindungen: Schuss 17 133
5.3.18 Nachweis der Verbindungen: Schuss 18 135
5.3.19 Nachweis der Verbindungen: Schuss 19 137
6 Zwischenringsteife 139
6.1 Berechnungsmodell 140
6.1.1 Nachweis als Beulsteife 140
6.1.2 Stabilität 143
6.1.3 Nachweis unter Windbelastung 146
6.1.3.1 Berechnungsmodell 146
6.1.3.2 Einwirkungen 148
6.1.3.3 Numerisch ermittelte Schnittgrößen 151
6.2 Verbindungen 155
7 Fußpunkt Verankerung 156
7.1 Nachweis des Verankerungssystems 156
7.2 Nachweis der Betondübel 158
8 Montagezustand 160
9 Zusammenfassung 162
10 Literatur und Normen 164
Abbildungsverzeichnis 165
Tabellenverzeichnis 166

Contents:

1 Introduction 9

2 Basics and Methodology 10

2.1 Supporting Structure 10

2.2 Material 11

2.3 Relevant Standards 12

2.4 Analysis Procedure 12

2.4.1 Tank Shell: Verification of Stresses 12

2.4.2 Tank Shell: Verification of Stability 13

2.4.3 Intermediate Ring Stiffener: Verification of Stability 14

2.4.4 Verification of Anchoring System 14

2.4.5 Verification of Connections 14

2.4.6 Imperfection 14

2.5 Safety Factors 15

3 Geometry 16

4 Load Assumptions 18

4.1 Overview 18

4.2 Roof Structure 19

4.3 Dead Load 19

4.4 Wind 19

4.5 Snow 20

4.6 Liquid 20

4.7 Pressure Conditions in the Gas Area of the Fermenter 21

4.8 Load Combinations 22

5 Tank Shells 24

5.1 Verification of Stresses 25

5.1.1 Verification of Stresses: Section 1 25

5.1.2 Verification of Stresses: Section 2 26

5.1.3 Verification of Stresses: Section 3 27

5.1.4 Verification of Stresses: Section 4 28

5.1.5 Verification of Stresses: Section 5 29

5.1.6 Verification of Stresses: Section 6 30

5.1.7 Verification of Stresses: Section 7 31

5.1.8 Verification of Stresses: Section 8 32

5.1.9 Verification of Stresses: Section 9 33

5.1.10 Verification of Stresses: Section 10 34

5.1.11 Verification of Stresses: Section 11 35

5.1.12 Verification of Stresses: Section 12 36

5.1.13 Verification of Stresses: Section 13 37

5.1.14 Verification of Stresses: Section 14 38

5.1.15 Verification of Stresses: Section 15 39
5.1.16 Verification of Stresses: Section 16 40
5.1.17 Verification of Stresses: Section 17 41
5.1.18 Verification of Stresses: Section 18 42
5.1.19 Verification of Stresses: Section 19 43
5.2 Verification of Stability 44
5.2.1 Verification of Stability: Section 1 44
5.2.2 Verification of Stability: Section 2 47
5.2.3 Verification of Stability: Section 3 50
5.2.4 Verification of Stability: Section 4 53
5.2.5 Verification of Stability: Section 5 56
5.2.6 Verification of Stability: Section 6 59
5.2.7 Verification of Stability: Section 7 62
5.2.8 Verification of Stability: Section 8 65
5.2.9 Verification of Stability: Section 9 68
5.2.10 Verification of Stability: Section 10 71
5.2.11 Verification of Stability: Section 11 74
5.2.12 Verification of Stability: Section 12 77
5.2.13 Verification of Stability: Section 13 80
5.2.14 Verification of Stability: Section 14 83
5.2.15 Verification of Stability: Section 15 86
5.2.16 Verification of Stability: Section 16 89
5.2.17 Verification of Stability: Section 17 92
5.2.18 Verification of Stability: Section 18 95
5.2.19 Verification of Stability: Section 19 98
5.3 Verification of Connections 101
5.3.1 Verification of Connections: Section 1 101
5.3.2 Verification of Connections: Section 2 103
5.3.3 Verification of Connections: Section 3 105
5.3.4 Verification of Connections: Section 4 107
5.3.5 Verification of Connections: Section 5 109
5.3.6 Verification of Connections: Section 6 111
5.3.7 Verification of Connections: Section 7 113
5.3.8 Verification of Connections: Section 8 115
5.3.9 Verification of Connections: Section 9 117
5.3.10 Verification of Connections: Section 10 119
5.3.11 Verification of Connections: Section 11 121
5.3.12 Verification of Connections: Section 12 123
5.3.13 Verification of Connections: Section 13 125
5.3.14 Verification of Connections: Section 14 127
5.3.15 Verification of Connections: Section 15 129

5.3.16 Verification of Connections: Section 16 131
5.3.17 Verification of Connections: Section 17 133
5.3.18 Verification of Connections: Section 18 135
5.3.19 Verification of Connections: Section 19 137
6 Intermediate Ring Stiffener 139
6.1 Analysis Model 140
6.1.1 Verification as Stiffener 140
6.1.2 Stability 143
6.1.3 Verification under Wind Loading 146
6.1.3.1 Analysis Model 146
6.1.3.2 Load Assumption 148
6.1.3.3 Numerical Internal Forces 151
6.2 Connections 155
7 Anchoring System 156
7.1 Verification of Anchoring System 156
7.2 Verification of Concrete Anchor 158
8 Assembly State 160
9 Summary 162
10 Literature and Standards 164
List of Figures 165
List of Tables 169

1 Einleitung

1 Introduction

Bei der Tragstruktur des Behälters handelt es sich um einschalige Stahl-Zylinder mit dünnwandiger Schale aus nichtrostendem Stahl, deren einzelne Schüsse und Bauteile in situ miteinander verschraubt werden. Die erforderliche Aussteifung wird durch Zwischenringsteifen und eine Endringsteife am oberen Behälterrand realisiert. Der Lagerbehälter wird über eine umlaufende Fußwinkelkonstruktion auf der Beton-Bodenplatte verankert. Der Behälter ist mit Trapezblechen verkleidet.

The supporting structure of the storage tank is a single wall steel cylinder with a thin-walled shell consisting of stainless steel. The single sections and units are site assembled by bolted connections. The required stiffness is realized by circumferential stiffeners and an end ring stiffener to the upper edge of the tank. The storage tank is fixed at the concrete foundation by a circumferential dedendum angle construction. The tank is covered with trapezoidal sheets.

Im vorliegenden Dokument erfolgt die Bemessung der primären Tragstruktur inklusiv aller Verbindungsmittel. Die Nachweise der Bodenplatte sind nicht Teil dieser Bemessung. Die Ausführungszeichnungen werden kundenseitig auf Basis der Bemessungsergebnisse erstellt.

The present report contents the structural design of the primary supporting structure including all joints. The report does not include the verification of foundation. The manufacturing drawings are supplied by the customer based on the structural design results.

Die Bemessung erfolgt gemäß Eurocode 3 [1] unter Berücksichtigung der bauaufsichtlichen Zulassung für nichtrostende Stähle [4].

The structural design results according to Eurocode 3 [1] considering the technical approval of stainless steels [4].

Die Lastannahmen für den Behälter werden auf Basis der aktuellen Regelwerke und der kundenseitigen Spezifikationen getroffen (siehe Kap. 1).

The load assumptions are based on current guidelines and specifications supplied by the customer (cf. chapter 1).

Eine Verkleinerung des Behälterdurchmessers aus konstruktiven Gründen bei gleichbleibenden Blechdicken, Steifenprofilen und Stahlsorten ist ohne weiteren Nachweis möglich.

A reduction of the tank diameter with fixed shell thickness, stiffener cross section and steel grade is possible without further verification.

2 Grundlagen und Methodik

2 Basics and Methodology

2.1 Tragstruktur

2.1 Supporting Structure

Die sehr schlanke Schalen-Tragstruktur aus nichtrostendem Stahl ist aus 19 Schüssen aufgebaut (vgl. Kap. 3). Die Bauteile sind untereinander durch Scher-Lochleibungs-verbindungen verschraubt. Als Verbindungs-mittel werden ausschließlich Elemente aus nichtrostenden Stählen nach [5] verwendet.

The very slender shell supporting structure is built as of stainless steel and set up with 19 sections (see chapter 3). All units are bolted as bearing-type shear connections. Stainless steel connections are used as fasteners according to [5].

Die Aussteifung der Struktur wird durch umlaufend montierte Querschnittsprofile (Ringsteifen) gewährleistet. An den horizontalen Stoßstellen der Mantelbleche werden an der Behälteraußenseite Zwischen-ringsteifen in Form von U-Profilen angebracht. Zur Aussteifung des oberen Behälterrandes wird eine Endringsteife bestehend aus U-Profilen- und L-Profilen verbaut. Die Lastüber-tragung zur Bodenplatte erfolgt über einen L-Winkel, der umlaufend über Dübel [6] im Betonfundament verankert ist.

The structure is stiffened with circumferentially mounted cross-section profiles (ring stiffener). Intermediate stiffeners as U-shapes are mounted to the outer wall on the horizontal butt joint of the tank shell. For stiffening the upper wall rim, end ring stiffeners as U-shapes and L-shapes are used. The load transmission to the ground plate occurs over an L-angle, which is fixed circumferentially with anchor bolts [6] on the concrete foundation.

Die Tragstruktur wird beansprucht durch ihr Eigengewicht, Flüssigkeitsdruck, Schnee und Wind auf Behälter.

The loads on the supporting structure result from dead load, fluid pressure, snow and wind on the structure.

2.2 Werkstoffe

2.2 Material

Auf Kundenwunsch werden drei Ausführungen mit unterschiedlicher Materialwahl dokumentiert.

As to the customer's requirements, three variants with different materials will be documented.

Nichtrostende Stähle gemäß *Stainless steel according to*	EN 10088 [7] *EN 10088 [7]*
Verbindungsmittel gemäß *Fasteners according to*	ISO 3506 [5] *ISO 3506 [5]*
Mantelblech: *Tank shell:*	1.4301 oder gleichwertig *1.4301 or equal*
Festigkeitsklasse *Strength class:*	S275/ S500 *S275 /S500*
Endringsteife: *End ring stiffener:* Festigkeitsklasse *Strength class:*	1.4301 oder gleichwertig *1.4301 or equal* S275 *S275*
Zwischenringsteifen: *Intermediate stiffener:* Festigkeitsklasse: *Strength class:*	1.4301 oder gleichwertig *1.4301 or equal* S275 *S275*
Fußwinkel L-Profile: *Anchor system L-profile:* Festigkeitsklasse: *Strength class:*	1.4301 oder gleichwertig *1.4301 or equal* S275 *S275*
Schrauben: *Bolts:* Festigkeitsklasse: *Strength class:*	A2 und A4 oder gleichwertig *A2 and A4 or equal* 80 *80*

Festigkeit in Anhängigkeit von der Temperatur
Strength depending on Temperature

Bis zu einer Temperatur des Mediums von 50°C findet kein Einfluss auf die Festigkeit des Stahles statt. Bei einer Temperatur von >50°C wird die Festigkeit mit linearer Interpolation reduziert.

Up to a temperature of the medium, there is no influence on the strength of the steel. For a temperature >50°C the strength will be reduced with linear interpolation.

2.3 Relevante Regelwerke

2.3 Relevant Standards

Die Bemessung erfolgt grundlegend gemäß Eurocode 3 [1] und [2] unter Berücksichtigung der nationalen Anwendungsdokumente, insbesondere der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für nichtrostende Stähle [4]. Die angewendete Normung und Literatur sind in Kap. 10 aufgelistet. Im Rahmen der Detailbemessung wird bei Bedarf auf die jeweilige Norm und die maßgebenden Kapitel oder relevanten Gleichungen verwiesen.

The structural design is based on Eurocode 3 [1] and [2] considering the national application documents, particularly the building authority approval for stainless steels [4]. Used standards and literature are listed in chapter 10. In the context of the detailed design relevant standards are named and relevant chapters or relevant equations are pointed out.

2.4 Nachweismethodik

2.4 Analysis Procedure

Bemessen wird ein Hochfermenter mit einem Edelstahldach. Das Edelstahldach selbst wird hier nicht nachgewiesen. Die Nachweise für die Endringsteife sind in der Dachstatik (Ref1) enthalten. Die im Folgenden erläuterten Methoden der Nachweisführung verweisen auf die Betrachtungen der einzelnen Komponenten.

A high fermenter with a stainless-steel roof will be designed. The stainless-steel roof itself is not shown here. The verifications for end ring stiffness are included in roof statics (Ref1). The verification methods explained below refer to the considerations of the individual components.

2.4.1 Mantelblech: Nachweis der Spannungen

2.4.1 Tank Shell: Verification of Stresses

Der Spannungsnachweis (Nachweis gegen Werkstoff-Fließen) im Blech wird nach [1] geführt. Der maßgebende Lastfall ist Flüssigkeitsdruck mit Überdruck. Schussweise werden die resultierenden Einwirkungen ermittelt und für die Bemessung der erforderlichen Blechstärke angesetzt. Der Spannungsnachweis erfolgt an der vertikalen Stoßstelle zweier Mantelbleche, wobei die maximale Spannung in Tangentialrichtung am unteren Rand des Mantelbleches und der Nettoquerschnitt im Bereich der Verschraubung berücksichtigt werden.

The verification of stress (verification against material yielding) in the sheet will be done according to [1]. The governing load case is fluid pressure with overpressure. The resulting load assumptions will be calculated per section and used for the structural design of the necessary sheet thickness. The verification of stress will be made on the vertical joint of two tank shells in which the maximum stress in tangential direction at the lower rim and the net section in the range of bolting are considered.

2.4.2 Mantelblech: Nachweis der Stabilität

2.4.2 Tank Shell: Verification of Stability

Der Nachweis gegen Beulen der Mantelbleche wird nach [2] analytisch geführt. Es werden spannungsbasierte Beulsicherheitsnachweise für Meridian-, Umfangs- und Schubbeulen und die entsprechenden Interaktionen geführt. Die Ringsteifen werden hierbei zur Begrenzung der Beulfelder herangezogen. Die Nachweise werden mit den maximalen Druckspannungen geführt, die stets am unteren Rand der Schüsse liegen.

The verification against buckling of the tank shells will be made analytically according to [2]. The verification of stress based buckling safety for meridian, circumference and shear buckling and relevant interactions will be made. For the limit of the buckling panel the ring stiffeners are considered. The verification will be made with maximum normal stresses (pressure) which are always located at the bottom end of the sections.

Meridianbeulen (Axialbeulen)
Der Nachweis wird gemäß [2] geführt. Die bemessungsrelevante Meridianspannung berechnet sich aus mehreren Anteilen. Einerseits werden die Normalspannungen aus Eigengewicht angesetzt. Andererseits werden die Biegespannungen aus Wind auf Behälter berücksichtigt.

Meridian buckling (axial buckling)
The verification will be made according to [2]. The design relevant meridian stress results from several parts. On the one hand the normal stresses result from dead load, on the other hand the bending stresses from wind on tank are considered.

Umfangsbeulen
Der Nachweis wird nach [2] geführt. Die bemessungsrelevante Umfangsspannung resultiert aus der direkten Windanströmung und Innensog für den leeren Behälter. Die Tragstruktur ist im Montagezustand ohne Trapezbleche verkleidet.

Circumferencial buckling
The verification will be made according to [2]. The design relevant circumferential stress results from direct wind flow and internal suction for the empty tank. In the assembly condition state, the supporting structure is clad without trapezoidal sheets.

Schubbeulen
Der Nachweis wird gemäß [2] geführt. Die bemessungsrelevante Schubspannung berechnet sich aus der auftretenden Schubkraft aus Wind auf den Behälter.

Shear buckling
The verification will be made according to [2]. The design relevant shear stress results from the shear force occurring from wind on the tank.

2.4.3 Zwischenringsteife: Nachweis der Stabilität

2.4.3 Intermediate Ring Stiffener: Verification of Stability

Die Berechnung der Zwischenringsteifen erfolgt analytisch nach dem Verfahren in [3], unter Berücksichtigung der einzubeziehenden Querschnittsklasse. Es werden die Nachweise der Steifigkeit, der Biegeknicksicherheit, der Biegedrillknicksicherheit und der lokalen Beulsicherheit geführt. Das Querschnittsprofil der Zwischenringsteife wird zusätzlich gemäß [1] den entsprechenden Querschnittsklasse zugeordnet und bemessen.

The calculation of intermediate ring stiffeners will be made analytically according to [3], considering the relevant cross-section. The verification of stiffness, flexural buckling safety, torsional buckling safety and the local buckling will be made. The cross-section profile of the intermediate ring stiffener will be related to the respective cross-section class and calculated according to [1].

2.4.4 Nachweis des Verankerungssystems

2.4.4 Verification of Anchoring System

Für das L-Flansch Verankerungssystem, bestehend aus L-Profil und Betondübel, wird gemäß Eurocode 3 [10] die Tragfähigkeit des Flanschwinkels als äquivalentes Modell des T-Stummels mit Zugbeanspruchung am geschlossenen Behälter ermittelt. Die Tragfähigkeit des Betondübels wird auf Basis der entsprechenden Zulassung unter Zug und Querkraft nach [6] berechnet.

For the L-flange anchoring system consisting of L-profiles and anchor bolts, the bearing capacity of the flange angle as an equivalent model of the T-stub with tensile load according to Eurocode 3 [10] will be made with a closed tank. The bearing capacity of the anchor bolt will be calculated on basis of the relevant admission under tension and shear according to [6].

2.4.5 Nachweis der Verbindungen

2.4.5 Verification of Connections

Der Nachweis aller Schraubenverbindungen erfolgt gegen Abscheren, Lochleibung und Blockversagen und wird gemäß [10] geführt. Hier werden die erforderlichen Verbindungsnachweise erbracht. Bei der Zwischenringsteife werden die horizontalen Stoßfugen der Mantelbleche als kraftübertragende Laschung nachgewiesen.

The verification of all bolted connections will be made against shear, bearing resistance and block shear according to [10]. The necessary verification of connections with regard to shear, bolt hole bearing and block failure will be made. For the intermediate ring stiffener the horizontal butt joint of the tank shell as force-transferring fish joints will be proved.

2.4.6 Imperfektionen

2.4.6 Imperfection

Die anzusetzenden Imperfektionen (Unrundheit, Exzentrizität, Vorbeulen) gemäß [2] werden berücksichtigt. Folgende Toleranzklasse wird festgelegt:

The imperfection (ovality, eccentricity, pre-forming) according to [2] is considered. Following tolerance class is defined:

Herstelltoleranz-Qualitätsklasse/*Manufacturing tolerance quality class*: A.

2.5 Teilsicherheitsbeiwerte

2.5 Safety Factors

Die Lastfälle werden detailliert in Kap. 4 beschrieben. Die Teilsicherheitsbeiwerte auf der Lastseite und auf der Widerstandsseite werden folgendermaßen angesetzt:

The load cases are described in chapter 4. The safety factors at the load and resistance side will be applied as follows:

Tabelle 2.1: Lastfälle und Teilsicherheiten

Table 2.1: Load cases and partial safety factors

Lastfall/*Load case*	**Teilsicherheitsbeiwerte [9]** ***Safety factors [9]***	**Bemessungssituation** ***Situation of structural design***
Eigengewicht Behälter *Dead load tank structure*	γ_F=1.35 / 1.0	Ständig *Permanent*
Flüssigkeitsdruck *Liquid/hydrostatic pressure*	γ_F=1.35	Ständig *Permanent*
Wind auf Behälter *Wind on tank structure*	γ_F=1.50	Veränderlich *Variable*
Schnee auf Dach (NDT) *Snow on roof (North German plain)*	γ_F=2.3	Außergwöhnlich *Extraordinary*

Berücksichtigung TRAS 320: γ_F=1.1

Tabelle 2.2: Nachweise und Teilsicherheiten

Table 2.2: Verification and partial safety factors

Nachweis/*Verification*	**Teilsicherheitsbeiwerte [1]** ***Safety factors [1]***	**Anmerkungen/*Remarks***
Streckgrenze *Yield stress*	γ_{M0}=1.10	
Zugfestigkeit *Tensile stress*	γ_{M2}=1.25	
Stabilität (Beulen) *Shell buckling*	γ_{M1}=1.10	Konservativ *Conservative*
Stabilität (Knicken) *Flexural buckling*	γ_{M1}=1.10	Konservativ *Conservative*
Anschlüsse *Connections*	γ_{M2}=1.25	

3 Geometrie

3 Geometry

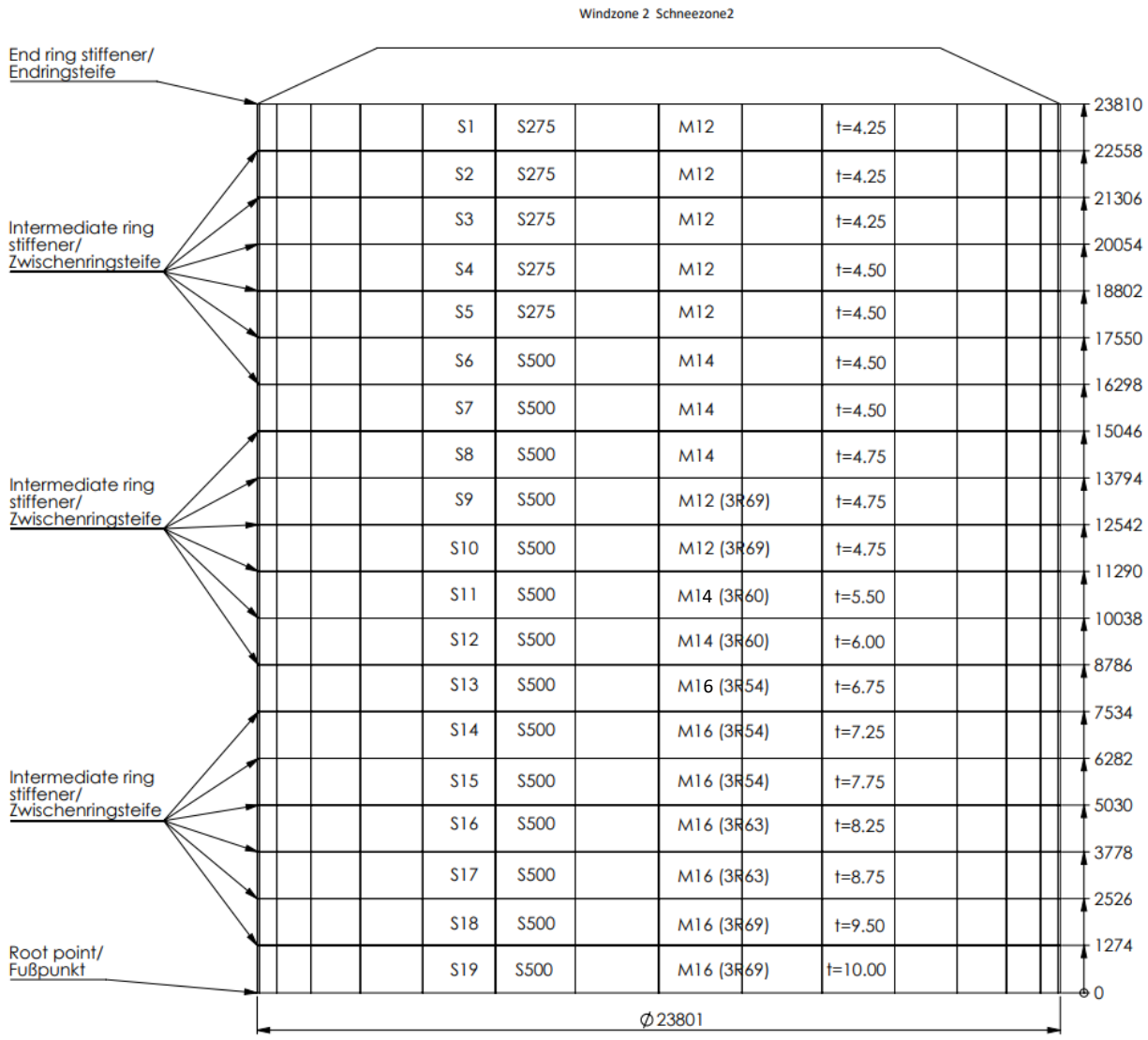
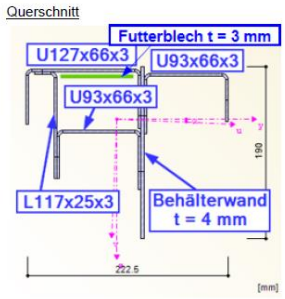
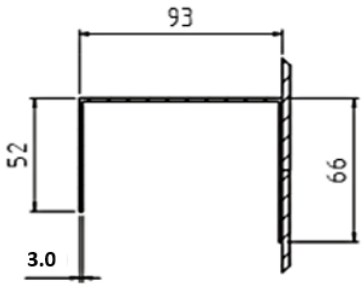


Abbildung 3.1: Grundlegende Geometrie Hochfermenter mit Edelstahldach

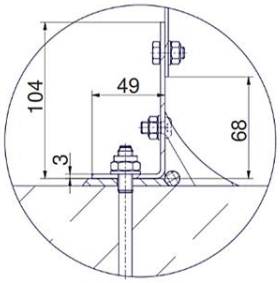
Figure 3.1: Basic geometry of fermenter structure with stainless steel roof



Endringstiffener/Endringsteife
U 61x127x66x3.0 2U 53x93x66x3.0
L 117.5x25x3.0
f_{yk} 275 N/mm²



Intermediatering stiffener / Zwischenringsteife
U 66x93x52x3.0
f_{yk} 275 N/mm²



Fußpunkt / root point
49x104x3.0
f_{yk} 275 N/mm²
Anker M10 A4
Dübelabstand 152 mm

Abbildung 3.2: Endringsteife, Zwischenringsteife und Fußpunkt

Figure 3.2: Endringstiffener, intermediatering stiffener and root point

4 Lastannahmen

4 Load Assumptions

4.1 Übersicht

4.1 Overview

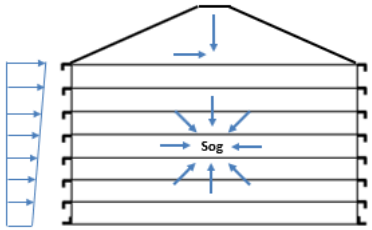
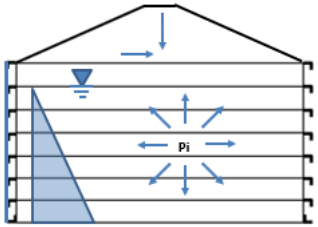
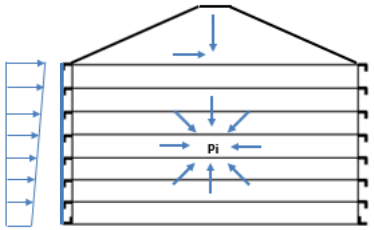
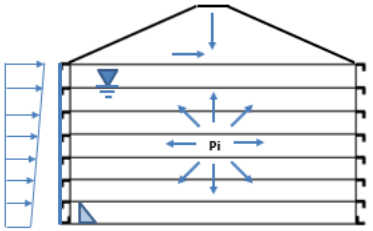
Übersicht / Overview				
Zustand Bild / Symbol				
Zustand / Situation	Montage mit Dach / Errection with roof from top to bottom	Endzustand voll mit Dach / Final situation full with roof	Endzustand leer mit Dach / Final situation empty with roof	Endzustand voll mit Dach / Final situation full with roof
Lastkombination / Loadcombination	1.35 x LF1 + 1.5 x 0.6 x (LF5 + 0.6 x LF5) + 1.5 x (LF6 + LF7)	1.35 x LF1 + 1.5 x LF2 + 1.35 x LF4 + 1.5 x LF6 + 1.5 x LF7	1.35 x LF1 + 1.0 x LF3 + 1.5 x (LF5 + LF6 + LF7)	1.0 x LF1 + 1.5 x LF2 + 1.35 x LF4 + 1.5 x (LF5 + LF6 + LF7)
Nachweis / Verification	Meridianbeulen, Umfangsbeulen und Schubbeulen für alle Schüsse / Axial, circumferential and shear buckling for all rings	Spannungs- und Verbindungsnachweise / Stress and bolt verifications	Meridianbeulen, Umfangsbeulen und Schubbeulen für alle Schüsse / Axial, circumferential and shear buckling for all rings **ERS, ZRS**	Nachweis der Verankerung und des Fußpunktes
Trapezprofile / Fassade	Nein / No	Ja / Yes	Ja / Yes	Ja / Yes
Dach / Roof	Ja / Yes	Ja / Yes	Ja / Yes	Ja / Yes

Abbildung 4.1: Übersicht Lastsituationen mit Edelstahldach

Figure 4.1: Overview load situations with stainless steel roof

Maßgebende Lastkombination für die Nachweise Schuss 1-8 / *Relevant load combination for the evidence in section 1-8*

Maßgebende Lastkombination für die Nachweise Schuss 9-19 / *Relevant load combination for the evidence in section 9-19*

4.2 Dachkonstruktion

4.2 Roof Structure

Die maßgebenden Einwirkungen aus der Dachkonstruktion werden aus der Dachstatik (vgl. (Ref1)) übernommen. Die Auflagerlasten werden als vertikale Kraftkomponenten auf die Tragstruktur angesetzt. Es werden die Lastfälle mit den maximalen Resultierenden der vertikalen Auflagerkräfte berücksichtigt. Die horizontalen Kräfte an den Auflagerpunkten schließen sich kurz und erzeugen in der Endringsteife eine Zugkraft.

The decisive effects from the roof construction are taken from the roof statics (cf. (Ref1)). The bearing loads are applied as vertical force components on the supporting structure. The load cases with the maximum resultant of the vertical bearing forces are considered. The horizontal forces at the bearing points close short and generate a tensile force in the end ring stiffener.

4.3 Eigenwicht

4.3 Dead Load

Eigengewicht Behälterkonstruktion
Das Eigengewicht der Behälterkonstruktion wird auf Basis der Geometrie und einer spezifischen Werkstoffdichte von 78,5 kN/m^3 (entspricht 8,0 kg/dm^3 gemäß [4]) berücksichtigt.

Dead load tank construction
The dead load of the tank construction is based on the geometry and a specific material density of 78.5 kN/m^3 (equates 8.0 kg/dm^3 according to [4]).

4.4 Wind

4.4 Wind

Wind auf Behälter
Der Geschwindigkeitsdruck ist abhängig von der Windzone und wird gemäß [12] und [13] berücksichtigt. Abhängig von der Höhe des Behälters wird der Böengeschwindigkeitsdruck ermittelt. Zusätzlich wird ein Kraftbeiwert für den Behälter angenommen, welcher sich aus dem Grundkraftbeiwert und dem Abminderungsfaktor zusammensetzt. Für in Reihe angeordnete Behälter wird in Abhängigkeit der Behälterdurchmesser und deren Abstände untereinander ein Erhöhungsfaktor berücksichtigt.

Wind on tank
The dynamic pressure depends on the wind zone and will be considered according to [12] and [13]. Dependent on the height of the tank the gust velocity pressure will be determined. In addition, a correction value for the tank will be assumed. The correction value is based on the basis correction value and the reduction ratio. For tanks in a row an increase factor depending on the tank diameter and their distances to each other is considered.

Staudruck/ *Wind pressure*: Wind q = 0.39 kN/m² + 10% acc to. TRAS 320 = 0.429 kN/m²

4.5 Schnee

4.5 Snow

Schnee auf Dach

Die aus Schnee auf Dach resultierenden Einwirkungen auf die Behälterstruktur werden aus der zugehörigen Dachbemessung (vgl. (Ref1)) übernommen. Eine außergewöhnliche Lastfallkombination ist berücksichtigt.

Snow on Roof

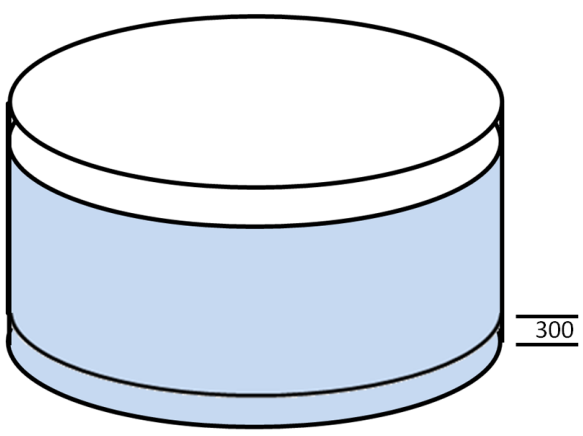
The effects on the container structure resulting from snow on the roof are taken from the associated roof design (cf. (Ref1)). An extraordinary load combination is taken into account.

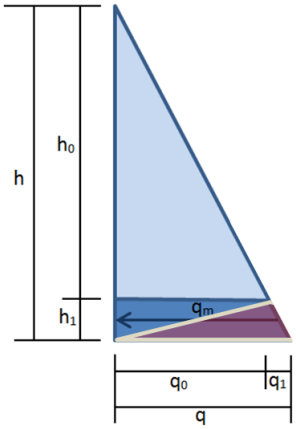
4.6 Flüssigkeit

4.6 Liquid

Das im Inneren des Behälters gelagerte Medium wird mit einer Wichte von ρ = 10.0 kN/m³ angenommen. Der hieraus resultierende hydrostatische Druck wird in die Tragstruktur eingeleitet. Es wird angenommen, dass der Flüssigkeitsdruck am Behälterfuß bis zu der Höhe von 300mm direkt von der Fußpunktverankerung und nicht von der Schalenwand aufgenommen wird. Der Flüssigkeitsdruck wird mit nachfolgender Formel ausgerechnet.

The medium inside of the tank will be assumed with a volume weight of ρ = 10.0 kN/m³. The resulting hydrostatic pressure is introduced into the supporting structure. It is assumed that the liquid pressure at the base of the vessel up to a height of 300mm is directly absorbed by the base anchorage and not by the shell wall. The fluid pressure is calculated using the formula below.





$q_0 = \gamma * h_0$ $q_1 = \gamma * h_1$ $q_m = (q_0 + q_0 + q_1) / 2$ [N/mm²]

$q_{H,k} \approx q_m * h_1 / 2$ $q_{H,d} = q_{H,k} * \gamma_F$ [N/mm] pro Umfang / *per scope*

Abbildung 4.2: Flüssigkeitsdruck an der Fußpunktverankerung

Figure 4.2: Fluid pressure at base anchorage

4.7 Druckzustände im Gasbereich des Fermenters

4.7 Pressure Conditions in the Gas Area of the Fermenter

Gemäß (Ref2) können während des Betriebes des Lagerbehälters folgende Druckzustände im Gasbereich auftreten:

According to (Ref2) the following pressure conditions can occur in the gas area during operation of the storage tank:

Der Innendruck (Überdruck) beträgt maximal:/ *The max. inner pressure (overpressure) is:*	30 [mbar] = $30x10^{-4}$ [N/mm^2] = 3000 [Pa]
Der Innensog (Unterdruck) beträgt maximal *The max. inner suction (depressure) is:*	2 [mbar] = $2x10^{-4}$ [N/mm^2] = 200 [Pa]

4.8 Lastfallkombinationen

4.8 Load Combinations

Bei der Bemessung der Bauelemente des Behälters werden 4 relevante Lastfallkombinationen berücksichtigt. Dabei wird die Resultierende der vertikalen Auflagerkräfte (auf den Behälterumfang konstant verteilt) aus der zugehörigen Dachbemessung (vgl.(Ref1)) übernommen.

For the calculation of the tank units 4 relevant load case combinations will be considered. The resultant of the vertical support forces (distributed constantly over the circumference of the tank) is taken from the associated roof design (see (Ref1)).

Die charakteristischen Auflagerlasten aus der Dachbemessung und die horizontale Dachlast werden bei ungünstiger Wirkung mit dem Sicherheitsbeiwert γ_F=1.50 beaufschlagt. Folgende Lastfälle (Auflistung und Teilsicherheitsbeiwerte vgl. Kap. 2.5) werden berücksichtigt und in den folgenden Kombinationen inkl. Kombinationsbeiwert angesetzt:

For the characteristic supporting forces of the roof calculation and for the horizontal roof load a safety factor of γ_F=1.50 has to be added in case of unfavorable effects. The uplift forces will be considered with γ_F=1.50-fold for the verification of the connections (horizontal butt joints) and for the verification of the anchoring system. Following load cases (listing and partial safety factors cf. chapter 2.5) will be considered and used for the following combinations incl. combination factors:

Tabelle 4.1: Lastfälle

Table 4.1: Load cases

Lastfall/*Load case*	**Bezeichnung/*Designation***
LF1	Eigengewicht Behälter *Dead load tank structure*
LF2	Innendruck *Internal pressure*
LF3	Unterdruck *Depression*
LF4	Flüssigkeitsdruck *Liquid pressure*
LF5	Wind auf Behälter *Wind on tank structure*
LF6	Vertikale Dachlasten[1)2)] *Roof loads vertical [1)2)]*
LF7	Horizontale Dachlasten[2)] *Roof loads horizontal[2)]*

[1)] falls günstig wirkend: Lasten nicht berücksichtigt / *in case of favorable effect: loads not considered*
[2)] Schnittlasten aus separater Dachbemessung / *reaction loads related to separate design report*

Lastfallkombination 1 (relevant für Spannungs- und Verbindungsnachweise):
Load case combination 1 relevant for stresses and connections:
LK1= 1.35 x LF1 + 1.5 x LF2 + 1.35 x LF4 + 1.5 x LF6 + 1.5 x LF7

Lastfallkombination 2 (relevant für Nachweis der ERS und ZRS):
Load case combination 2 relevant for ERS and ZRS:
LK2= 1.35 x LF1 + 1.0 x LF3 + 1.5 x (LF5 + LF6 + LF7)

Lastfallkombination 3 (relevant für Nachweis der Verankerung und des Fußpunktes):
Load case combination 3 relevant for anchoring system:
LK3 = 1.0 x LF1 + 1.5 x LF2 + 1.35 x LF4 + 1.5 x (LF5 + LF6 + LF7)

Lastfallkombination 4 (relevant für Beulnachweise):
Bei der Einwirkung Wind wird Innensog und Außendruck berücksichtigt.
Load case combination 4 relevant for buckling of tank structure:
The effect of wind: internal suction and external pressure are taken into account.
LK4 = 1.35 x LF1 + 1.5 x 0.6 x (LF5 +0.6 x LF5) + 1.5 x (LF6 + LF7)

5 Mantelbleche

5 Tank Shells

Der Behälter wird schussweise aus Blechtafeln mit den Abmessungen h/l=1250x2500[mm] in der erforderlichen Blechstärke abgebildet und berechnet (vgl. Kap. 2.4). Die Randbedingungen entsprechen den kraftschlüssig verbundenen vertikalen Stoßfugen (Schraubverbindungen). Infolge des hier ausgeführten Übergreifungsstoßes ergibt sich die effektive Mantelblechlänge. Die horizontale Stoßfuge wird über einen Stumpfstoß der Blechtafeln realisiert. Dabei erfolgt die Verbindung mittels Zwischenringsteife, welche hier als Laschung fungiert. Hier wird rechnerisch eine 2mm breite Fuge angenommen, was zu einer Schusshöhe von jeweils 1252mm führt.

The tank is designed and calculated sectionally as of plates with the dimension's h/l=1250x2500[mm] (see chapter 2.4). The boundary conditions correlate to with the vertical butt joints (bolted joints). The effective length of the tank shell results from the overlap connection. The horizontal butt joint will be realized over a butt joint to the plates. The connection is made by means of an intermediate ring stiffener acting as fish joint. A calculative joint of 2mm is assumed, which results in a section height of 1252mm.

Tabelle 5.1: Mantelbleche

Table 5.1: Sheet thickness

Schuss/ Section	**Blechdicke / *Sheet thickness***
1	4.25 mm
2	4.25 mm
3	4.25 mm
4	4.50 mm
5	4.50 mm
6	4.50 mm
7	4.50 mm
8	4.75 mm
9	4.75 mm
10	4.75 mm
11	5.50 mm
12	6.00 mm
13	6.75 mm
14	7.25 mm
15	7.75 mm
16	8.25 mm
17	8.75 mm
18	9.50 mm
19	10.00 mm

5.1 Nachweis der Spannungen

5.1 Verification of Stresses

Die Blechstärken sind in Tabelle 5.1 beschrieben.

The sheet thickness is described in Table 5.1.

5.1.1 Nachweis der Spannungen: Schuss 1

5.1.1 Verification of Stresses: Section 1

Tabelle 5.2: Schuss 1: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.2: Section 1: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	1	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	318364	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	59.93	N/mm²
Stahlgüte		-	S275	-
Blechdicke		t	4.25	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	550	N/mm²
Höhe		hi	1252	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5313	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4558	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	4785	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4558	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	1283853	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2005637	N
Schuss 1	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.25**	**Erfüllt!**

5.1.2 Nachweis der Spannungen: Schuss 2

5.1.2 Verification of Stresses: Section 2

Tabelle 5.3: Schuss 2: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.3: Section 2: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	2	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	569788	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	107.25	N/mm²
Stahlgüte		-	S275	-
Blechdicke		t	4.25	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	550	N/mm²
Höhe		hi	2504	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5313	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4558	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	4785	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4558	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	1283853	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2005637	N
Schuss 2	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.44**	**Erfüllt!**

5.1.3 Nachweis der Spannungen: Schuss 3

5.1.3 Verification of Stresses: Section 3

Tabelle 5.4: Schuss 3: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.4: Section 3: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	3	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	821212	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	154.58	N/mm²
Stahlgüte		-	S275	-
Blechdicke		t	4.25	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	550	N/mm²
Höhe		hi	3756	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5313	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4558	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	4785	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4558	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	1283853	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2005637	N
Schuss 3	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.64**	**Erfüllt!**

5.1.4 Nachweis der Spannungen: Schuss 4

5.1.4 Verification of Stresses: Section 4

Tabelle 5.5: Schuss 4: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.5: Section 4: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	4	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1072637	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	190.69	N/mm²
Stahlgüte		-	S275	-
Blechdicke		t	4.50	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	550	N/mm²
Höhe		hi	5008	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5625	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4826	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	5067	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4826	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	1359373	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2123616	N
Schuss 4	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.79**	**Erfüllt!**

5.1.5 Nachweis der Spannungen: Schuss 5

5.1.5 Verification of Stresses: Section 5

Tabelle 5.6: Schuss 5: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.6: Section 5: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	5	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1263815	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	224.68	N/mm²
Stahlgüte		-	S275	-
Blechdicke		t	4.50	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	550	N/mm²
Höhe		hi	5960	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5625	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4826	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	5067	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4826	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	1359373	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2123616	N
Schuss 5	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.93**	**Erfüllt!**

5.1.6 Nachweis der Spannungen: Schuss 6

5.1.6 Verification of Stresses: Section 6

Tabelle 5.7: Schuss 6: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.7: Section 6: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	6	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1575485	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	280.09	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	4.50	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	7512	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5625	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4598	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	6122	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4598	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	2497142	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.82	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2574684	N
Schuss 6	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.63**	**Erfüllt!**

5.1.7 Nachweis der Spannungen: Schuss 7

5.1.7 Verification of Stresses: Section 7

Tabelle 5.8: Schuss 7: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.8: Section 7: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	7	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1826909	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	324.78	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	4.50	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	8764	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5625	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4598	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	6122	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4598	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	2497142	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.82	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2574684	N
Schuss 7	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.73**	**Erfüllt!**

5.1.8 Nachweis der Spannungen: Schuss 8

5.1.8 Verification of Stresses: Section 8

Tabelle 5.9: Schuss 8: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.9: Section 8: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	8	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2078334	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	350.04	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	4.75	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	10016	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5938	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4853	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	6462	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4853	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	2635872	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.82	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2717722	N
Schuss 8	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.79**	**Erfüllt!**

5.1.9 Nachweis der Spannungen: Schuss 9

5.1.9 Verification of Stresses: Section 9

Tabelle 5.10: Schuss 9: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.10: Section 9: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	9	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2329758	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	392.38	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	4.75	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	11268	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5938	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4616	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	7250	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4616	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	2635872	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.72	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2584722	N
Schuss 9	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.90**	**Erfüllt!**

5.1.10 Nachweis der Spannungen: Schuss 10

5.1.10 Verification of Stresses: Section 10

Tabelle 5.11: Schuss 10: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.11: Section 10: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	10	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2581182	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	434.73	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	4.75	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	12520	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	5938	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	4616	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	7250	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	4616	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	2635872	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.72	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2584722	N
Schuss 10	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**1.00**	**Erfüllt!**

5.1.11 Nachweis der Spannungen: Schuss 11

5.1.11 Verification of Stresses: Section 11

Tabelle 5.12: Schuss 11: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.12: Section 11: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	11	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2832607	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	412.02	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	5.50	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	13772	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	6875	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	5324	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	8188	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	5324	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	3052063	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	29.67	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	2981440	N
Schuss 11	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.95**	**Erfüllt!**

5.1.12 Nachweis der Spannungen: Schuss 12

5.1.12 Verification of Stresses: Section 12

Tabelle 5.13: Schuss 12: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.13: Section 12: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	12	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3084031	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	411.20	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	6.00	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	15024	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	7500	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	5808	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	8933	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	5808	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	3329523	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	29.67	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	3252480	N
Schuss 12	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.95**	**Erfüllt!**

5.1.13 Nachweis der Spannungen: Schuss 13

5.1.13 Verification of Stresses: Section 13

Tabelle 5.14: Schuss 13: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.14: Section 13: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	13	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3335455	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	395.31	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	6.75	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	16276	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	8438	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	6481	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	10456	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	6481	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	3745713	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	33.06	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	3629556	N
Schuss 13	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.1.14 Nachweis der Spannungen: Schuss 14

5.1.14 Verification of Stresses: Section 14

Tabelle 5.15: Schuss 14: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.15: Section 14: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	14	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3586879	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	395.79	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	7.25	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	17528	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	9063	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	6961	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	11230	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	6961	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	4023173	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	33.06	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	3898412	N
Schuss 14	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.1.15 Nachweis der Spannungen: Schuss 15

5.1.15 Verification of Stresses: Section 15

Tabelle 5.16: Schuss 15: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.16: Section 15: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	15	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3838304	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	396.21	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	7.75	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	18780	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	9688	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	7442	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	12005	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	7442	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	4300634	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	33.06	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	4167268	N
Schuss 15	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.1.16 Nachweis der Spannungen: Schuss 16

5.1.16 Verification of Stresses: Section 16

Tabelle 5.17: Schuss 16: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.17: Section 16: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	16	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4089728	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	396.58	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	8.25	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	20032	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	10313	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	7523	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	13041	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	7523	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	4578094	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	4212978	N
Schuss 16	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.97**	**Erfüllt!**

5.1.17 Nachweis der Spannungen: Schuss 17

5.1.17 Verification of Stresses: Section 17

Tabelle 5.18: Schuss 17: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.18: Section 17: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3					
Schuss			-	17	-
Normalkraft			N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4341152	N
Überdruck			p_{Innen}	30	mbar
Spannung			σ	396.91	N/mm²
Stahlgüte			-	S500	-
Blechdicke			t	8.75	mm
Blechhöhe			h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche			f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche			f_u	700	N/mm²
Höhe			hi	21284	mm
Bruttoquerschnittfläche			A_{Brutto}	10938	mm²
Nettoquerschnittfläche 1			$A_{netto,1}$	7979	mm²
Nettoquerschnittfläche 2			$A_{netto,2}$	13832	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche			A_{netto}	7979	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss			γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft			$N_{pl,Rd}$	4855554	N
Beiwert			k_r	1.0	-
Beiwert			r	0.50	-
Beiwert			u	28.23	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech			$N_{u,Rd}$	4468310	N
Schuss 17		**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.97**	**Erfüllt!**

5.1.18 Nachweis der Spannungen: Schuss 18

5.1.18 Verification of Stresses: Section 18

Tabelle 5.19: Schuss 18: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.19: Section 18: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3					
Schuss			-	18	-
Normalkraft			N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4592577	N
Überdruck			p_{Innen}	30	mbar
Spannung			σ	386.74	N/mm²
Stahlgüte			-	S500	-
Blechdicke			t	9.50	mm
Blechhöhe			h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche			f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche			f_u	700	N/mm²
Höhe			hi	22536	mm
Bruttoquerschnittfläche			A_{Brutto}	11875	mm²
Nettoquerschnittfläche 1			$A_{netto,1}$	8357	mm²
Nettoquerschnittfläche 2			$A_{netto,2}$	15296	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche			A_{netto}	8357	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss			γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft			$N_{pl,Rd}$	5271744	N
Beiwert			k_r	1.0	-
Beiwert			r	0.50	-
Beiwert			u	25.72	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech			$N_{u,Rd}$	4680004	N
	Schuss 18	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.98**	**Erfüllt!**

5.1.19 Nachweis der Spannungen: Schuss 19

5.1.19 Verification of Stresses: Section 19

Tabelle 5.20: Schuss 19: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech

Table 5.20: Section 19: Input data and stresses in the plates

Zugbeanspruchung nach [1] Kapitel 6.2.3				
Schuss		-	19	-
Normalkraft		N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4844001	N
Überdruck		p_{Innen}	30	mbar
Spannung		σ	387.52	N/mm²
Stahlgüte		-	S500	-
Blechdicke		t	10.00	mm
Blechhöhe		h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche		f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche		f_u	700	N/mm²
Höhe		hi	23788	mm
Bruttoquerschnittfläche		A_{Brutto}	12500	mm²
Nettoquerschnittfläche 1		$A_{netto,1}$	8797	mm²
Nettoquerschnittfläche 2		$A_{netto,2}$	16101	mm²
massgebende Nettoquerschnittfläche		A_{netto}	8797	mm²
Teilsicherheitsbeiwerte		γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-
plastische Widerstandskraft		$N_{pl,Rd}$	5549205	N
Beiwert		k_r	1.0	-
Beiwert		r	0.50	-
Beiwert		u	25.72	mm
Zugbeanspruchung im Mantelblech		$N_{u,Rd}$	4926320	N
Schuss 19	**Nachweis**	**N_{Ed}/N_{Rd}**	**0.98**	**Erfüllt!**

5.2 Nachweis der Stabilität

5.2 Verification of Stability

Die Nachweise gegen Schalenbeulen basieren auf dem Montagezustand der Behälter mit Dach, siehe Kapitel 4.1.

The verifications against shell buckling are based on the assembly state of the tank with roof, see chapter 4.1.

5.2.1 Nachweis der Stabilität: Schuss 1

5.2.1 Verification of Stability: Section 1

Tabelle 5.21: Schuss 1: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.21: Section 1: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	1
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	266	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.25	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.48E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	97633	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1294457	N
Moment aus Windlast	M_d	102434005	Nmm
Widerstandsmoment	W	1889837239	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.22: Schuss 1: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.22: Section 1: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.16	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.62	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	43.21	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.48	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.63	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	6.94	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.31	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.13	N/mm^2
Schuss	**1**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.65**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.23: Schuss 1: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.23: Section 1: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.30	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	15.32	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	4.17	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	11.49	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	10.45	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	4.13	N/mm^2
Schuss	**1**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.40**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.24: Schuss 1: Nachweis Schubbeulen

Table 5.24: Section 1: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.12	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	25.35	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.46	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.12	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	19.01	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	17.28	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	0.61	N/mm^2
Schuss	**1**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.04**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.25: Schuss 1: Interaktionsnachweis

Table 5.25: Section 1: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.28	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.65	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.40	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.04	-
Schuss	**1**	**Interaktionsnachweis**		**0.89**	**Erfüllt!**

5.2.2 Nachweis der Stabilität: Schuss 2

5.2.2 Verification of Stability: Section 2

Tabelle 5.26: Schuss 2: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.26: Section 2: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	2
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	266	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.25	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.45E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	128665	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1341450	N
Moment aus Windlast	M_d	242968177	Nmm
Widerstandsmoment	W	1889837239	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.27: Schuss 2: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.27: Section 2: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.16	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.62	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	43.21	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.48	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.63	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	6.94	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.31	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.35	N/mm^2
Schuss	**2**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.69**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.28: Schuss 2: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.28: Section 2: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.30	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	15.32	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	4.17	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	11.49	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	10.45	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	4.05	N/mm^2
Schuss	**2**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.39**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.29: Schuss 2: Nachweis Schubbeulen

Table 5.29: Section 2: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.12	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	25.35	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.46	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.12	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	19.01	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	17.28	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	0.81	N/mm^2
Schuss	**2**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.05**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.30: Schuss 2: Interaktionsnachweis

Table 5.30: Section 2: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.28	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.69	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.39	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.05	-
Schuss	**2**	**Interaktionsnachweis**		**0.92**	**Erfüllt!**

5.2.3 Nachweis der Stabilität: Schuss 3

5.2.3 Verification of Stability: Section 3

Tabelle 5.31: Schuss 3: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparamter

Table 5.31: Section 3: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	3
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	266	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.25	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.42E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	159076	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1388444	N
Moment aus Windlast	M_d	419233376	Nmm
Widerstandsmoment	W	1889837239	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.32: Schuss 3: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.32: Section 3: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.16	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.62	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	43.21	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.48	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.63	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	6.94	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.31	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.59	N/mm^2
Schuss	**3**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.73**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.33: Schuss 3: Nachweis Umfangsbeulen

Table 5.33: Section 3: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.30	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	15.32	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	4.17	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	11.49	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	10.45	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.97	N/mm^2
Schuss	**3**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.38**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.34: Schuss 3: Nachweis Schubbeulen

Table 5.34: Section 3: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.56	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.12	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	25.35	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.46	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.12	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	19.01	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	17.28	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.00	N/mm^2
Schuss	**3**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.06**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.35: Schuss 3: Interaktionsnachweis

Table 5.35: Section 3: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.28	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.73	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.38	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.06	-
Schuss	**3**	**Interaktionsnachweis**		**0.96**	**Erfüllt!**

5.2.4 Nachweis der Stabilität: Schuss 4

5.2.4 Verification of Stability: Section 4

Tabelle 5.36: Schuss 4: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.36: Section 4: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	4
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	266	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.39E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	188845	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1437916	N
Moment aus Windlast	M_d	628690763	Nmm
Widerstandsmoment	W	2000941078	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.37: Schuss 4: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.37: Section 4: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.79	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	45.76	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.41	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.64	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	7.58	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.89	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.59	N/mm^2
Schuss	**4**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.67**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.38: Schuss 4: Nachweis Umfangsbeulen

Table 5.38: Section 4: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.31	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	16.85	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.97	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.05	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	12.63	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	11.49	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.67	N/mm^2
Schuss	**4**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.32**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.39: Schuss 4: Nachweis Schubbeulen

Table 5.39: Section 4: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.13	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	27.47	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.36	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.13	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	20.60	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	18.73	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.12	N/mm^2
Schuss	**4**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.06**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.40: Schuss 4: Interaktionsnachweis

Table 5.40: Section 4: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.29	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.67	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.32	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.06	-
Schuss	**4**	**Interaktionsnachweis**		**0.83**	**Erfüllt!**

5.2.5 Nachweis der Stabilität: Schuss 5

5.2.5 Verification of Stability: Section 5

Tabelle 5.41: Schuss 5: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.41: Section 5: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	5
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	266	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.36E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	217946	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1487389	N
Moment aus Windlast	M_d	868604077	Nmm
Widerstandsmoment	W	2000941078	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.42: Schuss 5: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.42: Section 5: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.79	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	45.76	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.41	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.64	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	7.58	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.89	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.86	N/mm^2
Schuss	**5**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.70**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.43: Schuss 5: Nachweis Umfangsbeulen

Table 5.43: Section 5: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.31	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	16.85	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.97	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.05	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	12.63	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	11.49	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.59	N/mm^2
Schuss	**5**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.31**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.44: Schuss 5: Nachweis Schubbeulen

Table 5.44: Section 5: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.13	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	27.47	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.36	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.13	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	20.60	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	18.73	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.30	N/mm^2
Schuss	**5**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.07**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.45: Schuss 5: Interaktionsnachweis

Table 5.45: Section 5: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.29	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.70	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.31	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.07	-
Schuss	**5**	**Interaktionsnachweis**		**0.87**	**Erfüllt!**

5.2.6 Nachweis der Stabilität: Schuss 6

5.2.6 Verification of Stability: Section 6

Tabelle 5.46: Schuss 6: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.46: Section 6: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	6
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.33E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	246355	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1536862	N
Moment aus Windlast	M_d	1136004933	Nmm
Widerstandsmoment	W	2000941078	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.47: Schuss 6: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.47: Section 6: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.79	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	45.76	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	3.27	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.64	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	7.58	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.89	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.14	N/mm^2
Schuss	**6**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.75**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.48: Schuss 6: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.48: Section 6: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.31	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	16.85	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	5.38	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	12.63	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	11.49	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.51	N/mm^2
Schuss	**6**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.31**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.49: Schuss 6: Nachweis Schubbeulen

Table 5.49: Section 6: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.13	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	27.47	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	3.20	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.07	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	20.60	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	18.73	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.46	N/mm^2
Schuss	**6**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.08**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.50: Schuss 6: Interaktionsnachweis

Table 5.50: Section 6: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.26	-
			k_θ	1.27	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.75	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.31	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.08	-
Schuss	**6**	**Interaktionsnachweis**		**0.92**	**Erfüllt!**

5.2.7 Nachweis der Stabilität: Schuss 7

5.2.7 Verification of Stability: Section 7

Tabelle 5.51: Schuss 7: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.51: Section 7: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	7
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.29E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	274040	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1586334	N
Moment aus Windlast	M_d	1427648693	Nmm
Widerstandsmoment	W	2000941078	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.52: Schuss 7: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.52: Section 7: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.79	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	45.76	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	3.27	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.64	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	7.58	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	6.89	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.43	N/mm^2
Schuss	**7**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.79**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.53: Schuss 7: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.53: Section 7: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.31	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	16.85	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	5.38	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	12.63	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	11.49	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.42	N/mm^2
Schuss	**7**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.30**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.54: Schuss 7: Nachweis Schubbeulen

Table 5.54: Section 7: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.40	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.13	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	27.47	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	3.20	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.07	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	20.60	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	18.73	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.63	N/mm^2
Schuss	**7**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.09**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.55: Schuss 7: Interaktionsnachweis

Table 5.55: Section 7: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.26	-
			k_θ	1.27	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.79	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.30	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.09	-
Schuss	**7**	**Interaktionsnachweis**		**0.97**	**Erfüllt!**

5.2.8 Nachweis der Stabilität: Schuss 8

5.2.8 Verification of Stability: Section 8

Tabelle 5.56: Schuss 8: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.56: Section 8: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	8
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.26E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	300970	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1638286	N
Moment aus Windlast	M_d	1739957422	Nmm
Widerstandsmoment	W	2112037911	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.57: Schuss 8: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.57: Section 8: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.94	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	48.30	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	3.18	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.65	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	8.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	7.48	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.44	N/mm^2
Schuss	**8**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.73**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.58: Schuss 8: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.58: Section 8: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.32	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	18.43	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	5.15	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	13.82	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	12.56	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.15	N/mm^2
Schuss	**8**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.25**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.59: Schuss 8: Nachweis Schubbeulen

Table 5.59: Section 8: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.14	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	29.65	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	3.08	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.08	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	22.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	20.21	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.69	N/mm^2
Schuss	**8**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.08**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.60: Schuss 8: Interaktionsnachweis

Table 5.60: Section 8: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.26	-
			k_θ	1.27	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.73	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.25	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.08	-
Schuss	**8**	**Interaktionsnachweis**		**0.85**	**Erfüllt!**

5.2.9 Nachweis der Stabilität: Schuss 9

5.2.9 Verification of Stability: Section 9

Tabelle 5.61: Schuss 9: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.61: Section 9: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	9
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.22E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	327106	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1690238	N
Moment aus Windlast	M_d	2068944661	Nmm
Widerstandsmoment	W	2112037911	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.62: Schuss 9: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.62: Section 9: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.94	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	48.30	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	3.18	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.65	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	8.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	7.48	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.74	N/mm^2
Schuss	**9**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.77**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.63: Schuss 9: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.63: Section 9: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.32	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	18.43	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	5.15	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	13.82	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	12.56	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	3.06	N/mm^2
Schuss	**9**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.24**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.64: Schuss 9: Nachweis Schubbeulen

Table 5.64: Section 9: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.14	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	29.65	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	3.08	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.08	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	22.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	20.21	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.84	N/mm^2
Schuss	**9**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.09**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.65: Schuss 9: Interaktionsnachweis

Table 5.65: Section 9: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.26	-
			k_θ	1.27	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.77	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.24	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.09	-
Schuss	**9**	**Interaktionsnachweis**		**0.90**	**Erfüllt!**

5.2.10 Nachweis der Stabilität: Schuss 10

5.2.10 Verification of Stability: Section 10

Tabelle 5.66: Schuss 10: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.66: Section 10: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	10
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	4.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.18E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	352406	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1742190	N
Moment aus Windlast	M_d	2410113996	Nmm
Widerstandsmoment	W	2112037911	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.67: Schuss 10: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.67: Section 10: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.17	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	5.94	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	48.30	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	3.18	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.65	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	8.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	7.48	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	6.05	N/mm^2
Schuss	**10**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.81**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.68: Schuss 10: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.68: Section 10: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.32	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	18.43	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	5.15	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	13.82	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	12.56	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	2.96	N/mm^2
Schuss	**10**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.24**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.69: Schuss 10: Nachweis Schubbeulen

Table 5.69: Section 10: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	5.26	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.14	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	29.65	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	3.08	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.08	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	22.23	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	20.21	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.98	N/mm^2
Schuss	**10**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.10**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.70: Schuss 10: Interaktionsnachweis

Table 5.70: Section 10: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.26	-
			k_θ	1.27	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.81	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.24	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.10	-
Schuss	**10**	**Interaktionsnachweis**		**0.94**	**Erfüllt!**

5.2.11 Nachweis der Stabilität: Schuss 11

5.2.11 Verification of Stability: Section 11

Tabelle 5.71: Schuss 11: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.71: Section 11: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	11
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	5.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.14E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	376822	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1801580	N
Moment aus Windlast	M_d	2758318669	Nmm
Widerstandsmoment	W	2445286389	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.72: Schuss 11: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.72: Section 11: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.18	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	6.40	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.89	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	55.92	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.96	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.68	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	10.28	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	9.34	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.51	N/mm^2
Schuss	**11**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.59**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.73: Schuss 11: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.73: Section 11: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.89	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.35	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	23.54	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	4.55	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	17.65	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	16.05	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	2.47	N/mm^2
Schuss	**11**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.15**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.74: Schuss 11: Nachweis Schubbeulen

Table 5.74: Section 11: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.89	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.17	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	36.58	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.78	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.10	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	27.43	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	24.94	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.83	N/mm^2
Schuss	**11**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.07**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.75: Schuss 11: Interaktionsnachweis

Table 5.75: Section 11: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.28	-
			k_τ	1.77	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.59	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.15	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.07	-
Schuss	**11**	**Interaktionsnachweis**		**0.61**	**Erfüllt!**

5.2.12 Nachweis der Stabilität: Schuss 12

5.2.12 Verification of Stability: Section 12

Tabelle 5.76: Schuss 12: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.76: Section 12: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	12
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	6.00	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.10E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	400295	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1865927	N
Moment aus Windlast	M_d	3107561222	Nmm
Widerstandsmoment	W	2667417023	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.77: Schuss 12: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.77: Section 12: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.19	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	6.68	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.68	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	61.01	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.83	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.69	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.02	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	11.71	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	10.65	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	5.33	N/mm^2
Schuss	**12**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.50**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.78: Schuss 12: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.78: Section 12: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.68	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.37	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	27.24	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	4.23	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	20.43	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	18.57	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	2.18	N/mm^2
Schuss	**12**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.12**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.79: Schuss 12: Nachweis Schubbeulen

Table 5.79: Section 12: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.68	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.19	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	41.52	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.61	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.11	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	31.14	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	28.31	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.78	N/mm^2
Schuss	**12**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.06**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.80: Schuss 12: Interaktionsnachweis

Table 5.80: Section 12: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.28	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.50	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.12	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.06	-
Schuss	**12**	**Interaktionsnachweis**		**0.49**	**Erfüllt!**

5.2.13 Nachweis der Stabilität: Schuss 13

5.2.13 Verification of Stability: Section 13

Tabelle 5.81: Schuss 13: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.81: Section 13: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	13
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	6.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.05E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	422758	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	1937711	N
Moment aus Windlast	M_d	3450696869	Nmm
Widerstandsmoment	W	3000560453	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.82: Schuss 13: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.82: Section 13: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.20	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	7.09	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.41	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	68.63	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.67	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.71	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	13.96	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	12.69	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.99	N/mm^2
Schuss	**13**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.39**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.83: Schuss 13: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.83: Section 13: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.41	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.40	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	33.24	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.83	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.05	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	24.93	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	22.66	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.85	N/mm^2
Schuss	**13**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.08**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.84: Schuss 13: Nachweis Schubbeulen

Table 5.84: Section 13: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.41	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.22	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	49.45	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.39	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.13	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	37.08	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	33.71	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.68	N/mm^2
Schuss	**13**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.05**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.85: Schuss 13: Interaktionsnachweis

Table 5.85: Section 13: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.29	-
			k_τ	1.78	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.39	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.08	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.05	-
Schuss	**13**	**Interaktionsnachweis**		**0.35**	**Erfüllt!**

5.2.14 Nachweis der Stabilität: Schuss 14

5.2.14 Verification of Stability: Section 14

Tabelle 5.86: Schuss 14: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.86: Section 14: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	14
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	7.25	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	1.00E-03	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	444129	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2014453	N
Moment aus Windlast	M_d	3778974373	Nmm
Widerstandsmoment	W	3222621063	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.87: Schuss 14: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.87: Section 14: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.21	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	7.34	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.26	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	73.72	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.57	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.73	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.03	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	15.52	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	14.11	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.89	N/mm^2
Schuss	**14**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.35**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.88: Schuss 14: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.88: Section 14: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.26	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.42	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	37.53	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.61	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.06	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	28.15	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	25.59	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.64	N/mm^2
Schuss	**14**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.06**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.89: Schuss 14: Nachweis Schubbeulen

Table 5.89: Section 14: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.26	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.24	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	55.06	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.26	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.15	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	41.30	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	37.54	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.64	N/mm^2
Schuss	**14**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.04**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.90: Schuss 14: Interaktionsnachweis

Table 5.90: Section 14: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.27	-
			k_θ	1.29	-
			k_τ	1.79	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.35	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.06	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.04	-
Schuss	**14**	**Interaktionsnachweis**		**0.29**	**Erfüllt!**

5.2.15 Nachweis der Stabilität: Schuss 15

5.2.15 Verification of Stability: Section 15

Tabelle 5.91: Schuss 15: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.91: Section 15: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	15
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	7.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	9.46E-04	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	464305	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2096151	N
Moment aus Windlast	M_d	4081284925	Nmm
Widerstandsmoment	W	3444653668	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.92: Schuss 15: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.92: Section 15: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.22	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	7.59	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.12	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	78.80	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.49	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.74	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	17.12	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	15.56	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.80	N/mm^2
Schuss	**15**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.31**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.93: Schuss 15: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.93: Section 15: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.12	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.44	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	42.04	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.41	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.06	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	31.53	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	28.67	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.45	N/mm^2
Schuss	**15**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.05**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.94: Schuss 15: Nachweis Schubbeulen

Table 5.94: Section 15: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	4.12	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.27	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	60.95	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.15	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.16	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	45.71	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	41.56	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.60	N/mm^2
Schuss	**15**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.04**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.95: Schuss 15: Interaktionsnachweis

Table 5.95: Section 15: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.28	-
			k_θ	1.30	-
			k_τ	1.79	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.31	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.05	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.04	-
Schuss	**15**	**Interaktionsnachweis**		**0.25**	**Erfüllt!**

5.2.16 Nachweis der Stabilität: Schuss 16

5.2.16 Verification of Stability: Section 16

Tabelle 5.96: Schuss 16: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.96: Section 16: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	16
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	8.25	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	9.27E-04	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	484069	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2182807	N
Moment aus Windlast	M_d	4489438389	Nmm
Widerstandsmoment	W	3666658270	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.97: Schuss 16: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.97: Section 16: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.22	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	7.83	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.99	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	83.88	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.41	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.75	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	18.76	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	17.05	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.76	N/mm^2
Schuss	**16**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.28**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.98: Schuss 16: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.98: Section 16: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.99	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.46	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	46.79	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.23	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.07	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	35.09	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	31.90	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.34	N/mm^2
Schuss	**16**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.04**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.99: Schuss 16: Nachweis Schubbeulen

Table 5.99: Section 16: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.99	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.29	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	67.11	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	2.05	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.18	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	50.33	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	45.76	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.57	N/mm^2
Schuss	**16**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.03**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.100: Schuss 16: Interaktionsnachweis

Table 5.100: Section 16: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.28	-
			k_θ	1.30	-
			k_τ	1.79	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.28	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.04	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.03	-
Schuss	**16**	**Interaktionsnachweis**		**0.21**	**Erfüllt!**

5.2.17 Nachweis der Stabilität: Schuss 17

5.2.17 Verification of Stability: Section 17

Tabelle 5.101: Schuss 17: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.101: Section 17: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	17
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	8.75	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	9.27E-04	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	503833	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2274420	N
Moment aus Windlast	M_d	4980358557	Nmm
Widerstandsmoment	W	3888634872	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.102: Schuss 17: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.102: Section 17: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.23	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	8.07	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.87	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	88.97	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.34	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.76	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	20.44	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	18.58	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.76	N/mm^2
Schuss	**17**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.26**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.103: Schuss 17: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.103: Section 17: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.87	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.48	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	51.76	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	3.07	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.08	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	38.82	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	35.29	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.26	N/mm^2
Schuss	**17**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.04**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.104: Schuss 17: Nachweis Schubbeulen

Table 5.104: Section 17: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.87	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.31	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	73.55	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	1.96	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.20	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	55.16	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	50.15	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.54	N/mm^2
Schuss	**17**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.03**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.105: Schuss 17: Interaktionsnachweis

Table 5.105: Section 17: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.28	-
			k_θ	1.31	-
			k_τ	1.80	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.26	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.04	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.03	-
Schuss	**17**	**Interaktionsnachweis**		**0.19**	**Erfüllt!**

5.2.18 Nachweis der Stabilität: Schuss 18

5.2.18 Verification of Stability: Section 18

Tabelle 5.106: Schuss 18: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.106: Section 18: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	18
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	9.50	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	9.27E-04	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	523598	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2373467	N
Moment aus Windlast	M_d	5496023462	Nmm
Widerstandsmoment	W	4221547278	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.107: Schuss 18: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.107: Section 18: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.24	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	8.41	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.72	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	96.59	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.25	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.77	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.05	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	23.02	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	20.93	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.64	N/mm^2
Schuss	**18**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.22**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.108: Schuss 18: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.108: Section 18: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.72	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.51	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	59.65	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	2.86	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.09	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	44.73	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	40.67	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.16	N/mm^2
Schuss	**18**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.03**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.109: Schuss 18: Nachweis Schubbeulen

Table 5.109: Section 18: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.72	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.35	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	83.72	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	1.84	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.22	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	62.79	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	57.08	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.47	N/mm^2
Schuss	**18**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.03**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.110: Schuss 18: Interaktionsnachweis

Table 5.110: Section 18: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.29	-
			k_θ	1.32	-
			k_τ	1.81	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.22	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.03	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.03	-
Schuss	**18**	**Interaktionsnachweis**		**0.15**	**Erfüllt!**

5.2.19 Nachweis der Stabilität: Schuss 19

5.2.19 Verification of Stability: Section 19

Tabelle 5.111: Schuss 19: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter

Table 5.111: Section 19: Material properties and shell design parameters

Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter		Schuss	19
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Streckgrenze	f_{yk}	488	N/mm^2
Wind auf Behälter	γ_F	1.50	-
Durchmesser	D	23801	mm
Radius	r	11900	mm
Blechdicke	t	10.00	mm
Länge	l	1250.00	mm
Winddruck	p_{ad}	9.27E-04	N/mm^2
Abminderungsfaktor	k_w	1.00	N/mm^2
Unterdruck	p_{id}	0.00E+00	-
Querkraft	V_d	543362	N
Dachlast	F_{dach}	1228790	N
Axiallast inkl. Dachlast	F_d	2477471	N
Moment aus Windlast	M_d	6036433104	Nmm
Widerstandsmoment	W	4443453888	mm^3
Randbedingungen		BC2/BC2	
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit		A	exzellent
Unplanmäßige Exzentrizität		A	exzellent
Vorbeulen		A	exzellent

Tabelle 5.112: Schuss 19: Nachweis Meridianbeulen

Table 5.112: Section 19: Verification meridian buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Meridianbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_x	0.24	-
Charakteristische Imperfektionsamplitude			$\Delta\omega k$	8.62	-
Parameter für Herstellqualität			Q	40.00	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.62	-
Zylinderlänge				mittellang	
0			C_x	1.00	-
Einflussparameter der Randbedingungen			C_{xb}	1.00	-
0			C_{xN}	1.20	-
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{x,Rcr}$	101.68	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{x_quer}	2.19	-
Vollplastische Grenzschlankheit			λ_{x0_quer}	0.20	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	0.78	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_x	0.05	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{x,Rk}$	24.79	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{x,Rd}$	22.53	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{x,Ed}$	4.67	N/mm^2
Schuss	**19**	**Nachweis**	$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	**0.21**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.113: Schuss 19: Nachweis Umfangbeulen

Table 5.113: Section 19: Verification circumferential buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Umfangsbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_θ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.62	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)			C_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)			$C_{\theta s}$	1.53	-
Zylinderlänge				kurz	
Ideale elastische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rcr}$	65.18	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{θ_quer}	2.74	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\theta 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_θ	0.10	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\sigma_{\theta,Rk}$	48.89	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\sigma_{\theta,Rd}$	44.44	N/mm^2
Bemessungs-Meridianspannung			$\sigma_{\theta,Ed}$	1.10	N/mm^2
Schuss	**19**	**Nachweis**	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	**0.02**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.114: Schuss 19: Nachweis Schubbeulen

Table 5.114: Section 19: Verification shear buckling

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Schubbeulen					
Teilsicherheitsbeiwerte			γ_{M1}	1.10	-
Elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor			α_τ	0.75	-
Faktor plastischer Bereich			β	0.60	-
Beulkurvenexponent			η	1.00	-
Dimensionsloser Längenparameter			ω	3.62	-
Zylinderlänge				kurz	
			C_τ	1.37	-
Ideale elastische Beulspannung			$\tau_{\theta x,Rcr}$	90.86	N/mm^2
Bezogener Schlankheitsgrad			λ_{τ_quer}	1.76	-
Vollplastische Grenzschlankheit			$\lambda_{\tau 0_quer}$	0.40	-
Teilplastischer Schlankheitsgrad			λ_{p_quer}	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor			χ_τ	0.24	-
Abminderungsfaktor nichtrostender Stahl			ψ	1.00	-
Charakteristische Beulspannung			$\tau_{x\theta,Rk}$	68.14	N/mm^2
Bemessungsbeulspannung			$\tau_{x\theta,Rd}$	61.95	N/mm^2
Bemessung-Schubspannung			$\tau_{x\theta,Ed}$	1.45	N/mm^2
Schuss	**19**	**Nachweis**	$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	**0.02**	**Erfüllt!**

Tabelle 5.115: Schuss 19: Interaktionsnachweis

Table 5.115: Section 19: Verification interaction

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach [2]: Interaktion					
Beulinteraktionsparameter			k_x	1.29	-
			k_θ	1.33	-
			k_τ	1.81	-
			k_i	0.00	-
Meridianbeulnachweis			$\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd}$	0.21	-
Umfangsbeulnachweis			$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma_{\theta,Rd}$	0.02	-
Schubbeulnachweis			$\tau_{x\theta,Ed}/\tau_{x\theta,Rd}$	0.02	-
Schuss	**19**	**Interaktionsnachweis**		**0.14**	**Erfüllt!**

5.3 Nachweis der Verbindungen

5.3 Verification of Connections

5.3.1 Nachweis der Verbindungen: Schuss 1

5.3.1 Verification of Connections: Section 1

Die belastenden Normal- und Schubkräfte ergeben sich aus der Lastannahme gemäß Kap. 4 als resultierende Kraftkomponenten des gesamten Behälters.

The normal and shear forces result from the load assumption according to chapter 4 as resulting force components of the whole tank.

Tabelle 5.116: Schuss 1: Eingangsparameter

Table 5.116: Section 1: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	1	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	318364	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	7236	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	59.93	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S275	-
Blechdicke	t	4.25	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm²
Höhe	hi	1252	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	44	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M12**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	36.41	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.117: Schuss 1: Nachweis Schrauben

Table 5.117: Section 1: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	36.41	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 1	**Nachweis**				**OK!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	0	N	
Schuss 1 **Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.19**	**Erfüllt!**	

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	12.00	mm	
Blechdicke		t	4.25	mm	
Beiwert		k_1	2.50	-	
Beiwert		α_b	0.75	-	
Beiwert		α_d	0.75	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	463	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	47217	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	38047	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	0	N	
Schuss 1	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.17**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4001	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	360	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	1810678	N	
Schuss 1 **Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.18**	**Erfüllt!**	

5.3.2 Nachweis der Verbindungen: Schuss 2

5.3.2 Verification of Connections: Section 2

Tabelle 5.118: Schuss 2: Eingangsparameter

Table 5.118: Section 2: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	2	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	569788	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	12950	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	107.25	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S275	-
Blechdicke	t	4.25	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm²
Höhe	hi	2504	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	44	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M12**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	36.41	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.119: Schuss 2: Nachweis Schrauben

Table 5.119: Section 2: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	36.41	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 2	**Nachweis**				**OK!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	0	N	
Schuss 2	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.34**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm	
Blechdicke	t	4.25	mm	
Beiwert	k_1	2.50	-	
Beiwert	α_b	0.75	-	
Beiwert	α_d	0.75	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	47217	N	Innen (1/2·n)
Lochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	38047	N	Rand (1/2·n)
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{b,Rd}$	0	N	
Schuss 2	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.30**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4001	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	360	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	1810678	N	
Schuss 2	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.31**	**Erfüllt!**

5.3.3 Nachweis der Verbindungen: Schuss 3

5.3.3 Verification of Connections: Section 3

Tabelle 5.120: Schuss 3: Eingangsparameter

Table 5.120: Section 3: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	3	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	821212	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	18664	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	154.58	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S275	-
Blechdicke	t	4.25	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm²
Höhe	hi	3756	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	44	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M12**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	36.41	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.121: Schuss 3: Nachweis Schrauben

Table 5.121: Section 3: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	36.41	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 3	**Nachweis**				**OK!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	0	N	
Schuss 3	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.49**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm	
Blechdicke	t	4.25	mm	
Beiwert	k_1	2.50	-	
Beiwert	α_b	0.75	-	
Beiwert	α_d	0.75	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	47217	N
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	38047	N
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	0	N
Schuss 3	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.44**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4001	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	360	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	1810678	N	
Schuss 3	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.45**	**Erfüllt!**

5.3.4 Nachweis der Verbindungen: Schuss 4

5.3.4 Verification of Connections: Section 4

Tabelle 5.122: Schuss 4: Eingangsparameter

Table 5.122: Section 4: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	4	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1072637	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	24378	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	190.69	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S275	-
Blechdicke	t	4.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm²
Höhe	hi	5008	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	44	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M12**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	36.41	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.123: Schuss 4: Nachweis Schrauben

Table 5.123: Section 4: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	36.41	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 4	**Nachweis**				**OK!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	0	N	
Schuss 4	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.65**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	12.00	mm	
Blechdicke		t	4.50	mm	
Beiwert		k_1	2.50	-	
Beiwert		α_b	0.75	-	
Beiwert		α_d	0.75	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	463	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	49995	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	40285	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	0	N	
Schuss 4	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.54**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4237	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	381	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	1917189	N	
Schuss 4	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.56**	**Erfüllt!**	

5.3.5 Nachweis der Verbindungen: Schuss 5

5.3.5 Verification of Connections: Section 5

Tabelle 5.124: Schuss 5: Eingangsparameter

Table 5.124: Section 5: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	5	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1263815	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	28723	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	224.68	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S275	-
Blechdicke	t	4.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm²
Höhe	hi	5960	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	44	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M12**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	36.41	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	zweireihig versetzt		

Tabelle 5.125: Schuss 5: Nachweis Schrauben

Table 5.125: Section 5: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	29.25	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	23.00	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	36.41	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 5	**Nachweis**				**OK!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	0	N	
Schuss 5	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.76**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm	
Blechdicke	t	4.50	mm	
Beiwert	k_1	2.50	-	
Beiwert	α_b	0.75	-	
Beiwert	α_d	0.75	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	463	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	49995	N
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	40285	N
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	0	N
Schuss 5	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.64**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4237	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	381	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	266	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	1917189	N	
Schuss 5	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.66**	**Erfüllt!**

5.3.6 Nachweis der Verbindungen: Schuss 6

5.3.6 Verification of Connections: Section 6

Tabelle 5.126: Schuss 6: Eingangsparameter

Table 5.126: Section 6: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	6	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1575485	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	34250	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	280.09	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	4.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	7512	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	46	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M14**	-
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm
Querschnittsfläche	A	153.9	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	12.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	115.43	mm²
Lochdurchmesser	d_L	14.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	11.84	mm
Kernfläche	A_{Kern}	110.1	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M14**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm
Lochabstand	L	42.69	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.127: Schuss 6: Nachweis Schrauben

Table 5.127: Section 6: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	14.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm	$1.2d_0$	16.92
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm	$2.2d_0$	31.02
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand	L	42.69	mm	$2.4d_0$	33.84
Schuss 6	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	115.43	mm²	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	51710	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 6	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.64**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	14.00	mm	
Blechdicke		t	4.50	mm	
Beiwert		k_1	2.50	-	
Beiwert		α_b	0.56	-	
Beiwert		α_d	0.56	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm²	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	70084	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	46986	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	20834	N	
Schuss 6	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.58**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	3975	mm²	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	381	mm²	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2323618	N	
Schuss 6	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.68**	**Erfüllt!**

5.3.7 Nachweis der Verbindungen: Schuss 7

5.3.7 Verification of Connections: Section 7

Tabelle 5.128: Schuss 7: Eingangsparameter

Table 5.128: Section 7: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	7	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	1826909	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	39715	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	324.78	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	4.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	8764	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	46	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M14**	-
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm
Querschnittsfläche	A	153.9	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	12.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	115.43	mm²
Lochdurchmesser	d_L	14.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	11.84	mm
Kernfläche	A_{Kern}	110.1	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M14**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm
Lochabstand	L	42.69	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.129: Schuss 7: Nachweis Schrauben

Table 5.129: Section 7: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	14.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm	$1.2d_0$	16.92
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm	$2.2d_0$	31.02
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand	L	42.69	mm	$2.4d_0$	33.84
Schuss 7	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	115.43	mm²	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	51710	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 7	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.74**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	14.00	mm	
Blechdicke		t	4.50	mm	
Beiwert		k_1	2.50	-	
Beiwert		α_b	0.56	-	
Beiwert		α_d	0.56	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm²	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	70084	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	46986	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	20834	N	
Schuss 7	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.67**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	3975	mm²	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	381	mm²	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2323618	N	
Schuss 7	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.79**	**Erfüllt!**

5.3.8 Nachweis der Verbindungen: Schuss 8

5.3.8 Verification of Connections: Section 8

Tabelle 5.130: Schuss 8: Eingangsparameter

Table 5.130: Section 8: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	8	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2078334	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	45181	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	350.04	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	4.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	10016	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	46	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	2	-
Schraube	-	**M14**	-
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm
Querschnittsfläche	A	153.9	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	12.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	115.43	mm²
Lochdurchmesser	d_L	14.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	11.84	mm
Kernfläche	A_{Kern}	110.1	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M14**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm
Lochabstand	L	42.69	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		zweireihig versetzt	

Tabelle 5.131: Schuss 8: Nachweis Schrauben

Table 5.131: Section 8: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	14.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	23.75	mm	$1.2d_0$	16.92
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	43.97	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	34.00	mm	$2.2d_0$	31.02
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.82	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand	L	42.69	mm	$2.4d_0$	33.84
Schuss 8	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	115.43	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	51710	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 8	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.85**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm	
Blechdicke	t	4.75	mm	
Beiwert	k_1	2.50	-	
Beiwert	α_b	0.56	-	
Beiwert	α_d	0.56	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	73977	N	Innen (1/2·n)
Lochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	49596	N	Rand (1/2·n)
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{b,Rd}$	21991	N	
Schuss 8	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.72**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4196	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	402	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2452708	N	
Schuss 8	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.85**	**Erfüllt!**

5.3.9 Nachweis der Verbindungen: Schuss 9

5.3.9 Verification of Connections: Section 9

Tabelle 5.132: Schuss 9: Eingangsparameter

Table 5.132: Section 9: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	9	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2329758	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	33765	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	392.38	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	4.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	11268	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	69	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M12 (3R69)**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M12 (3R69)**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.50	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	42.50	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm
Lochabstand	L	33.36	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		dreireihig versetzt	

Tabelle 5.133: Schuss 9: Nachweis Schrauben

Table 5.133: Section 9: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.50	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	42.50	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	33.36	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 9	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 9	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.87**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	12.00	mm	
Blechdicke		t	4.75	mm	
Beiwert		k_1	2.16	-	
Beiwert		α_b	0.54	-	
Beiwert		α_d	0.54	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	65413	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	35139	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	21991	N	
Schuss 9	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.74**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4414	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	402	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2575068	N	
Schuss 9	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.90**	**Erfüllt!**

5.3.10 Nachweis der Verbindungen: Schuss 10

5.3.10 Verification of Connections: Section 10

Tabelle 5.134: Schuss 10: Eingangsparameter

Table 5.134: Section 10: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	10	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2581182	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	37408	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	434.73	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	4.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	12520	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	69	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M12 (3R69)**	-
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Querschnittsfläche	A	113.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	10.36	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	84.30	mm²
Lochdurchmesser	d_L	12.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	9.85	mm
Kernfläche	A_{Kern}	76.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M12 (3R69)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.50	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	42.50	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm
Lochabstand	L	33.36	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.135: Schuss 10: Nachweis Schrauben

Table 5.135: Section 10: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	12.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.50	mm	$1.2d_0$	14.52
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	42.50	mm	$2.2d_0$	26.62
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm	$1.2d_0$	14.52
Lochabstand	L	33.36	mm	$2.4d_0$	29.04
Schuss 10	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	84.30	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 10	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.96**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	12.00	mm	
Blechdicke		t	4.75	mm	
Beiwert		k_1	2.16	-	
Beiwert		α_b	0.54	-	
Beiwert		α_d	0.54	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	65413	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	35139	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	21991	N	
Schuss 10	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.82**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	4414	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	402	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2575068	N	
Schuss 10	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**

5.3.11 Nachweis der Verbindungen: Schuss 11

5.3.11 Verification of Connections: Section 11

Tabelle 5.136: Schuss 11: Eingangsparameter

Table 5.136: Section 11: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	11	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	2832607	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	47210	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	412.02	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	5.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	13772	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	60	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M14 (3R60)**	-
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm
Querschnittsfläche	A	153.9	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	12.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	115.43	mm²
Lochdurchmesser	d_L	14.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	11.84	mm
Kernfläche	A_{Kern}	110.1	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M14 (3R60)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	17.00	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	47.50	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	29.67	mm
Lochabstand	L	38.00	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.137: Schuss 11: Nachweis Schrauben

Table 5.137: Section 11: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	14.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	17.00	mm	$1.2d_0$	16.92
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	47.50	mm	$2.2d_0$	31.02
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	29.67	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand	L	38.00	mm	$2.4d_0$	33.84
Schuss 11	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	115.43	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	51710	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 11	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.89**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm	
Blechdicke	t	5.50	mm	
Beiwert	k_1	2.07	-	
Beiwert	α_b	0.40	-	
Beiwert	α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	71029	N
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	34086	N
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	25463	N
Schuss 11	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	5091	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	465	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	2970262	N	
Schuss 11	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.95**	**Erfüllt!**

5.3.12 Nachweis der Verbindungen: Schuss 12

5.3.12 Verification of Connections: Section 12

Tabelle 5.138: Schuss 12: Eingangsparameter

Table 5.138: Section 12: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	12	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3084031	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	51401	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	411.20	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	6.00	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	15024	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	60	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M14 (3R60)**	-
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm
Querschnittsfläche	A	153.9	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	12.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	115.43	mm²
Lochdurchmesser	d_L	14.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	11.84	mm
Kernfläche	A_{Kern}	110.1	mm²
Schrauben Lochbild		**Modell GHB09 M14 (3R60)**	
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	17.00	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	47.50	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	29.67	mm
Lochabstand	L	38.00	mm
Randbedingungen			
Scherfuge		Gewinde	
Reihe		dreireihig versetzt	

Tabelle 5.139: Schuss 12: Nachweis Schrauben

Table 5.139: Section 12: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	14.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	17.00	mm	$1.2d_0$	16.92
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	47.50	mm	$2.2d_0$	31.02
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	29.67	mm	$1.2d_0$	16.92
Lochabstand	L	38.00	mm	$2.4d_0$	33.84
Schuss 12	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	115.43	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	51710	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 12	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4				
Schraubendurchmesser	d	14.00	mm	
Blechdicke	t	6.00	mm	
Beiwert	k_1	2.07	-	
Beiwert	α_b	0.40	-	
Beiwert	α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	77486	N
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	37185	N
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	27778	N
Schuss 12	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	5554	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	508	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	3240285	N	
Schuss 12	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.95**	**Erfüllt!**

5.3.13 Nachweis der Verbindungen: Schuss 13

5.3.13 Verification of Connections: Section 13

Tabelle 5.140: Schuss 13: Eingangsparameter

Table 5.140: Section 13: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	13	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3335455	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	61768	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	395.31	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	6.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	16276	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	54	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R54)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R54)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm
Lochabstand	L	43.88	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.141: Schuss 13: Nachweis Schrauben

Table 5.141: Section 13: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	43.88	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 13	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm²	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 13	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.86**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	6.75	mm	
Beiwert		k_1	2.12	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm²	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	85272	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	48763	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	31250	N	
Schuss 13	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.99**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	6195	mm²	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	672	mm²	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	3641788	N	
Schuss 13	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.3.14 Nachweis der Verbindungen: Schuss 14

5.3.14 Verification of Connections: Section 14

Tabelle 5.142: Schuss 14: Eingangsparameter

Table 5.142: Section 14: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	14	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3586879	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	66424	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	395.79	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	7.25	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	17528	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	54	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R54)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R54)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm
Lochabstand	L	43.88	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.143: Schuss 14: Nachweis Schrauben

Table 5.143: Section 14: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	43.88	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 14	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 14	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.93**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	7.25	mm	
Beiwert		k_1	2.12	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	91589	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	52375	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	33565	N	
Schuss 14	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	6654	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	722	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	3911550	N	
Schuss 14	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.3.15 Nachweis der Verbindungen: Schuss 15

5.3.15 Verification of Connections: Section 15

Tabelle 5.144: Schuss 15: Eingangsparameter

Table 5.144: Section 15: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	15	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	3838304	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	71080	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	396.21	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	7.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	18780	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	54	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R54)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R54)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm
Lochabstand	L	43.88	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.145: Schuss 15: Nachweis Schrauben

Table 5.145: Section 15: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	33.06	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	43.88	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 15	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 15	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.99**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	7.75	mm	
Beiwert		k_1	2.12	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	97905	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	55987	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	35880	N	
Schuss 15	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	7113	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	772	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	4181312	N	
Schuss 15	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.92**	**Erfüllt!**

5.3.16 Nachweis der Verbindungen: Schuss 16

5.3.16 Verification of Connections: Section 16

Tabelle 5.146: Schuss 16: Eingangsparameter

Table 5.146: Section 16: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	16	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4089728	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	64916	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	396.58	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	8.25	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	20032	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	63	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R63)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R63)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	40.36	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.147: Schuss 16: Nachweis Schrauben

Table 5.147: Section 16: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	40.36	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 16	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 16	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.91**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	8.25	mm	
Beiwert		k_1	1.81	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	89143	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	50976	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	38195	N	
Schuss 16	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	7174	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	822	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	4227928	N	
Schuss 16	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**

5.3.17 Nachweis der Verbindungen: Schuss 17

5.3.17 Verification of Connections: Section 17

Tabelle 5.148: Schuss 17: Eingangsparameter

Table 5.148: Section 17: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	17	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4341152	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	68907	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	396.91	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	8.75	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	21284	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	63	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R63)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R63)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm
Lochabstand	L	40.36	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.149: Schuss 17: Nachweis Schrauben

Table 5.149: Section 17: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	28.23	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	40.36	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 17	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm^2	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 17	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	8.75	mm	
Beiwert		k_1	1.81	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm^2	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm^2	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	94546	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	54066	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	40510	N	
Schuss 17	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**1.00**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	7609	mm^2	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	872	mm^2	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm^2	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm^2	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	4484166	N	
Schuss 17	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**

5.3.18 Nachweis der Verbindungen: Schuss 18

5.3.18 Verification of Connections: Section 18

Tabelle 5.150: Schuss 18: Eingangsparameter

Table 5.150: Section 18: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	18	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4592577	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	66559	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	386.74	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	9.50	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	22536	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	69	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R69)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R69)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm
Lochabstand	L	38.65	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.151: Schuss 18: Nachweis Schrauben

Table 5.151: Section 18: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	38.65	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 18	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm²	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 18	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.93**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	9.50	mm	
Beiwert		k_1	1.66	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm²	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	94215	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	53877	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	43982	N	
Schuss 18	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	7955	mm²	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	946	mm²	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	4697219	N	
Schuss 18	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.98**	**Erfüllt!**

5.3.19 Nachweis der Verbindungen: Schuss 19

5.3.19 Verification of Connections: Section 19

Tabelle 5.152: Schuss 19: Eingangsparameter

Table 5.152: Section 19: Input data

Eingangsparameter			
Bemessungswerte			
Schuss	-	19	-
Normalkraft	N_{ed} ($F_{b,Ed}$)	4844001	N
Schubkraft	V_{ed} ($F_{v,Ed}$)	70203	N
Überdruck	p_{Innen}	30.00	mbar
Spannung	σ	387.52	N/mm²
Mantelblechkennwerte			
Stahlgüte	-	S500	-
Blechdicke	t	10.00	mm
Blechhöhe	h_{Blech}	1250	mm
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche	$f_{u,red}$	664	N/mm²
Höhe	hi	23788	mm
Schraubenkennwerte			
Festigkeitsklasse	-	FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Anzahl der Schrauben	$n_{Schrauben}$	69	-
Anzahl der Reihe	n_{Reihe}	3	-
Schraube	-	**M16 (3R69)**	-
Schraubendurchmesser	d	16.00	mm
Querschnittsfläche	A	201.1	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	14.12	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	156.70	mm²
Lochdurchmesser	d_L	16.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	13.55	mm
Kernfläche	A_{Kern}	144.2	mm²
Schrauben Lochbild	**Modell GHB09 M16 (3R69)**		
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm
Lochabstand	L	38.65	mm
Randbedingungen			
Scherfuge	Gewinde		
Reihe	dreireihig versetzt		

Tabelle 5.153: Schuss 19: Nachweis Schrauben

Table 5.153: Section 19: Verification of bolts

Rand- und Lochabstände für Schrauben nach [25] Tabelle 3.3					
Eingabe				Minimum	
Lochdurchmesser	d_0	16.10	mm	-	-
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	19.40	mm	$1.2d_0$	19.32
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	46.38	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	57.70	mm	$2.2d_0$	35.42
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	25.72	mm	$1.2d_0$	19.32
Lochabstand	L	38.65	mm	$2.4d_0$	38.64
Schuss 19	**Nachweis**				**erfüllt! fulfilled!**

Abscheren je Scherfuge nach [25] Tabelle 3.4				
Spannungsquerschnittsfläche	A	156.70	mm²	
Beiwert	α_v	0.70	-	
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	70202	N	
Abschertragfähigkeit M12 (zusätzlich)	$F_{v,Rd}$	37766	N	
Schuss 19	**Nachweis**	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.98**	**Erfüllt!**

Lochleibung nach [25] Tabelle 3.4					
Schraubendurchmesser		d	16.00	mm	
Blechdicke		t	10.00	mm	
Beiwert		k_1	1.66	-	
Beiwert		α_b	0.40	-	
Beiwert		α_d	0.40	-	
Zugfestigkeit von Schrauben		f_{ub}	800	N/mm²	
Abgeminderte Zugfestigkeit der Bleche		$f_{u,red}$	664	N/mm²	
Teilsicherheit für Anschluss		γ_{M2}	1.25	-	
Lochleibungstragfähigkeit	Innen (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	99173	N	
Lochleibungstragfähigkeit	Rand (1/2·n)	$F_{b,Rd}$	56712	N	
Lochleibungstragfähigkeit M12 (zusätzlich)		$F_{b,Rd}$	46297	N	
Schuss 19	**Nachweis**	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.97**	**Erfüllt!**	

Blockversagen von Schraubengruppen nach [25] Kapitel 3.10.2				
Zugbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nt}	8374	mm²	
Schubbeanspruchte Netto-Querschnittsfläche	A_{nv}	996	mm²	
Streckgrenze der Bleche	f_y	488	N/mm²	
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	700	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwerte	γ_{M0}	1.10	-	
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-	
Widerstand gegen Blockversagen	$V_{eff,1,Rd}$	4944442	N	
Schuss 19	**Nachweis**	**$N_{Ed}/V_{eff,1,Rd}$**	**0.98**	**Erfüllt!**

6 Zwischenringsteife

6 Intermediate Ring Stiffener

Die Zwischenringsteife wird analytisch und tw. numerisch als Beulsteife bemessen (vgl. Kap. 2.4). Auf Basis des Spannungsverlaufs erfolgt die Einteilung der Flansche und Stege in die jeweilige Querschnittsklasse 3 oder 4. Da die Zwischenringsteife an den horizontalen Stoßfugen der Mantelbleche als Koppelelement fungiert, erfolgt neben dem Nachweis der Koppelstelle (Kraftfluss umlaufend) ergänzend der Nachweis des vertikalen Kraftflusses in der Funktion als Laschung. Zusätzlich erfolgt eine Berechnung unter Windbelastung auf die Steife infolge Lastweiterleitung.

The intermediate ring stiffener will be calculated analytically and partially numerically as buckling stiffener (cf. chapter 2.4). Based on the stress distribution, the flanges and webs will be assigned to cross section class 3 or 4. As the intermediate ring stiffener at the horizontal joint connections of the tank shells acts as couplings element (circumferential distribution of forces), the verification of the vertical distribution of forces as fish joints is necessary. Additionally a calculation of the stiffener from load transfer is made.

6.1 Berechnungsmodell

6.1 Analysis Model

6.1.1 Nachweis als Beulsteife

6.1.1 Verification as Stiffener

Tabelle 6.1: Ermittlung der Querschnittsklassen

Table 6.1: Calculation of cross-section class

Nachweis der lokalen Beulsicherheit [1] Tabelle 5.2 Grenzwerte nach Klasse 3 auf Druck und Biegung beanspruchter Querschnittsteile			
Profil Flanch 1	b1	52.00	mm
Profil Steg	s1	93.00	mm
Profil Flansch 2	b2	66.00	mm
Profil Dicke	t	3.00	mm
Profil Radius	r	2.00	mm
Stegbreite Steife	b_w (c_w)	87.95	mm
Flanschbreite Steife	b_f (c_f)	49.47	mm
Stegdicke	t_w	3.00	mm
Flanschdicke	t_f	3.00	mm
Streckgrenze	f_y	266	N/mm²
Beiwert	ε	0.94	-
Querschnittsfläche	A_{re}	2382.03	mm²
Einwirkende Normalkraft	N_r	0.00	N
Einwirkendes Moment	M_r	3950243	Nmm
Widerstandsmoment	W_a	25956	mm³
Widerstandsmoment	W_i	-189043	mm³
Spannung inf. Moment Rand außen	$\sigma_{M,a}$	152.19	N/mm²
Spannung inf. Moment Rand innen	$\sigma_{M,i}$	-20.90	N/mm²
Spannung inf. Normalkraft	σ_N	0.00	N/mm²
ges. Spannung am Rand außen	$\sigma_{w,a}$	152.19	N/mm²
ges. Spannung am Rand innen	$\sigma_{w,i}$	-20.90	N/mm²
Verhältnis für Steg	ψ_w	-0.14	-
Verhältnis für Flansch	ψ_f	1.00	-
Beulwert für Steg	$k_{\sigma,w}$	8.86	-
Beulwert für Flansch	$k_{\sigma,f}$	0.43	-
	grenz c/t	63.21	-
	c_w/t_w	29.32	-
Nachweis für Steg	**Steg**	**Klasse 3**	
	grenz c/t	12.95	-
	c_f/t_f	16.49	-
Nachweis für Flansch	**Flansch**	**Klasse 4**	

Die Zwischenringsteife wird nach [3] für die Querschnittsklasse 4 nachgewiesen. Es ergibt sich folgende Querschnittsabminderung:

The intermediate ring stiffener will be proved according to [3] for the cross section 4. The following cross-section reduction results:

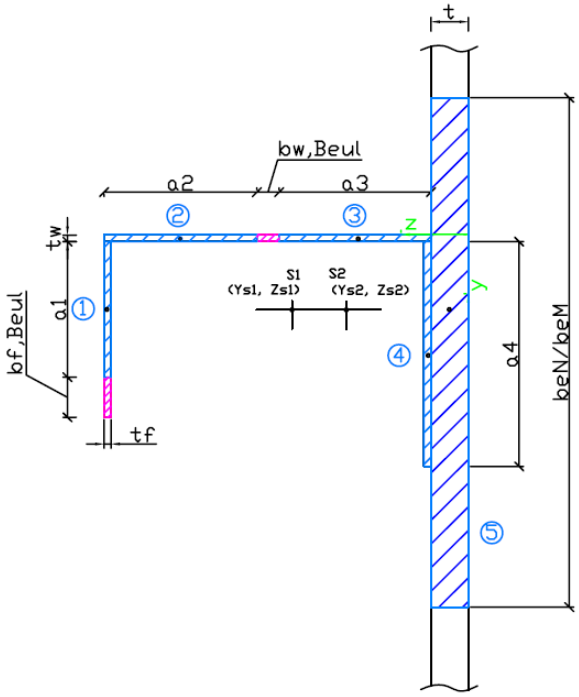


Abbildung 6.1: Allgemeine Skizze der Querschnittsabminderung für die Zwischenringsteife

Figure 6.1: Overview of the intermediate ring stiffener with cross-section reduction

Tabelle 6.2: Eingangswerte für die Bemessung

Table 6.2: Input data fort the structural design

Querschnittswerte für Querklasse 4 DIN EN 1993-1-5: 2010 (4.1)			
Abminderungsfläche von Steg			
Profilquerschnitt	A_w	263.85	mm²
Beiwert	ε	0.94	-
Flanschbreite	b_{quer}	87.95	mm
Flanschdicke	t_w	3.00	mm
Beulwert	$k_{\sigma,w}$	8.86	-
Schlankheitsgrad	λ_{pquer}	0.37	-
Abminderungsfaktor	ρ	1.00	-
Wirksame Querschnittsfläche	$A_{w,eff}$	263.85	mm²
Bleufläche für Steg	$A_{w,Beul}$	0.00	mm²
Beulbreite	$b_{w,Beul}$	0.00	mm
Flansch Abminderungsfläche			
Profilquerschnitt	A_f	148.42	mm²
Beiwert	ε	0.94	-
Flanschbreite	b_{quer}	52.00	mm
Flanschdicke	t_f	3.00	mm
Beiwert	ψ_f	1.00	-
Beulwert	$k_{\sigma,f}$	0.43	-
Schlankheitsgrad	λ_{pquer}	0.99	-
Abminderungsfaktor	ρ	0.82	-
Wirksame Querschnittsfläche	$A_{f,eff}$	121.46	mm²
Bleufläche für Flansch	$A_{f,Beul}$	26.96	mm²
Beulbreite	$b_{f,Beul}$	8.99	mm
Neue Geometrie und Querschnittswerte für reduzierende Fläche			
Breite Teil 1	a_1	40.01	mm
Breite Teil 2	a_2	49.50	mm
Breite Teil 3	a_3	46.50	mm
Breite Teil 4	a_4	63.00	mm
Breite Teil 5	a_5	416.83	mm
Fläche Teil 1	A_1	120.04	mm²
Fläche Teil 2	A_2	148.50	mm²
Fläche Teil 3	A_3	139.50	mm²
Fläche Teil 4	A_4	189.00	mm²
Fläche Teil 5	A_5	1771.53	mm²
Summe Fläche von A1 bis A4	A'	597.04	mm²
Schwerpunkt der Steife in Z Richtung	Z_{S1}	42.32	mm
Schwerpunkt der Steife in Y Richtung	Y_{S1}	16.27	mm
Schwerpunkt für ges. Fläche in Z-Richtung	Z_{S2}	12.26	mm
Schwerpunkt für ges. Fläche in Y-Richtung	Y_{S2}	16.27	mm
	e_0	30.07	mm
	e_u	10.13	mm
	e_r	84.99	mm
	z_0	38.07	mm
	r_0	23838.74	mm
Reduzierende Fläche für Querschnittklasse 4	$A_{r,neu}$	597.04	mm²
Neues Flächeträgheitsmoment QKL 4 Y-Y	$I_{ry,neu}$	817012.23	mm^4
Neues Flächeträgheitsmoment QKL 4 Z-Z	$I_{rz,neu}$	209827.85	mm^4

6.1.2 Stabilität

6.1.2 Stability

Tabelle 6.3: Nachweis der erforderlichen Steifigkeit

Table 6.3: Verification of stiffness

Nachweis der Steifigkeit			
Ringsteife	U-66x93x3.0	Toleranz A	kaltverformte
U-Profil Steg Länge	b_{steg}	93.00	mm
Behälterhöhe	l	25062	mm
Schuss Höhe für Zwischenringsteife	l_r	1252	mm
U-Profil Randflansch	b_0	66.00	mm
Behälterradius	r	11900.33	mm
Schussdicke	t	4.25	mm
netto Steifenfläche	$A_{r,neu}$	597.04	mm²
Flächenträgheitsmoment	$I_{ry,neu}$	817012.23	mm^4
U-Profil Schwerpunktabstand bezug Rand innen	$z_{0,neu}$	38.07	mm
Abstand zw. Schwerpunkte	$e_{0,neu}$	30.07	mm
Abstand von Rand innen zum Schwerpunkt	$e_{u,neu}$	10.13	mm
Abstand von Rand außen zum Schwerpunkt	$e_{r,neu}$	84.99	mm
Stegdicke	t_w	3.00	mm
Beiwert	n_r	1.00	-
Beiwert	η_1	1.00	-
effektive Breite der Behälterwand für Umfangsdruck	b_{eN}	416.8	mm
Verhältnis	r/t	2800.08	-
Schlankheitsgrad	λr	7.15	-
Verhältnis	b_{eM}/l_r	0.34	-
effektive Breite der Behälterwand für Umfangsbiegung	b_{eM}	420.88	-
Querschnittsfläche	A_{re}	2368.57	mm²
Flächenträgheitsmoment	I_{re}*	1540349.07	mm^4
ges. Flächenträgheitsmoment	I_{re}	1543041.51	mm^4
Widerstandsmoment	W_{er}	18155.06	mm^3
	$l/(rt)^{0,5}$	111.44	-
Steifigkeitsparameter	γ_r	8.74	-
minimaler Wert Steifigkeitsparameter	γ_r*	1.50	-
Nachweis	**$\gamma_{r*}/\gamma_r <= 1$**	**0.17**	**Erfüllt!**

Tabelle 6.4: Nachweis gegen Biegeknicken

Table 6.4: Verification of flexural buckling

Nachweis der Biegeknicksicherheit			
Dacheigengewicht	p_x	16.43	N/mm
Staudruck	q	0.000000	N/mm^2
Streckgrenze	f_y	266	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M1}	1.10	-
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Faktor nach Verformungsmethode	η_2	1.50	-
Toleranz Parameter	U_{ra}	0.0035	-
Toleranz Parameter	U_{rb}	0.02	-
maximale absolute radiale Abweichung	a_{eq}	51.00	
kritische Beulspannung	q_{Rce}*	0.01	N/mm^2
Beulspannung	q_{quer}	5830.89	N/mm^2
Dicke	λ_r	0.67	-
Geometrie Beiwert	β	889.27	-
Exponent	m_{quer}	1.17	-
charakteristischer Wert Anzahl Umfangsbeulwellen	m_{cr}	7.08	-
Wellenanzahl bei Mimimum kritische Beulspannung	m	7.00	-
Einwirkende Normalkraft	N_r	0	N
Einwirkendes Moment	M_r	3950243	Nmm
Bemessungswert der Spannung	$\sigma_{\theta r}$	218	N/mm²
Tragfähigkeit	f_y/γ_{M1}	242	N/mm^2
Nachweis	$\sigma_{\theta r}$ **/** f_y/γ_{M1}	**0.90**	**Erfüllt!**

Tabelle 6.5: Nachweis gegen Biegedrillknicken

Table 6.5: Verification of lateral torsional buckling

Nachweis der Biegedrillknicksicherheit			
Streckgrenze	f_y	266	N/mm²
Elastizitätsmodul	E	200000	N/mm^2
Flächenträgheitsmoment	I_{rz}	209828	mm^4
U-Profil Schwerpunktabstand bezug auf innen Rand	z_0	38.07	mm
Durchmesser	D	23800.67	mm
Knicklinie	-	c	-
Behälterradius	t	4.25	mm
Schussdicke	r	11900.33	mm
Schuss Höhe für Zwischenringsteife	l_r	1252.00	mm
vollplastische Grenzschlankheit	$\lambda_{\theta 0,que}$	0.40	-
Faktor plastischer Bereich	β	0.60	-
Beulkurvenexponent	η	1.00	-
Herstelltoleranz Qualitätsklasse	K	A	-
Randbedingungen		BC2 BC2	
dimensionsloser Längenparameter	ω	5.57	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)	c_θ	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)	$c_{\theta s}$	1.30	-
Bedingung	ω/c_θ	5.57	-
	1.63·r'/t'	4564.13	-
kritische Umfangspannung	$\sigma_{\theta,Rcr}$	15.29	N/mm²
bezogener Schlankheitsgrad	$\lambda_{\theta,que}$	4.17	-
elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor	α_θ	0.75	-
teilplastischer Schlankheitsgrad	$\lambda_{\theta p,que}$	1.37	-
Radius zur Mittepunkt des U-Profils	r_0	11940.53	mm
gebeulte Steifen-Fläche	A_r	597.04	mm²
vollplastische Umfangsdruckkraft	$N_{r,pl}$	158711.97	N
kritische Torsionbeulenkraft	$N_{r,cr}$	92310.15	N
Bauteil Schlankheitsparameter	λ_{tor}	1.31	-
Beul-Abminderungsfaktor	ϕ_{LT}	1.63	-
elast. Imperfektions-Abminderungsfaktor	α_{LT}	0.49	-
Torsionsbeul-Abminderungsfaktor	χ_{tor}	0.38	-
lokaler Schalenbeul-Abminderungsfaktor	χ_{loc} (χ_θ)	0.04	-
Nachweis	**.5·χ_{loc}/χ_{tor} <= 1.**	**0.17**	**erfüllt! fulfilled**
	χ_{tor} <= 1.0	**0.38**	

6.1.3 Nachweis unter Windbelastung

6.1.3 Verification under Wind Loading

6.1.3.1 Berechnungsmodell

6.1.3.1 Analysis Model

Da die Trapezbleche an dem Außenflansch der Zwischenringsteife (ZRS) befestigt werden, werden für diese Spannungsnachweise geführt. Es überlagern sich globale Beanspruchung aus Umfangsrichtung aus den Schnittgrößen der ZRS und lokale Beanspruchung infolge der Zugkräfte der Schrauben, die in radialer Behälterrichtung Querspannungen und Biegung erzeugen. Diese Spannungen werden zu einem mehrachsigen Spanungszustand überlagert.

Die folgenden Berechnungen werden mit dem FE-Programm RFEM [8] durchgeführt. Die Mantelbleche des Behälters werden mit Schalenelementen des Flächentyps "Quadrangle" modelliert. Für die Steifen wird der Stabtyp "Balkenstab" verwendet. Die Lagerung wird über gelenkige Linienlager simuliert. Das Materialgesetz ist linear-elastisch und die Balkenelemente erhalten ihr Querschnittsprofil durch die in dem Programmmodul DUENQ [8] entwickelte Geometrie.

The trapezoidal plates are attached on the outer flange of the stiffener, so a stress verification is made. The local of the bolts attaching the trapezoidal plate tensioning in lateral direction and global behavior from the ring effect are combined.

The following calculations are performed with the FE-program RFEM [8]. The tank shells are considered with surface elements of type "Quadrangle". The stiffeners are consideres with beam elements and the related cross sections. The border conditions are line supports. The material is linear-elastic.

Isometrie

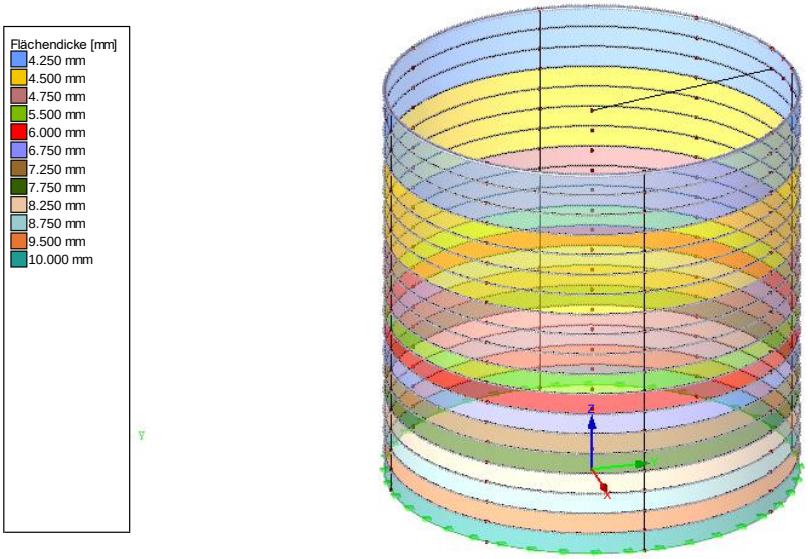


Abbildung 6.2: FE-Modell mit Lagerungsbedingungen

Figure 6.2: FE-model with supports

Querschnittsfläche	A	6.10	cm²
Schubfläche	A_u	2.11	cm²
Schubfläche	A_v	2.33	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-50.346	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	17.232	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	23.15	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	86.65	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-7.75	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-6.86	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	22.21	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	87.58	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	109.79	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	205.60	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	19.472	mm
Trägheitsradius	i_z	37.673	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	11.269	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	19.075	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_v	37.876	mm
Polarer Trägheitsradius	i_p	42.408	mm
Polarer Trägheitsradius	$i_{p,M}$	58.032	mm
Wölbträgheitsradius	$i_{\omega,M}$	11.937	mm
Querschnittsgewicht	G	4.8	kg/m
Mantelfläche	A_{Mantel}	0.416	m²/m

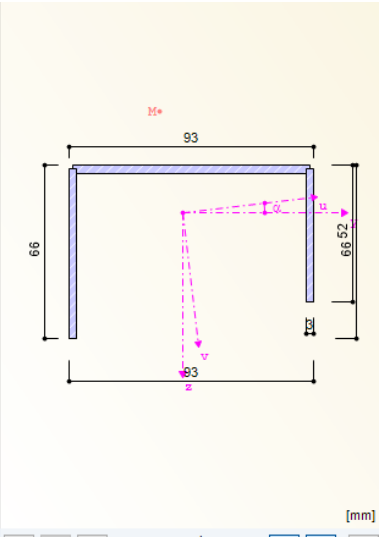


Abbildung 6.3: Zwischenringsteifen-Profil mit Querschnittswerten

Figure 6.3: Ringstiffener with cross section values

6.1.3.2 Einwirkungen

6.1.3.2 Load Assumption

Als Belastung werden die Windlasten mit genauer Druckverteilung nach DIN EN 1991-1-4/NA [12] als Auflagerkräfte der Trapezbleche auf die Zwischenringsteife angesetzt. Dazu wird der Winddruck aus

As loads from wind with detailed pressure distribution acc. to DIN EN 1991-1-4/NA [12] the support forces of the trapeciodal plates are considered. The wind pressure is

$$w_e = q \cdot c_{pe} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

mit dem Abstand der Zwischenringsteifen als Lasteinleitungsbreite vom b=1.25m multipliziert.

multiplied with the distance of the stiffeners of 1.25m as load influence width.

$$w' = w \cdot b \text{ [kN/m]}$$

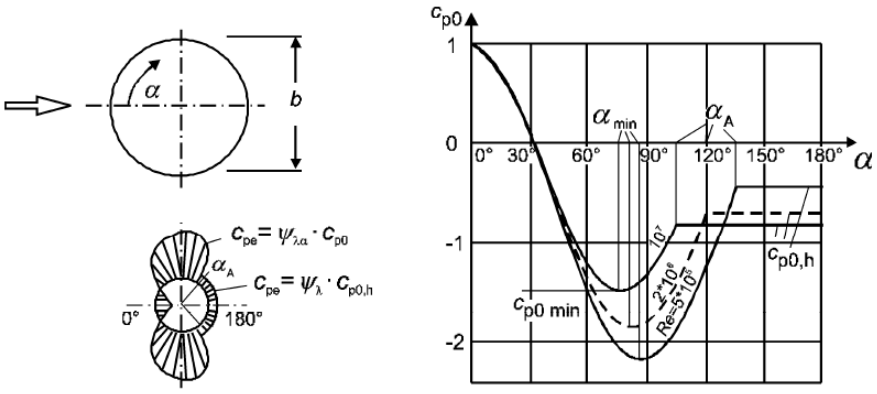


Bild 7.27 — Druckverteilung über einen unendlich schlanken, zylindrischen Querschnitt

Abbildung 6.4: *Winddruckverlauf bei FE-Modell für ZRS nach EC1*

Figure 6.4: Wind pressure distribution in FE-Model for intermediate ring stiffener acc. to EC1

Winddruckverteilung nach EC 1				
Durchmesser des Bauwerks	b	23,801	m	
Winddruck WZ 2- Binnenland vereinfacht für Bauwerke h<=25m	q	0,99	kN/m²	incl. 1.1 für TRAS
Boengeschwindigkeitsdruck in der Höhe ze	v(ze)	40,11	m/s	
Abminderungsfaktor in Abhängigkeit der effektiven Schlankheit	yl	0,6093	-	
kinematische Zähigkeit der Luft	v	1,50E-05	m²/s	
Reynoldszahl	Re	6,36E+07		
Beiwerte in Abhängigkeit von der Reynoldszahl	alpha_min	75,00		
	c_p0min	-1,50		EC1991-1-4:2010
	alpha_A	105,00		Tabelle 7.12
	c_p0h	-0,80		
	hi	1,25	m	

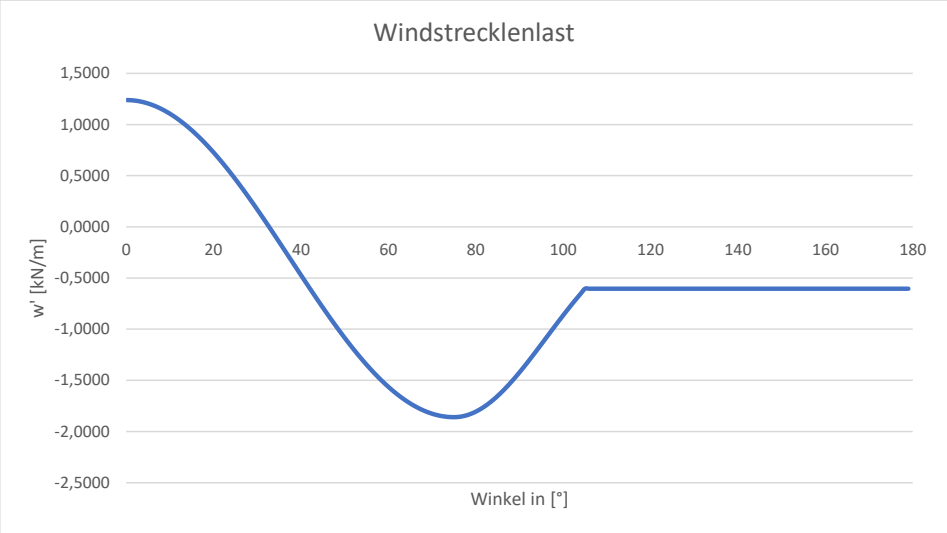


Abbildung 6.5: Verlauf Druckbeiwert für zylindrische Querschnitte

Figure 6.5: Pressure coefficient distributed for cylindrical cross-sections

$$\max w' = 0.99 \cdot 1.0 \cdot 1.25 = 1.2375\ kN/m$$

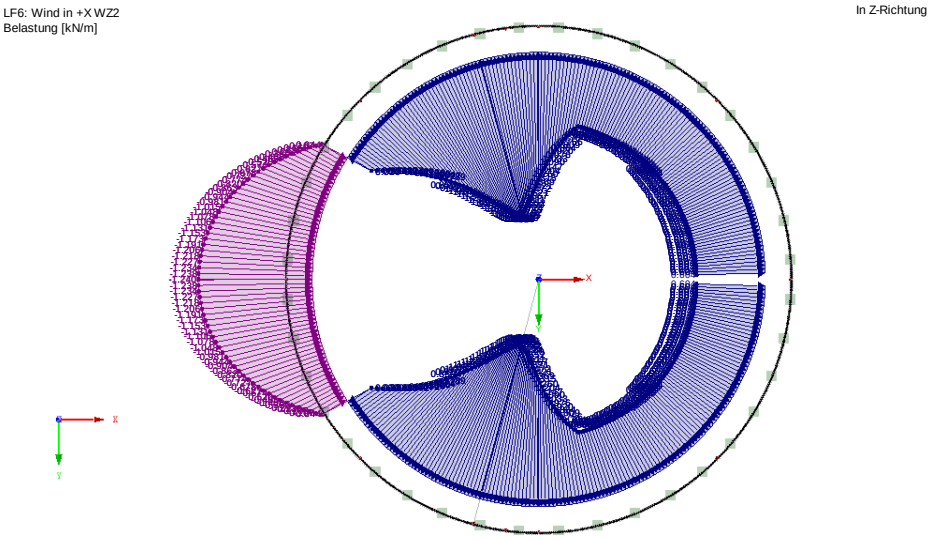


Abbildung 6.6: Winddruckverlauf auf ZRS in FE-Modell

Figure 6.6: Wind Pressure Distribution on stiffener in FE-Model

Zusätzlich wird zur Berücksichtigung der Imperfektion eine Vorverformung in Form einer Unrundheit berücksichtigt.

Additionally an imperfections in oval form is applied.

$$a = 1.5 \cdot 0.005 \cdot 11900 = 89mm$$

Diese Vorverformung wird im FE-Modell mit Hilfe einer Sinusdoppelwelle als Imperfektionsersatzlast aufgegeben:

The predeformations in the FE-model is realized with two sinus-waves as substitude load.

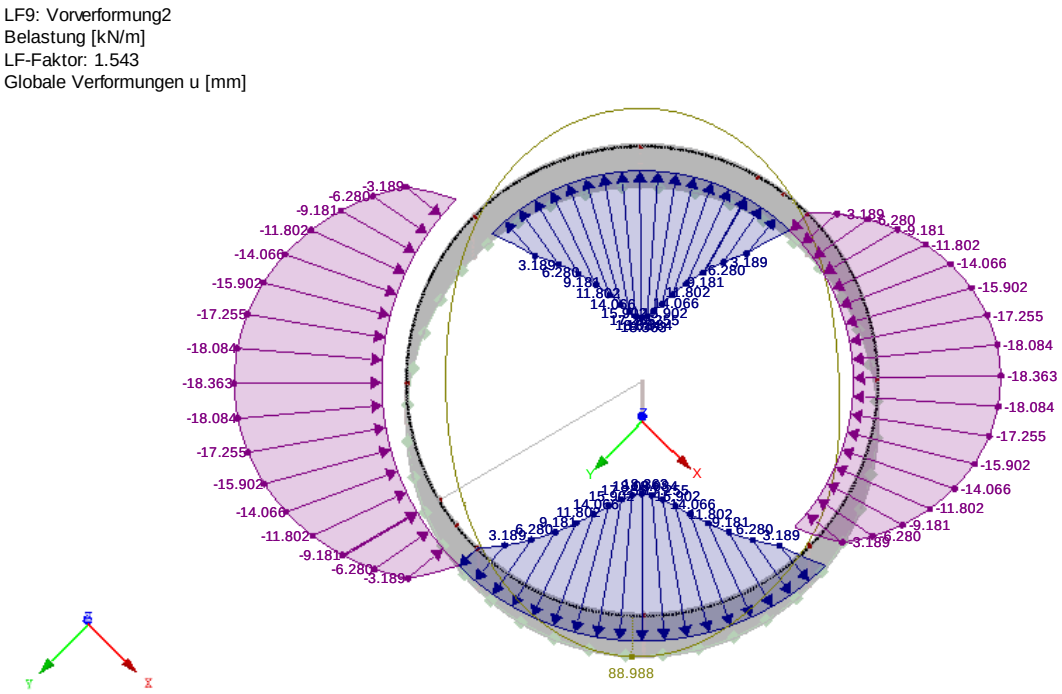


Abbildung 6.7: Imperfektionsersatzlast und Vorverformung

Figure 6.7: Imperfection load and related deflection

6.1.3.3 Numerisch ermittelte Schnittgrößen

6.1.3.3 Numerical Internal Forces

Beide Lastfälle werden kombiniert und nach Th. II Ordnung berechnet. Der Nachweis wird für oberste Zwischenringsteife geführt. Dazu wird der Bereich des maximalen Sogs gewählt.

Both load cases are combined and calculated with theory second order. The top stiffener will be verified at the location of max. wind suction.

Tabelle 6.6: Lastfälle und Lastfallkombination des FE-Modells

Table 6.6: Loadcases and Load Combinations of FE-Model

2.1 Load Cases

Load Case	Load Case Description	EN 1990 | DIN Action Category	Self-Weight - Factor in Direction			
			Active	X	Y	Z
LC6	Wind in +X WZ2	Wind	-			
LC9	Vorverformung2	Imperfection	-			

2.1.1 Load Cases - Calculation Parameters

Load Case	Load Case Description	Calculation Parameters		
LC6	Wind in +X WZ2	Method of analysis	: x	Geometrically linear analysis
		Method for solving system of nonlinear algebraic equations	: x	Newton-Raphson
		Activate stiffness factors of:	: x	Cross-sections (factor for J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Members (factor for GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LC9	Vorverformung2	Method of analysis	: x	Geometrically linear analysis
		Method for solving system of nonlinear algebraic equations	: x	Newton-Raphson
		Options	: x	Modify loading by factor: 1.543
		Activate stiffness factors of:	: x	Cross-sections (factor for J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Members (factor for GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.5 Load Combinations

Load Combin.	Load Combination DS	Description	No.	Factor	Load Case	
CO2		1.5*LK6 WZ2	1	1.50	LC6	Wind in +X WZ2
			2	1.00	LC9	Vorverformung2

2.5.2 Load Combinations - Calculation Parameters

Load Combin.	Description	Calculation Parameters		
CO2	1.5*LK6 WZ2	Method of analysis	: x	Second order analysis (P-Delta)
		Method for solving system of nonlinear algebraic equations	: x	Picard
		Options	: x	Consider favorable effects due to tension
			: x	Refer internal forces to deformed system for:
				x Normal forces N
				x Shear forces V_y and V_z
				x Moments M_y, M_z and M_T
		Activate stiffness factors of:	: x	Materials (partial factor γM)
			: x	Cross-sections (factor for J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: x	Members (factor for GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

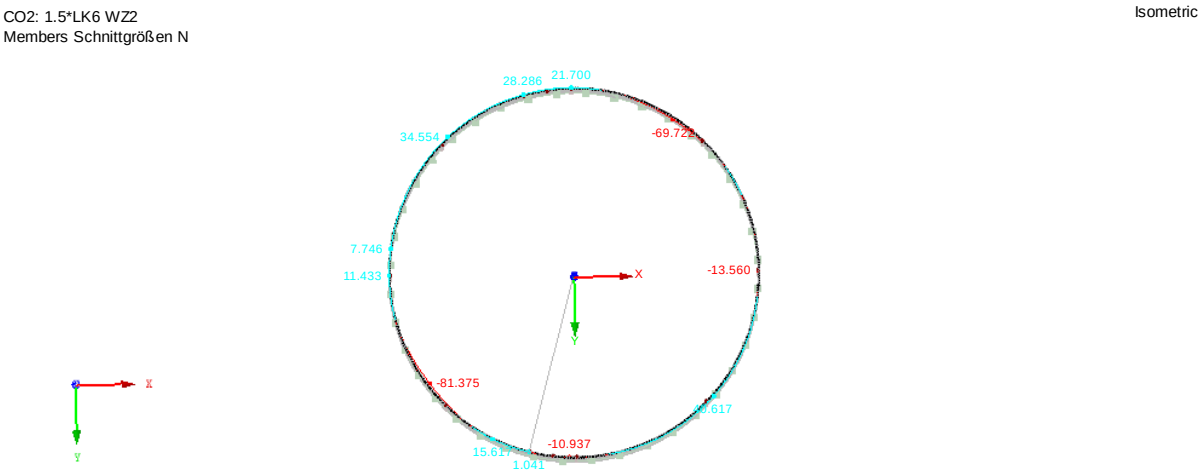


Abbildung 6.8: Normalkraft der obersten ZRS

Figure 6.8: Normal Force of the top stiffener

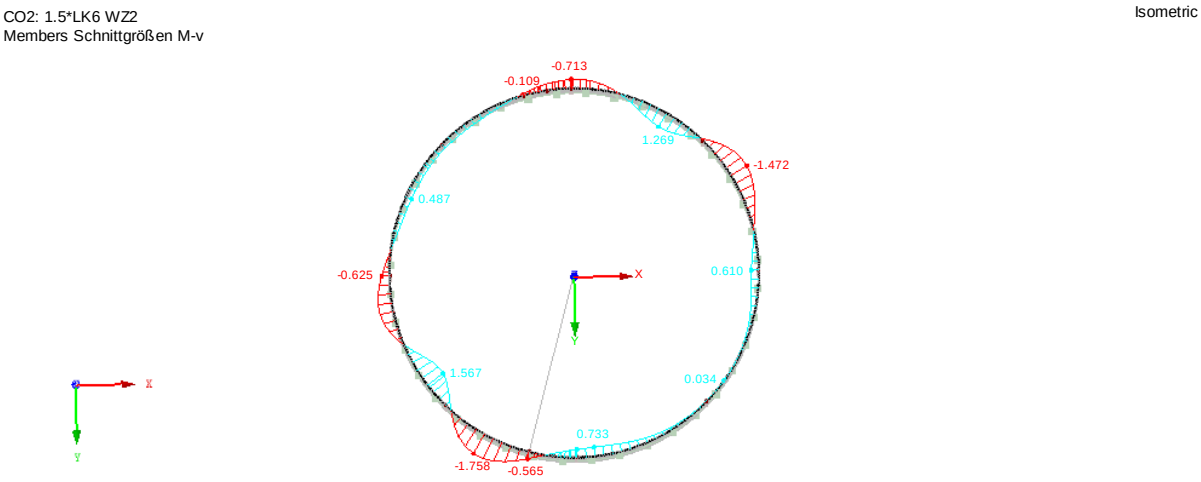


Abbildung 6.9: Moment M_v der obersten ZRS

Figure 6.9: Moment M_v of the top stiffener

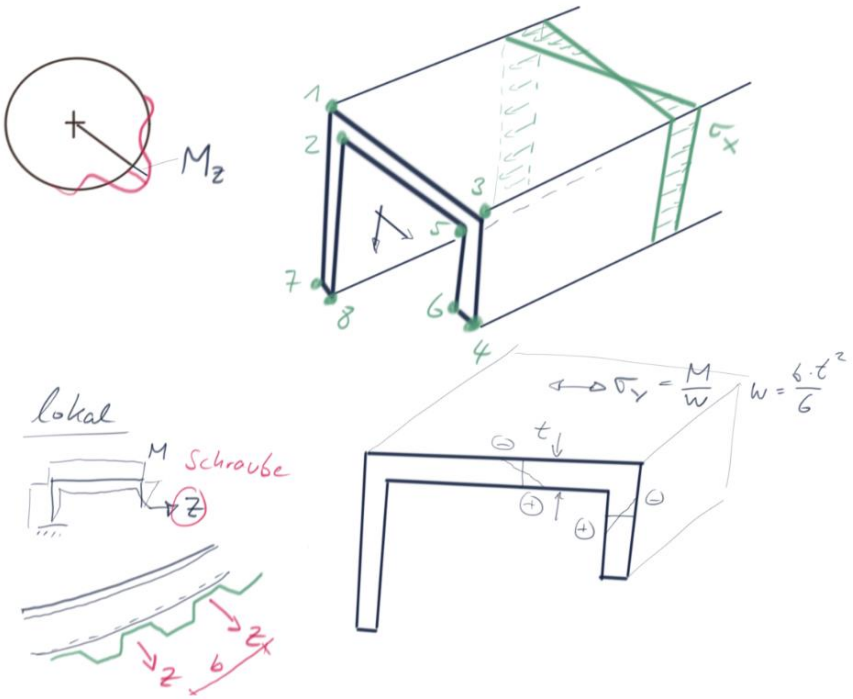


Abbildung 6.10: Mechanik der lokalen Spannungen

Figure 6.10: Mechanics of local stresses

Maximale Schraubenzugkraft aus Windsog auf das Trapezblech hier auf der sicheren Seite mit max. Schnittgrößen, die nicht an denselben Stellen sind, überlagert:

Max. bolt tension force from wind suction on the trapeziodal plate, here on the save side with max. internal forces, which are not at the same location:

Max Z_d = 0.795 kN (WZ2 nach ST-2110-AA_01 (A), s. (Ref4)

Tabelle 6.7: Spannungsüberlagerung und Nachweis der ZRS

Table 6.7: Stress-superposition and verification of stiffener

Spannungsnachweis für Zwischenringsteife (lokal)			
Profil	**U93x66x52 (t=3mm)**		
Material S275	$f_{y,k}$	275	N/mm²
Stäbe Schnittgrößen	$N_{x,d}$	81300	N
Stäbe Schnittgrößen	$M_{v,d}$	290000	Nmm
Stäbe Schnittgrößen an Sog (75°)	$M_{v,d,75°}$	1560000	Nmm
Querschnittswert			
Querschnittfläche	A_w	597	mm²
Hauptachsenträgheitsmoment	I_y	817012	mm⁴
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 1	$e_{1,y}$	43,4	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 2	$e_{2,y}$	40,4	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 3	$e_{3,y}$	49,6	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 4	$e_{4,y}$	49,6	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 5	$e_{5,y}$	46,6	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 6	$e_{6,y}$	46,6	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 7	$e_{7,y}$	43,4	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 8	$e_{8,y}$	40,4	mm
Spannung in Umfangrichtung X			
Umfang Spannung (Richtung x), 1	$\sigma_{x,d,1}$	53,31	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 2	$\sigma_{x,d,2}$	59,04	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 3	$\sigma_{x,d,3}$	230,89	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 4	$\sigma_{x,d,4}$	230,89	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 5	$\sigma_{x,d,5}$	225,16	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 6	$\sigma_{x,d,6}$	225,16	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 7	$\sigma_{x,d,7}$	53,31	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 8	$\sigma_{x,d,8}$	59,04	N/mm²
Radialspannung von lokalem Moment (Schraubkraft)			
Bemessungswert der Zugkraft pro Schraube	Z_S	795	N
Abstand zu dem Rand	e	20	mm
Lokaler Moment	M_{zs}	15900	Nmm
Querschnitt Breite (Schraubenabstand)	b	250	mm
Profil Dicke	t	3	mm
Widerstandsmoment	W	375,00	mm³
Radialspannung (y), 1	$\sigma_{y,d,1}$	-42,40	N/mm²
Radialspannung (y), 2	$\sigma_{y,d,2}$	42,40	N/mm²
Radialspannung (y), 3	$\sigma_{y,d,3}$	-42,40	N/mm²
Radialspannung (y), 5	$\sigma_{y,d,5}$	42,40	N/mm²
Spannungsnachweis			
Vergleichsspannung	$\sigma_{v,Mises,1}$	83,07	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,2}$	52,73	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,3}$	254,75	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,5}$	207,24	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ	1,10	-
	$\sigma_{y,d}$	250,00	N/mm²
Nachweis	**$\sigma_{v,Mises}$ / $\sigma_{y,d}$**	**1,0**	NW erfüllt!

6.2 Verbindungen

6.2 Connections

Tabelle 6.8: Nachweis der horizontalen Stoßfugen

Table 6.8: Verification of horizontal joint connections

Eingangsparameter			
effektive Blechlänge	l_{eff}	2412.00	[mm]
Blechdicke	t	4.75	[mm]
Schraube		M8	
Axialspannung	σ_y	5.88	[N/mm²]
Anzahl Schrauben	n	19	[-]
Vertikallast je Blechtafel	F_d	67327	[N]
Kraft pro Schraube	$F_{v,Ed}$	3544	[N]
Festigkeitsklasse		FK80	
Streckgrenze von Schrauben	f_{yb}	600	N/mm²
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Fläche	A	50.27	mm²
Gewindedurchmesser	d_S	8.00	mm
Gewindequerschnittsfläche	A_S	36.56	mm²
Lochdurchmesser	d_L	8.10	mm
Kerndurchmesser	d_{Kern}	6.47	mm
Kernfläche	A_{Kern}	32.88	mm²
Randabstand in Kraftrichtung	e_1	12.05	mm
Randabstand quer zur Kraftrichtung	e_2	15.37	mm
Lochabstand in Kraftrichtung	p_1	-	mm
Lochabstand quer zur Kraftrichtung	p_2	34.00	mm
Abscheren je Scherfuge			
Spannungsquerschnittsfläche	A	50.27	[mm²]
Beiwert	α_v	0.70	[-]
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	[N/mm²]
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	[-]
Abschertragfähigkeit	$F_{v,Rd}$	22519	[N]
Nachweis	**$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$**	**0.16**	**Erfüllt!**
Lochleibung			
Schraubendurchmesser	d	8.00	[mm]
Blechdicke	t	2.00	[mm]
Beiwert	k_1	2.50	[-]
Beiwert	α_b	0.50	[-]
Beiwert	α_d	0.50	[-]
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	[N/mm²]
Zugfestigkeit von Blechen	f_u	664	[N/mm²]
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	[-]
Abschertragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	10539	[N]
Nachweis	**$F_{b,Ed}/F_{b,Rd}$**	**0.34**	**Erfüllt!**

7 Fußpunkt Verankerung

7 Anchoring System

7.1 Nachweis des Verankerungssystems

7.1 Verification of Anchoring System

Tabelle 7.1: Eingangswerte

Table 7.1: Input data

Eingangsparameter			
Durchmesser	D	23801	mm
Dübelanzahl	n	492	-
Dübelabstand	l	152.00	mm
Blechdicke L-Winkel	t	3.00	mm
Lochdurchmesser	d_L	12.00	mm
Durchmesser U-Scheibe	d_u	20.00	mm
Flanschlänge	e	46.00	mm
Abstand von Rand zu Lochmitte	a	26.00	mm
Teilsicherheitsbeiwert für Eigengewicht bei ungünstigem Fall	γ_F	1.00	-
Teilsicherheitsbeiwert für Sog	γ_F	1.50	-
Teilsicherheitsbeiwert für Bleche	γ_{M0}	1.10	-
Streckgrenze	$f_{y,k}$	275.00	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert für Schrauben	γ_{Bolzen}	1.50	-
Behälter Eigengewicht	$N_{EG,d}$	857943	N
Char. Tragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25	$N_{Rk,p}$	16000	N
Charakteristische Werte Abhebende Dachlast (Sog)	$v_{k,sog}$	787500	N
Charakteristische Werte Überdruck	$q_{ü}$	0.0030	N/mm²
Bemessungswerte Abhebende Dachlast (Sog)	$v_{d,sog}$	2710826	N
Umfang Behälter	U	74772	mm
b-Maß	b	20.00	mm
Lastausbreitung	c	60.00	mm
Grenztragfähigkeit Dübel	$N_{Rd,p}$	10667	N
Eigengewicht in Umfang	$n_{EG,k}$	8.50	N/mm
Eigengewicht je Segment	$V_{EG,k}$	1291.90	N
Bemessungswert des Eigengewichts	$V_{d,EG}$	1291.90	N
Planenzugkraft je Segment	$V_{d,vertikal}$	5510.69	N
Zugkraft aus Biegmoment	$V_{d,Moment}$	1533.55	N
Beanspruchung je Segment	$V_{d,gesamt}$	5752.34	N

Tabelle 7.2: Nachweis des Verankerungssystems

Table 7.2: Verification of anchoring system

Nachweis Anschluss "Flanschwinkel mit Biegebeanspruchung" auf Basis Modell T-Stummelflansch			
Ankerschraube		BZ plus Anker 70M12 A4	
Verstärkungsblech		kein Verstärkungsblech	
Blechdicke Verstärkungsblech	t_{bp}	0	mm
Breite (Umfang) Verstärkungsblech	c_{bp}	0	mm
Blechdicke L-Winkel	t_f	3	mm
Radius L-Winkel	r	2	mm
Abstand von Rand zu Lochmitte	e_{min}	26	mm
Durchmesser Schraube	d_s	10	mm
Max. Dicke Mörtelschicht	$t_{Mö,max}$	50	mm
Dicke der Unterlegscheibe	t_u	2	mm
Beiwert infolge Durchmesser U-Scheibe/4	e_W	5	mm
Höhe Schraubenmutter	h_{Mu}	8.4	mm
Breite L-Winkel	b	46.0	mm
Anzahl der Schraubenreihen	n_b	1.0	-
Lochabstand	p	152	mm
Streckgrenze L-Winkel	$f_{y,k}$	275	N/mm²
Streckgrenze Verstärkungsblech	$f_{y,bp}$	275	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert Streckgrenze	γ_{M0}	1.10	-
Teilsicherheitsbeiwert Ankerschraube	γ_{Ms}	1.50	-
Ankerschraube Tragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25	$N_{Rk,s}$	16000	N
Wirksamen Länge infolge Fließmuster Kreis	$l_{eff,cp}$	116	mm
Wirksamen Länge infolge Fließmuster Trapez	$l_{eff,nc}$	106	mm
Abminderung der wirksamen Länge l_eff bzgl. Lochabstand	red	0.70	
Wirksame Länge des L-Winkels	l_{eff}	106	mm
Abstand n	n	23	mm
Abstand m	m	18	mm
Spannungsquerschnitt Schraube	A_s	79	mm²
Dehnlänge Ankerschraube	L_b	139	mm
Grenze der Dehnlänge	L_b*	1429	mm
Bedingung	$L_b < L_b$*	Abstützkräfte vorhanden	
Bemessungswert der Zugbeansprung	F_{Ed}	6630	N

Modus 1: Vollständiges Fließen des Flansches (Tabelle 6.2, Verfahren 1)			
Plastischer Momentenwiderstand	$M_{pl,1,Rd}$	62256	Nmm
Plastischer Momentenwiderstand Verstärkungsblech	$M_{bp,Rd}$	0	Nmm
Modus 1 berechnet nach Tab. 6.2	Verfahren	1	
Bemessungswert Zugtragfähigkeit Modus 1	$F_{T,1,Rd}$	6741	N
Nachweis: Modus 1	**F_{Ed} / $F_{T,1,Rd}$**	**0.98**	**Erfüllt!**
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des Flansches (Tabelle 6.2)			
Plastischer Momentenwiderstand	$M_{pl,2,Rd}$	62256	Nmm
Bemessungswert Zugtragfähigkeit der Schraube	$F_{T,Rd}$	10667	N
Bemessungswert Zugtragfähigkeit Modus 2	$F_{T,2,Rd}$	7424	N
Nachweis: Modus 2	**F_{Ed} / $F_{T,2,Rd}$**	**0.89**	**Erfüllt!**
Modus 3: Schraubenversagen (Tabelle 6.2)			
Bemessungswert Zugtragfähigkeit der Schraube	$F_{T,Rd}$	10667	N
Bemessungswert der Zugtragfähigkeit Modus 3	$F_{T,3,Rd}$	10667	N
Nachweis: Modus 3	**F_{Ed} / $F_{T,3,Rd}$**	**0.62**	**Erfüllt!**
Relevanter Bemessungswert (Minimum aus allen 3 Versagensmodi)			
Bemessungswert der Zugtragfähigkeit	$F_{T,min,Rd}$	6741	N
Nachweis	**F_{Ed} / $F_{T,min,Rd}$**	**0.98**	**Erfüllt!**

7.2 Nachweis der Betondübel

7.2 Verification of Concrete Anchor

In der folgenden Tabelle 7.3 wird ein ergänzender Nachweis für den Betondübel unter Zug- und Querkraft geführt.

The following Table 7.3 documents an additional verification for the concrete dowel under tension and shear.

Tabelle 7.3: Ergänzender Nachweis der Betondübel

Table 7.3: Additional verification of concrete dowel

Nachweis der Betondübel			
		M12	
Char. Tragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25	$N_{Rk,p}$	16000	N
Charakteristische Zugtragfähigkeit (Stahl)	$N_{Rk,s}$	40000	N
Zugehöriger Teilsicherheitsbeiwert	γ_{Ms}	1.50	-
charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$	30000	N
zugehöriger Teilsicherheitsbeiwert	γ_{Ms}	1.25	-
Teilsicherheit für Anschluss	γ_{M2}	1.25	-
Teilsicherheitsbeiwert für Wind	γ_f	1.50	-
Teilsicherheitsbeiwert für Dachlasten	γ_f	1.00	-
Teilsicherheitsbeiwert für Flüssigkeit	γ_F	1.35	-
Teilsicherheitsbeiwert für Innendruck	γ_F	1.50	-
Dichte der Flüssigkeit	γ_h	0.00001	N/mm³

Tabelle 7.3: Ergänzender Nachweis der Betondübel (Fortsetzung)

Table 7.3: Additional verification of concrete dowel (continued)

Blechdicke	t	3.00	mm
Schraubendurchmesser	d	12.00	mm
Behälterdurchmesser	D	23801	mm
Behälterhöhe	l	25062	mm
Einwirkende Wasserhöhe	h	300	mm
Dübelabstand	a	152	mm
Randabstände Schrauben	e_1	26	mm
Lochdurchmesser	d_0	12	mm
Lochabstand	p_2	152	mm
Zugfestigkeit von Schrauben	f_{ub}	800	N/mm²
Zugfestigkeit der Bleche	f_u	550	N/mm²
Horizontaldachlast	F_d	66000.00	N
Winddruck	q(z)	0.001025	N/mm²
Charakteristische Werte Abhebende Dachlast (Sog)	v_k	787500.00	N
Bemessungswert der Zugkrafttragfähigkeit (Herausziehen)	$N_{Rd,p}$	10667	N
Bemessungswert der Zugkrafttragfähigkeit (Stahl)	$N_{Rd,s}$	26667	N
Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit	$V_{Rd,s}$	24000	N
Beiwert	α_b	0.72	-
Beiwert	k_1	2.50	-
Grenzlochleibungstragfähigkeit	$F_{b,Rd}$	28600	N
Querkraft auf Behälter	V_d	982723	N
Querkraft auf Behälter pro Umfang	q_w	13.14	N/mm
Wasserdruck	q_H	0.00	N/mm²
Charakteristischer Wert des Wasserdrucks	$q_{H,k}$	0.45	N/mm
Bemessungswert des Wasserdrucks	$q_{H,d}$	0.61	N/mm
Bemessungswert des Innendrucks	$q_{ü,d}$	112.78	N/mm
Bemessungswert der ges. Querkraft	$q_{ges,d}$	126.53	N/mm
Erforderliche Schraubenanzahl	n_{erf}	330.80	-
Vorhandene Schraubenanzahl	n	492	-
Nachweis	**$n_{erf} < n$**	**0.67**	**NW erfüllt!**
Einwirkende Zugkraft	$F_{t,Ed}$ (N_{Ed})	5752	N
Einwirkende Querkraft	$F_{v,Ed}$ (V_{Ed})	19232	N
Nachweis (Zug, Herausziehen)	**$F_{tEd} / N_{Rd,p}$**	**0.54**	**NW erfüllt!**
Nachweis gegen Lochleibung	**$F_{b,Ed} / F_{b,Rd}$**	**0.67**	**NW erfüllt!**
Nachweis (Zug, Stahl)	**$F_{tEd} / N_{Rd,s}$**	**0.22**	**NW erfüllt!**
Nachweis (Querkraft, Stahl)	**$F_{VEd} / V_{Rd,s}$**	**0.80**	**NW erfüllt!**
Komb. Nachweis (Zug/Querkraft Stahl)		**0.96**	**NW erfüllt!**
Komb. Nachweis Scher-/Lochleibung und Zug		**0.83**	**NW erfüllt!**

8 Montagezustand

8 Assembly State

Für den Nachweis des Montagezustandes wird angenommen, dass weder Dach noch Trapezblech angebracht sind und die innere Schale des Behälters durch Wind belastet werden kann. Für diesen Zustand wird der Nachweis gegen Umfangsbeulen nach [2] geführt. Maßgebend ist der Nachweis des ersten Schusses. Es wird der maximal zulässige Geschwindigkeitsdruck und daraus die Grenzwindgeschwindigkeit bestimmt, siehe Tabelle 8.1. Ab dieser Grenzwindgeschwindigkeit müssen am Behälter Dach und Trapezblech angebracht sein. Der Nachweis gegen Umfangsbeulen für den ersten Schuss wird in der Tabelle 8.1 geführt.

For verification of the assembly condition, it is assumed that neither the roof nor the trapezoidal sheet metal are attached and that the inner shell of the tank can be subjected to wind loads. For this state, the verification against circumferential buckling is carried out according to [2]. The proof of the first shot is decisive. The maximum permissible speed pressure and from this the limit wind speed is determined, see Table 8.1. Above this limit wind speed, a roof and trapezoidal sheet metal must be attached to the container. The verification against circumferential buckling for the first shot is given in Table 8.1.

Tabelle 8.1: Nachweis gegen Umfangsbeulen im Montagezustand (1. Schuss S275)

Table 8.1: Proof against circumferential buckling in the assembled state (1st shot S275)

Schuss: 1			
Schalenparameter und Material			
Elastizitätsmodul	E=	200000	N/mm²
Streckgrenze	f_{yk}=	266	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ_F=	1.50	-
Teilsicherheitsbeiwert für Montage (12 Monaten)	$\gamma_{F'}$=	0.60	-
Durchmesser	D=	23801	mm
Radius	r=	11900	mm
Blechdicke	t=	4.25	mm
Länge	l=	1252	mm
Grenzwindgeschwindigkeit	v=	43.00	m/s
Beiwert	k_w=	1.49	-
Winddruck(außen)	$q_{w,max}$=	1.73E-03	N/mm²
Wind-Innensog	q_{ws}=	1.04E-03	N/mm²
Ersatz Winddruck	q_{eq}=	2.59E-03	N/mm²
Resultierende Winddruck	q_d=	3.63E-03	N/mm²
Randbedingungen		BC2/BC2	-
Herstelltoleranz Qualitätsklasse		A	exzellent
Unrundheit:		A	exzellent
unplanmäßige Exzentrizität:		A	exzellent
Vorbeulen:		A	exzellent

Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis für Schalen nach DIN EN 1993-1-6: 2007-07 Umfangsbeulen			
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M1}=	1.10	-
elastische Imperfektions-Abminderungsfaktor	α_θ=	0.75	-
Faktor plastischer Bereich	β=	0.60	-
Beulkurvenexponent	η=	1.00	-
dimensionsloser Längenparameter	ω=	5.57	-
Umfangsbeulfaktor (lang und mittellang)	C_θ=	1.00	-
Umfangsbeulfaktor (kurz)	$C_{\theta s}$=	1.30	-
Zylinderlänge		kurz	
ideale elastische Beulspannung	$\sigma_{\theta,Rcr}$=	15.29	N/mm²
bezogener Schlankheitsgrad	λ_{θ_quer}=	4.17	-
vollplastische Grenzschlankheit	$\lambda_{\theta 0_quer}$=	0.40	-
teilplastische Schlankheitsgrad	λ_{p_quer}=	1.37	-
Beul-Abminderungsfaktor	χ_θ=	0.04	-
Abminderungsfaktor nichtrostenden Stahl	ψ=	1.00	-
charakteristische Beulspannung	$\sigma_{\theta,Rk}$=	11.47	N/mm²
Bemessungsbeulspannung	$\sigma_{\theta,Rd}$=	10.43	N/mm²
Bemessungs-Umfangsspannung	$\sigma_{\theta,Ed}$=	10.15	N/mm²
Nachweis:	$\sigma_{\theta,Ed}/\sigma$	**0.97**	**erfüllt! fulfilled!**

9 Zusammenfassung

9 Summary

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse zusammengefasst.

The results are documented in the following tables.

Tabelle 9.1: Übersicht der Ergebnisse

Table 9.1: Overview of results

Bauteil	Nachweise	Ausnutzung
Mantelblech/Schuss 1	Spannung	0,25
	Stabilität/Beulen	0,89
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,19
Mantelblech/Schuss 2	Spannung	0,44
	Stabilität/Beulen	0,92
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,34
Mantelblech/Schuss 3	Spannung	0,64
	Stabilität/Beulen	0,96
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,49
Mantelblech/Schuss 4	Spannung	0,79
	Stabilität/Beulen	0,83
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,65
Mantelblech/Schuss 5	Spannung	0,93
	Stabilität/Beulen	0,87
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,76
Mantelblech/Schuss 6	Spannung	0,63
	Stabilität/Beulen	0,92
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,68
Mantelblech/Schuss 7	Spannung	0,73
	Stabilität/Beulen	0,97
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,79
Mantelblech/Schuss 8	Spannung	0,79
	Stabilität/Beulen	0,85
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,85
Mantelblech/Schuss 9	Spannung	0,90
	Stabilität/Beulen	0,90
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,90

Mantelblech/Schuss 10	Spannung	1
	Stabilität/Beulen	0,94
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 11	Spannung	0,95
	Stabilität/Beulen	0,61
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 12	Spannung	0,95
	Stabilität/Beulen	0,49
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 13	Spannung	0,92
	Stabilität/Beulen	0,35
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,99
Mantelblech/Schuss 14	Spannung	0,92
	Stabilität/Beulen	0,29
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 15	Spannung	0,92
	Stabilität/Beulen	0,25
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 16	Spannung	0,97
	Stabilität/Beulen	0,21
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 17	Spannung	0,97
	Stabilität/Beulen	0,19
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	1
Mantelblech/Schuss 18	Spannung	0,98
	Stabilität/Beulen	0,15
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,98
Mantelblech/Schuss 19	Spannung	0,98
	Stabilität/Beulen	0,14
	[Verbindungen/Schrauben] Abscheren/Lochleibung/Blockversagen	0,98
Zwischenringsteifen	Steifigkeit	0,17
	Stabilität/Biegeknicken	0,90
	Stabilität/Biegedrillknicken	0,38
	Spannung	1,00
	Abscheren/Lochleibung	0,34
Fußpunkt	[Gesamtsystem] Tragsicherheit	0,98
	[Betondübel] Tragsicherheit	0,96

10 Literatur und Normen

10 Literature and Standards

[1] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings

[2] DIN EN 1993-1-6:2017-07**:** Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[3] ECCS: Buckling of Steel Shells, European Design Recommendations. 5 Edition, 2008.

[4] Sonderdruck 862: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6: Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (2009)

[5] DIN EN ISO 3506-1:2010-04: Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners - Part 1: Bolts, screws and studs

[6] DIBt: Europäische Technische Zulassung ETA-99/0010: Kraftkontrolliert spreizender Dübel zur Verankerung im Beton, Fassung Dezember 2014

[7] DIN EN 10088:2014-12: Stainless steels - Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes

[8] Dlubal Ingenieursoftware: FE-Software RFEM5 (2020)

[9] DIN EN 1990:2010-12: Basis of structural design

[10] DIN EN 1993-1-8**:**2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints

[11] DIN EN 1993-1-5:2017-07: Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-5: Plated structural elements

[12] DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12: National Annex - Nationally determined parameters Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions

[13] TRAS 320: Vorkehrungen und Maβnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind-, Schnee- und Eislasten

[14] AD 2000- Merkblatt: Werkstoffe für Druckbehälter – Austenitische und austenitisch-ferritische Stähle (2016)

[15] DIN EN 1993-4-2:2017-09: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 4-2: Tankbauwerke

[16] DIN EN 1993-4-2/NA:2018-12: Nationaler Anhang - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; Teil 4-2: Tankbauwerke

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Grundlegende Geometrie Hochfermenter mit Edelstahldach 16
Abbildung 3.2: Endringsteife, Zwischenringsteife und Fußpunkt 17
Abbildung 4.1: Übersicht Lastsituationen mit Edelstahldach 18
Abbildung 4.2: Flüssigkeitsdruck an der Fußpunktverankerung 20
Abbildung 6.1: Allgemeine Skizze der Querschnittsabminderung für die Zwischenringsteife 141
Abbildung 6.2: FE-Modell mit Lagerungsbedingungen 147
Abbildung 6.3: Zwischenringsteifen-Profil mit Querschnittswerten 147
Abbildung 6.4: Winddruckverlauf bei FE-Modell für ZRS nach EC1 148
Abbildung 6.5: Verlauf Druckbeiwert für zylindrische Querschnitte 149
Abbildung 6.6: Winddruckverlauf auf ZRS in FE-Modell 149
Abbildung 6.7: Imperfektionsersatzlast und Vorverformung 150
Abbildung 6.8: Normalkraft der obersten ZRS 152
Abbildung 6.9: Moment M_v der obersten ZRS 152
Abbildung 6.10: Mechanik der lokalen Spannungen 153

List of Figures

Figure 3.1: Basic geometry of fermenter structure with stainless steel roof 16
Figure 3.2: Endringstiffener, intermediatering stiffener and root point 17
Figure 4.1: Overview load situations with stainless steel roof 18
Figure 4.2: Fluid pressure at base anchorage 20
Figure 6.1: Overview of the intermediate ring stiffener with cross-section reduction 141
Figure 6.2: FE-model with supports 147
Figure 6.3: Ringstiffener with cross section values 147
Figure 6.4: Wind pressure distribution in FE-Model for intermediate ring stiffener acc. to EC1 148
Figure 6.5: Pressure coefficient distributed for cylindrical cross-sections 149
Figure 6.6: Wind Pressure Distribution on stiffener in FE-Model 149
Figure 6.7: Imperfection load and related deflection 150
Figure 6.8: Normal Force of the top stiffener 152
Figure 6.9: Moment M_v of the top stiffener 152
Figure 6.10: Mechanics of local stresses 153

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Lastfälle und Teilsicherheiten 15
Tabelle 2.2: Nachweise und Teilsicherheiten 15
Tabelle 4.1: Lastfälle 22
Tabelle 5.1: Mantelbleche 24
Tabelle 5.2: Schuss 1: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 25
Tabelle 5.3: Schuss 2: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 26
Tabelle 5.4: Schuss 3: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 27
Tabelle 5.5: Schuss 4: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 28
Tabelle 5.6: Schuss 5: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 29
Tabelle 5.7: Schuss 6: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 30
Tabelle 5.8: Schuss 7: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 31
Tabelle 5.9: Schuss 8: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 32
Tabelle 5.10: Schuss 9: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 33
Tabelle 5.11: Schuss 10: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 34
Tabelle 5.12: Schuss 11: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 35
Tabelle 5.13: Schuss 12: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 36
Tabelle 5.14: Schuss 13: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 37
Tabelle 5.15: Schuss 14: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 38
Tabelle 5.16: Schuss 15: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 39
Tabelle 5.17: Schuss 16: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 40
Tabelle 5.18: Schuss 17: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 41
Tabelle 5.19: Schuss 18: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 42
Tabelle 5.20: Schuss 19: Eingangswerte und Nachweis Spannungen im Mantelblech 43
Tabelle 5.21: Schuss 1: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 44
Tabelle 5.22: Schuss 1: Nachweis Meridianbeulen 45
Tabelle 5.23: Schuss 1: Nachweis Umfangbeulen 45
Tabelle 5.24: Schuss 1: Nachweis Schubbeulen 46
Tabelle 5.25: Schuss 1: Interaktionsnachweis 46
Tabelle 5.26: Schuss 2: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 47
Tabelle 5.27: Schuss 2: Nachweis Meridianbeulen 48
Tabelle 5.28: Schuss 2: Nachweis Umfangbeulen 48
Tabelle 5.29: Schuss 2: Nachweis Schubbeulen 49
Tabelle 5.30: Schuss 2: Interaktionsnachweis 49
Tabelle 5.31: Schuss 3: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparamter 50
Tabelle 5.32: Schuss 3: Nachweis Meridianbeulen 51
Tabelle 5.33: Schuss 3: Nachweis Umfangsbeulen 51
Tabelle 5.34: Schuss 3: Nachweis Schubbeulen 52
Tabelle 5.35: Schuss 3: Interaktionsnachweis 52
Tabelle 5.36: Schuss 4: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 53
Tabelle 5.37: Schuss 4: Nachweis Meridianbeulen 54
Tabelle 5.38: Schuss 4: Nachweis Umfangsbeulen 54
Tabelle 5.39: Schuss 4: Nachweis Schubbeulen 55
Tabelle 5.40: Schuss 4: Interaktionsnachweis 55
Tabelle 5.41: Schuss 5: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 56
Tabelle 5.42: Schuss 5: Nachweis Meridianbeulen 57
Tabelle 5.43: Schuss 5: Nachweis Umfangsbeulen 57
Tabelle 5.44: Schuss 5: Nachweis Schubbeulen 58
Tabelle 5.45: Schuss 5: Interaktionsnachweis 58
Tabelle 5.46: Schuss 6: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 59
Tabelle 5.47: Schuss 6: Nachweis Meridianbeulen 60
Tabelle 5.48: Schuss 6: Nachweis Umfangbeulen 60
Tabelle 5.49: Schuss 6: Nachweis Schubbeulen 61
Tabelle 5.50: Schuss 6: Interaktionsnachweis 61
Tabelle 5.51: Schuss 7: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 62

Tabelle 5.52: Schuss 7: Nachweis Meridianbeulen 63
Tabelle 5.53: Schuss 7: Nachweis Umfangbeulen 63
Tabelle 5.54: Schuss 7: Nachweis Schubbeulen 64
Tabelle 5.55: Schuss 7: Interaktionsnachweis 64
Tabelle 5.56: Schuss 8: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 65
Tabelle 5.57: Schuss 8: Nachweis Meridianbeulen 66
Tabelle 5.58: Schuss 8: Nachweis Umfangbeulen 66
Tabelle 5.59: Schuss 8: Nachweis Schubbeulen 67
Tabelle 5.60: Schuss 8: Interaktionsnachweis 67
Tabelle 5.61: Schuss 9: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 68
Tabelle 5.62: Schuss 9: Nachweis Meridianbeulen 69
Tabelle 5.63: Schuss 9: Nachweis Umfangbeulen 69
Tabelle 5.64: Schuss 9: Nachweis Schubbeulen 70
Tabelle 5.65: Schuss 9: Interaktionsnachweis 70
Tabelle 5.66: Schuss 10: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 71
Tabelle 5.67: Schuss 10: Nachweis Meridianbeulen 72
Tabelle 5.68: Schuss 10: Nachweis Umfangbeulen 72
Tabelle 5.69: Schuss 10: Nachweis Schubbeulen 73
Tabelle 5.70: Schuss 10: Interaktionsnachweis 73
Tabelle 5.71: Schuss 11: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 74
Tabelle 5.72: Schuss 11: Nachweis Meridianbeulen 75
Tabelle 5.73: Schuss 11: Nachweis Umfangbeulen 75
Tabelle 5.74: Schuss 11: Nachweis Schubbeulen 76
Tabelle 5.75: Schuss 11: Interaktionsnachweis 76
Tabelle 5.76: Schuss 12: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 77
Tabelle 5.77: Schuss 12: Nachweis Meridianbeulen 78
Tabelle 5.78: Schuss 12: Nachweis Umfangbeulen 78
Tabelle 5.79: Schuss 12: Nachweis Schubbeulen 79
Tabelle 5.80: Schuss 12: Interaktionsnachweis 79
Tabelle 5.81: Schuss 13: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 80
Tabelle 5.82: Schuss 13: Nachweis Meridianbeulen 81
Tabelle 5.83: Schuss 13: Nachweis Umfangbeulen 81
Tabelle 5.84: Schuss 13: Nachweis Schubbeulen 82
Tabelle 5.85: Schuss 13: Interaktionsnachweis 82
Tabelle 5.86: Schuss 14: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 83
Tabelle 5.87: Schuss 14: Nachweis Meridianbeulen 84
Tabelle 5.88: Schuss 14: Nachweis Umfangbeulen 84
Tabelle 5.89: Schuss 14: Nachweis Schubbeulen 85
Tabelle 5.90: Schuss 14: Interaktionsnachweis 85
Tabelle 5.91: Schuss 15: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 86
Tabelle 5.92: Schuss 15: Nachweis Meridianbeulen 87
Tabelle 5.93: Schuss 15: Nachweis Umfangbeulen 87
Tabelle 5.94: Schuss 15: Nachweis Schubbeulen 88
Tabelle 5.95: Schuss 15: Interaktionsnachweis 88
Tabelle 5.96: Schuss 16: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 89
Tabelle 5.97: Schuss 16: Nachweis Meridianbeulen 90
Tabelle 5.98: Schuss 16: Nachweis Umfangbeulen 90
Tabelle 5.99: Schuss 16: Nachweis Schubbeulen 91
Tabelle 5.100: Schuss 16: Interaktionsnachweis 91
Tabelle 5.101: Schuss 17: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 92
Tabelle 5.102: Schuss 17: Nachweis Meridianbeulen 93
Tabelle 5.103: Schuss 17: Nachweis Umfangbeulen 93
Tabelle 5.104: Schuss 17: Nachweis Schubbeulen 94
Tabelle 5.105: Schuss 17: Interaktionsnachweis 94
Tabelle 5.106: Schuss 18: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 95
Tabelle 5.107: Schuss 18: Nachweis Meridianbeulen 96
Tabelle 5.108: Schuss 18: Nachweis Umfangbeulen 96

Tabelle 5.109: Schuss 18: Nachweis Schubbeulen 97
Tabelle 5.110: Schuss 18: Interaktionsnachweis 97
Tabelle 5.111: Schuss 19: Materialkennwerte und Schalenbemessungsparameter 98
Tabelle 5.112: Schuss 19: Nachweis Meridianbeulen 99
Tabelle 5.113: Schuss 19: Nachweis Umfangbeulen 99
Tabelle 5.114: Schuss 19: Nachweis Schubbeulen 100
Tabelle 5.115: Schuss 19: Interaktionsnachweis 100
Tabelle 5.116: Schuss 1: Eingangsparameter 101
Tabelle 5.117: Schuss 1: Nachweis Schrauben 102
Tabelle 5.118: Schuss 2: Eingangsparameter 103
Tabelle 5.119: Schuss 2: Nachweis Schrauben 104
Tabelle 5.120: Schuss 3: Eingangsparameter 105
Tabelle 5.121: Schuss 3: Nachweis Schrauben 106
Tabelle 5.122: Schuss 4: Eingangsparameter 107
Tabelle 5.123: Schuss 4: Nachweis Schrauben 108
Tabelle 5.124: Schuss 5: Eingangsparameter 109
Tabelle 5.125: Schuss 5: Nachweis Schrauben 110
Tabelle 5.126: Schuss 6: Eingangsparameter 111
Tabelle 5.127: Schuss 6: Nachweis Schrauben 112
Tabelle 5.128: Schuss 7: Eingangsparameter 113
Tabelle 5.129: Schuss 7: Nachweis Schrauben 114
Tabelle 5.130: Schuss 8: Eingangsparameter 115
Tabelle 5.131: Schuss 8: Nachweis Schrauben 116
Tabelle 5.132: Schuss 9: Eingangsparameter 117
Tabelle 5.133: Schuss 9: Nachweis Schrauben 118
Tabelle 5.134: Schuss 10: Eingangsparameter 119
Tabelle 5.135: Schuss 10: Nachweis Schrauben 120
Tabelle 5.136: Schuss 11: Eingangsparameter 121
Tabelle 5.137: Schuss 11: Nachweis Schrauben 122
Tabelle 5.138: Schuss 12: Eingangsparameter 123
Tabelle 5.139: Schuss 12: Nachweis Schrauben 124
Tabelle 5.140: Schuss 13: Eingangsparameter 125
Tabelle 5.141: Schuss 13: Nachweis Schrauben 126
Tabelle 5.142: Schuss 14: Eingangsparameter 127
Tabelle 5.143: Schuss 14: Nachweis Schrauben 128
Tabelle 5.144: Schuss 15: Eingangsparameter 129
Tabelle 5.145: Schuss 15: Nachweis Schrauben 130
Tabelle 5.146: Schuss 16: Eingangsparameter 131
Tabelle 5.147: Schuss 16: Nachweis Schrauben 132
Tabelle 5.148: Schuss 17: Eingangsparameter 133
Tabelle 5.149: Schuss 17: Nachweis Schrauben 134
Tabelle 5.150: Schuss 18: Eingangsparameter 135
Tabelle 5.151: Schuss 18: Nachweis Schrauben 136
Tabelle 5.152: Schuss 19: Eingangsparameter 137
Tabelle 5.153: Schuss 19: Nachweis Schrauben 138
Tabelle 6.1: Ermittlung der Querschnittsklassen 140
Tabelle 6.2: Eingangswerte für die Bemessung 142
Tabelle 6.3: Nachweis der erforderlichen Steifigkeit 143
Tabelle 6.4: Nachweis gegen Biegeknicken 144
Tabelle 6.5: Nachweis gegen Biegedrillknicken 145
Tabelle 6.6: Lastfälle und Lastfallkombination des FE-Modells 151
Tabelle 6.7: Spannungsüberlagerung und Nachweis der ZRS 154
Tabelle 6.8: Nachweis der horizontalen Stoßfugen 155
Tabelle 7.1: Eingangswerte 156
Tabelle 7.2: Nachweis des Verankerungssystems 157
Tabelle 7.3: Ergänzender Nachweis der Betondübel 158
Tabelle 8.1: Nachweis gegen Umfangsbeulen im Montagezustand (1. Schuss S275) 161

Tabelle 9.1: Übersicht der Ergebnisse 162

List of Tables

Table 2.1: Load cases and partial safety factors 15
Table 2.2: Verification and partial safety factors 15
Table 4.1: Load cases 22
Table 5.1: Sheet thickness 24
Table 5.2: Section 1: Input data and stresses in the plates 25
Table 5.3: Section 2: Input data and stresses in the plates 26
Table 5.4: Section 3: Input data and stresses in the plates 27
Table 5.5: Section 4: Input data and stresses in the plates 28
Table 5.6: Section 5: Input data and stresses in the plates 29
Table 5.7: Section 6: Input data and stresses in the plates 30
Table 5.8: Section 7: Input data and stresses in the plates 31
Table 5.9: Section 8: Input data and stresses in the plates 32
Table 5.10: Section 9: Input data and stresses in the plates 33
Table 5.11: Section 10: Input data and stresses in the plates 34
Table 5.12: Section 11: Input data and stresses in the plates 35
Table 5.13: Section 12: Input data and stresses in the plates 36
Table 5.14: Section 13: Input data and stresses in the plates 37
Table 5.15: Section 14: Input data and stresses in the plates 38
Table 5.16: Section 15: Input data and stresses in the plates 39
Table 5.17: Section 16: Input data and stresses in the plates 40
Table 5.18: Section 17: Input data and stresses in the plates 41
Table 5.19: Section 18: Input data and stresses in the plates 42
Table 5.20: Section 19: Input data and stresses in the plates 43
Table 5.21: Section 1: Material properties and shell design parameters 44
Table 5.22: Section 1: Verification meridian buckling 45
Table 5.23: Section 1: Verification circumferential buckling 45
Table 5.24: Section 1: Verification shear buckling 46
Table 5.25: Section 1: Verification interaction 46
Table 5.26: Section 2: Material properties and shell design parameters 47
Table 5.27: Section 2: Verification meridian buckling 48
Table 5.28: Section 2: Verification circumferential buckling 48
Table 5.29: Section 2: Verification shear buckling 49
Table 5.30: Section 2: Verification interaction 49
Table 5.31: Section 3: Material properties and shell design parameters 50
Table 5.32: Section 3: Verification meridian buckling 51
Table 5.33: Section 3: Verification circumferential buckling 51
Table 5.34: Section 3: Verification shear buckling 52
Table 5.35: Section 3: Verification interaction 52
Table 5.36: Section 4: Material properties and shell design parameters 53
Table 5.37: Section 4: Verification meridian buckling 54
Table 5.38: Section 4: Verification circumferential buckling 54
Table 5.39: Section 4: Verification shear buckling 55
Table 5.40: Section 4: Verification interaction 55
Table 5.41: Section 5: Material properties and shell design parameters 56
Table 5.42: Section 5: Verification meridian buckling 57
Table 5.43: Section 5: Verification circumferential buckling 57
Table 5.44: Section 5: Verification shear buckling 58
Table 5.45: Section 5: Verification shear buckling 58
Table 5.46: Section 6: Material properties and shell design parameters 59
Table 5.47: Section 6: Verification meridian buckling 60
Table 5.48: Section 6: Verification circumferential buckling 60

Table 5.49: Section 6: Verification shear buckling 61
Table 5.50: Section 6: Verification interaction 61
Table 5.51: Section 7: Material properties and shell design parameters 62
Table 5.52: Section 7: Verification meridian buckling 63
Table 5.53: Section 7: Verification circumferential buckling 63
Table 5.54: Section 7: Verification shear buckling 64
Table 5.55: Section 7: Verification interaction 64
Table 5.56: Section 8: Material properties and shell design parameters 65
Table 5.57: Section 8: Verification meridian buckling 66
Table 5.58: Section 8: Verification circumferential buckling 66
Table 5.59: Section 8: Verification shear buckling 67
Table 5.60: Section 8: Verification interaction 67
Table 5.61: Section 9: Material properties and shell design parameters 68
Table 5.62: Section 9: Verification meridian buckling 69
Table 5.63: Section 9: Verification circumferential buckling 69
Table 5.64: Section 9: Verification shear buckling 70
Table 5.65: Section 9: Verification interaction 70
Table 5.66: Section 10: Material properties and shell design parameters 71
Table 5.67: Section 10: Verification meridian buckling 72
Table 5.68: Section 10: Verification circumferential buckling 72
Table 5.69: Section 10: Verification shear buckling 73
Table 5.70: Section 10: Verification interaction 73
Table 5.71: Section 11: Material properties and shell design parameters 74
Table 5.72: Section 11: Verification meridian buckling 75
Table 5.73: Section 11: Verification circumferential buckling 75
Table 5.74: Section 11: Verification shear buckling 76
Table 5.75: Section 11: Verification interaction 76
Table 5.76: Section 12: Material properties and shell design parameters 77
Table 5.77: Section 12: Verification meridian buckling 78
Table 5.78: Section 12: Verification circumferential buckling 78
Table 5.79: Section 12: Verification shear buckling 79
Table 5.80: Section 12: Verification interaction 79
Table 5.81: Section 13: Material properties and shell design parameters 80
Table 5.82: Section 13: Verification meridian buckling 81
Table 5.83: Section 13: Verification circumferential buckling 81
Table 5.84: Section 13: Verification shear buckling 82
Table 5.85: Section 13: Verification interaction 82
Table 5.86: Section 14: Material properties and shell design parameters 83
Table 5.87: Section 14: Verification meridian buckling 84
Table 5.88: Section 14: Verification circumferential buckling 84
Table 5.89: Section 14: Verification shear buckling 85
Table 5.90: Section 14: Verification interaction 85
Table 5.91: Section 15: Material properties and shell design parameters 86
Table 5.92: Section 15: Verification meridian buckling 87
Table 5.93: Section 15: Verification circumferential buckling 87
Table 5.94: Section 15: Verification shear buckling 88
Table 5.95: Section 15: Verification interaction 88
Table 5.96: Section 16: Material properties and shell design parameters 89
Table 5.97: Section 16: Verification meridian buckling 90
Table 5.98: Section 16: Verification circumferential buckling 90
Table 5.99: Section 16: Verification shear buckling 91
Table 5.100: Section 16: Verification interaction 91
Table 5.101: Section 17: Material properties and shell design parameters 92
Table 5.102: Section 17: Verification meridian buckling 93
Table 5.103: Section 17: Verification circumferential buckling 93
Table 5.104: Section 17: Verification shear buckling 94
Table 5.105: Section 17: Verification interaction 94

Table 5.106: Section 18: Material properties and shell design parameters 95
Table 5.107: Section 18: Verification meridian buckling 96
Table 5.108: Section 18: Verification circumferential buckling 96
Table 5.109: Section 18: Verification shear buckling 97
Table 5.110: Section 18: Verification interaction 97
Table 5.111: Section 19: Material properties and shell design parameters 98
Table 5.112: Section 19: Verification meridian buckling 99
Table 5.113: Section 19: Verification circumferential buckling 99
Table 5.114: Section 19: Verification shear buckling 100
Table 5.115: Section 19: Verification interaction 100
Table 5.116: Section 1: Input data 101
Table 5.117: Section 1: Verification of bolts 102
Table 5.118: Section 2: Input data 103
Table 5.119: Section 2: Verification of bolts 104
Table 5.120: Section 3: Input data 105
Table 5.121: Section 3: Verification of bolts 106
Table 5.122: Section 4: Input data 107
Table 5.123: Section 4: Verification of bolts 108
Table 5.124: Section 5: Input data 109
Table 5.125: Section 5: Verification of bolts 110
Table 5.126: Section 6: Input data 111
Table 5.127: Section 6: Verification of bolts 112
Table 5.128: Section 7: Input data 113
Table 5.129: Section 7: Verification of bolts 114
Table 5.130: Section 8: Input data 115
Table 5.131: Section 8: Verification of bolts 116
Table 5.132: Section 9: Input data 117
Table 5.133: Section 9: Verification of bolts 118
Table 5.134: Section 10: Input data 119
Table 5.135: Section 10: Verification of bolts 120
Table 5.136: Section 11: Input data 121
Table 5.137: Section 11: Verification of bolts 122
Table 5.138: Section 12: Input data 123
Table 5.139: Section 12: Verification of bolts 124
Table 5.140: Section 13: Input data 125
Table 5.141: Section 13: Verification of bolts 126
Table 5.142: Section 14: Input data 127
Table 5.143: Section 14: Verification of bolts 128
Table 5.144: Section 15: Input data 129
Table 5.145: Section 15: Verification of bolts 130
Table 5.146: Section 16: Input data 131
Table 5.147: Section 16: Verification of bolts 132
Table 5.148: Section 17: Input data 133
Table 5.149: Section 17: Verification of bolts 134
Table 5.150: Section 18: Input data 135
Table 5.151: Section 18: Verification of bolts 136
Table 5.152: Section 19: Input data 137
Table 5.153: Section 19: Verification of bolts 138
Table 6.1: Calculation of cross-section class 140
Table 6.2: Input data fort the structural design 142
Table 6.3: Verification of stiffness 143
Table 6.4: Verification of flexural buckling 144
Table 6.5: Verification of lateral torsional buckling 145
Table 6.6: Loadcases and Load Combinations of FE-Model 151
Table 6.7: Stress-superposition and verification of stiffener 154
Table 6.8: Verification of horizontal joint connections 155
Table 7.1: Input data 156

Table 7.2: Verification of anchoring system 157
Table 7.3: Additional verification of concrete dowel 158
Table 8.1: Proof against circumferential buckling in the assembled state (1st shot S275) 161
Table 9.1: Overview of results 162

Statische Berechnung
Rev. 0

Bauvorhaben:	**Edelstahldach eines zylindrischen Behälters (D = 23,801m)** **!! Diese Berechnung gilt für ein Dach mit einem Durchmesser D ≤ 23,801 m !!**
Bauherr:	**Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG** **Dinklager Landstraße 4a** **49393 Lohne**
Bauort:	**An den Teichen 27** **49393 Lohne**
Ausführung:	**Erich Stallkamp ESTA GmbH** **In der Bahler Heide 4** **49413 Dinklage**
Technische Bearbeitung:	**Eriksen und Partner GmbH** **Cloppenburger Str. 200** **26133 Oldenburg**

Revisionsnummer	Bemerkung / Änderungen
Rev. 0	

Inhaltsverzeichnis

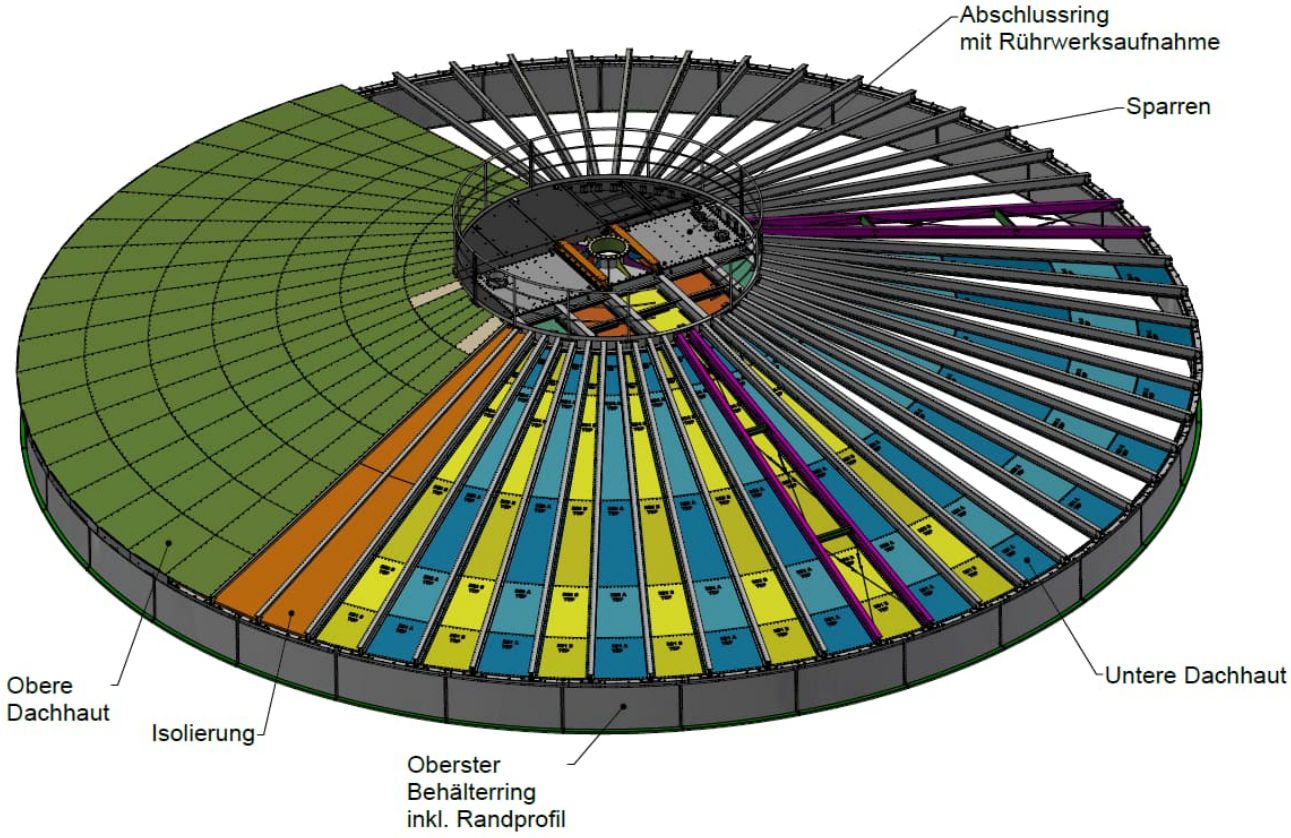
Deckblatt **1**
Inhaltsverzeichnis **2**
Anlagenverzeichnis **2**
1. Vorbemerkungen **3**
1.1. Übersichtszeichnung **3**
1.2. Allgemeine Beschreibung **3**
1.3. Grundlagen der statischen Berechnung **4**
1.3.1. Entwurfszeichnungen: 4
1.3.2. Vorschriften 4
1.3.3. Lastangaben des Auftraggebers bzw. Lastannahmen nach DIN EN 1991 4
1.3.4. Baustoffe: 7
1.3.5. Anschlüsse: 7
1.3.6. Gründung: 7
1.3.7. Literatur: 7
1.3.8. Ergänzende Bemerkungen 8
2. Positionsübersicht **9**
3. Berechnungen **10**
3.1. Pos. 1 – Tränenblech **10**
3.2. Pos. 2 – Dachhaut oben **11**
3.3. Pos. 3 – Dachhaut unten **16**
3.4. Pos. 4 – Rührwerkaufnahme **17**
3.4.1. Nachweis der Rührwerksverdrehung 18
3.5. Pos. 5 – Trägerkreuz **19**
3.6. Pos. 6 – Abschlussring **20**
3.6.1. Kopplung Abschlussring (Kopfplattenstoß) 21
3.7. Pos. 7 – Sparren **30**
3.7.1. Anschluss Sparren an Randprofil 31
3.7.2. Anschluss Sparren an Abschlussring 39
3.8. Pos. 8 – Randprofil (Dacheckring) **46**
3.9. Pos. 9 – Aussteifungsverband (alternativ zur oberen Dachhaut) **49**
4. Auflagerkräfte **51**
Schlussseite **52**

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 – RFEM Berechnung der Rührwerkaufnahme
Anlage 2 – RFEM Berechnung des Sparrendaches

1. Vorbemerkungen

1.1. Übersichtszeichnung



Umlaufender Dachverband als Alternative zur oberen Dachhaut ist nicht dargestellt

1.2. Allgemeine Beschreibung

Nachfolgend werden die stat. Nachweise für die tragenden Bauteile des o.g. Edelstahldaches (Dachneigung = 15°) erbracht. Das Dach besteht aus einem äußeren Traufring (Ø 23,801 m) und einem Abschlussring (Ø 6,0 m). Die Ringe dienen zur Aufnahme der Druck und Zugkräfte. Der äußere Ring wird an den oberen Behälterrand geschraubt. Der Abschlussring liegt höher als der äußere Ring, sodass sich ein geneigtes Dach ausbildet. Zwischen den beiden Ringen verlaufen, kreisförmig angeordnet, 62 Sparren die die Bleche der Dachhaut tragen. Das innere Blech wird unter die unteren Flansche der Sparren und der Träger im Abschlussring geschraubt. Am Trägerkreuz des Abschlussringes wird ein Rührwerk angebracht. Innerhalb des Abschlussringes befindet sich eine Gitterrostplattform, die über einen waagerechten Laufsteg mit einem Treppenturm verbunden ist.

Der Behälter, die Gründung des Behälters sowie der Treppenturm und die Brücke/ Walkway sind nicht Teil dieser Berechnung. Ebenso sind Bauzustände nicht Teil dieser Berechnung.

Diese Statik darf nicht als Musterstatik vervielfältigt werden und gilt nur für ein einzelnes Behälterdach bei dem angegebenen Bauvorhaben in Lohne.

1.3. Grundlagen der statischen Berechnung

1.3.1. Entwurfszeichnungen:

VADach GHB09 Ø23,801 15° ZR 07.01.2020 von Erich Stallkamp ESTA GmbH

1.3.2. Vorschriften

EC-Vorschriften – Fassung 2010-12
+ DIN EN 1993-4-2: 2017-09 + NA 2018-12
TRAS 320 – Fassung 2015-07 Störfallverordnung

1.3.3. Lastangaben des Auftraggebers bzw. Lastannahmen nach DIN EN 1991

Eigengewicht Tragwerk:		Programmintern		(Sonst in der Position aufgeführt)
Dachhaut (oben)	0,0015m * 80 kN/m³	gk	= 0,12 kN/m²	(bei Stahl; bei Alu wäre es 0,05 kN/m²)
Dachhaut (unten)	0,0015m * 80 kN/m³	gk	= 0,12 kN/m²	
Druckfeste Dämmung		gk	= 0,03 kN/m²	
Schrauben, Kleinteile etc.		gk	= 0,03 kN/m²	
		gk	= 0,30 kN/m²	
PV-Anlage		gk	= 0,25 kN/m²	(Optional auf den Sparren)
Tränenblech		gk	= 0,40 kN/m²	(Im Abschlussring)
Nutzlasten:	Tränenblech	qk	= 2,00 kN/m²	
		Qk	= 2,00 kN	
Brücke	16,0 kN / 2	Gk	= 8,0 kN	
Walkway		Gk	= 9,6 kN	

Wind:
Um verschiedene Bauorte abdecken zu können, wird diese Statik mit Windzone 4 Küste und Schneezone 2 + NDT gerechnet. Der auf dem Deckblatt angegebene Bauort Lohne befindet sich in Windzone 2 und Schneezone 2 + NDT. Damit liegt die Berechnung auf der sicheren Seite.

Wind:	Zone 4 Küste	qb	= 0,56 kN/m²	Bauwerkshöhe h ≤ 25m
		qp	= 1,55 kN/m²	
	Berücksichtigung TRAS 320	qp_*	= 1,55 * 1,1 = 1,71 kN/m²	

Nach der Anmerkung im Stahlbaukalender 2013, Seite 468 können die cp-Werte für geneigte Satteldächer angesetzt werden.

Tabelle 7.4a — Empfohlene Werte für Außendruckbeiwerte für Sattel- und Trogdächer

Neigungs-winkel α	Bereich für die Anströmrichtung Θ = 0°									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Tabelle 7.4a – DIN EN 1991-1-4:2010-12

Dachneigung α = 15°

Bereich H/I: +0,2 * 1,71 kN/m² Winddruck wk = + 0,34 kN/m²
- 0,4 * 1,71 kN/m² Windsog wk = - 0,68 kN/m²

Wind auf Walkway φ = 0,3 cf = 2,1 A_{Ref} = 3,40 m² Wkh = 12,2 kN
Wkv = 12,2 kN * 0,5m / (0,9m * 4) = +/- 1,55 kN

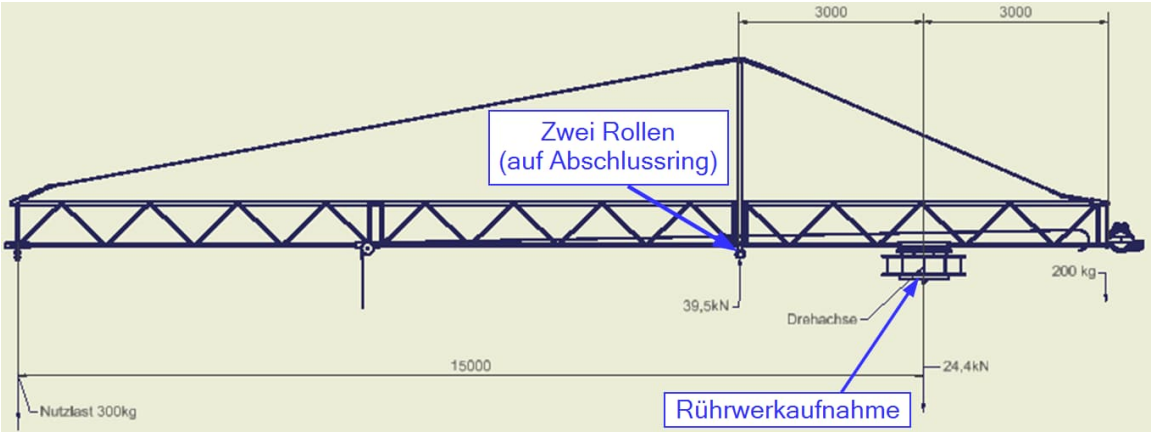
Wind auf Brücke φ = 0,3 cf = 2,1 A_{Ref} = 4,15 m² Wkh = 14,9 kN
Wkv = 14,9 kN * 0,4m / (0,9m * 2) = +/- 3,30 kN

Schnee: Zone 2, NDT, h ≤ 285m sk_B = 0,85 kN/m² (auf dem Boden)
0,8 * 0,85 KN/m² sk_D = 0,68 kN/m² (auf dem Dach)
TRAS 320: 1,1 * 0,68 kN/m² sk_{D*} = 0,75 kN/m² (Vorrübergehend auf dem Dach)
2,3 * 0,68 kN/m² S_{Ad} = 1,56 kN/m² (Außergewöhnlich auf dem Dach)

auf Brücke 0,75 kN/m² * 6,5m * 0,9m sk = 4,4 kN

Überdruck Betrieb: +30,0 mbar pü = +3,30 kN/m²
Überdruck Test +45,0 mbar pü = +4,50 kN/m²
Unterdruck Betrieb: - 3,3 mbar pü = - 0,33 kN/m²

Kranlasten (Montage der Isolierungen am Mantel):



Für die Montage der Isolierungen am Behältermantel wird der oben gezeigte Kran auf der Rührwerkaufnahme des genannten Daches befestigt. Die vordere Abstützung des Krans erfolgt durch zwei Rollen, die auf dem Abschlussring aufliegen. Die Auflagerkräfte aus dem Kran sind inklusive Sicherheiten. Die Lasten gelten nicht für andere Hubvorgänge mit dem Kran, wie beispielsweise der Hub der Sparren, da der Abschlussring hierbei gesondert gehalten und verankert werden muss.

Wichtige Voraussetzung / Annahme für die Berechnung:

Das Dach ist inklusive der oberen und unteren Dachhaut (bzw. dem Aussteifungsverband) fertig montiert. Es herrscht kein Über- oder Unterdruck im Behälter. Die Montage der Isolierungen darf nur bei geringer Windstärke < 7 Bft. erfolgen.

Angaben zum Kran

Gesamtgewicht (ohne Nutzlast):	39,5 kN – 24,4 kN – 3,0 kN = 12,1 kN
Ballast (Kontergewicht):	2,0 kN
Nutzlast im Korb:	3,0 kN

Gemäß Angaben der Fa. Stallkamp entstehen die bemessungskritischen Lasten aus dem Kran im sogenannten Fangfall der Nutzlast im Korb und lauten wie folgt:

Rührwerkaufnahme: F_R = + 24,40 kN (abhebend)
Abschlussring: F_A = - 39,50 kN (39,5 / 2 = 19,75 kN je Rad)

Windlast auf das Dach bei 7 Bft.:
v = 17,5 m/s qb = 0,19 kN/m² qp = 0,56 kN/m² (h < 25m, WZ4, Küste)
Im Verhältnis zur maximalen Windlast auf dem Dach entspricht dies:
0,56 kN/m² / 1,55 kN/m² = 0,36 = 36 %

Die Windlast auf den Kran ergibt sich vereinfacht zu:
Windlast quer auf Kran: A_{Brutto} = 18,0 m * 1,0 m = 18,0 m²
A_{Net} = 18,0 m² * 25% Völligkeit = 4,5 m²
Cf = 2,0 F_w = 4,5 * 2,0 * 0,56 kN/m² = 5,0 kN
M_w = 5,0 kN * 1,0 m = 5,0 kNm

1.3.4. Baustoffe:

Nicht produktberührt:

Obere Dachhaut		S 220 GD	$f_{y,k\ (T=20°C)}$ = 22,0 kN/cm² (E = 20.000 kN/cm²)
	alternativ	Aluminium	$f_{o,k\ (T=20°C)}$ ≥ 12,0 kN/cm² (E = 7.000 kN/cm²)
			$R_{,m\ (T=20°C)}$ ≥ 16,5 kN/cm²
Tränenblech		S 235	$f_{y,k\ (T=20°C)}$ = 23,5 kN/cm² (E = 21.000 kN/cm²)
Träger, Kopfplatten, Rührwerkaufnahme		S 235	$f_{y,k\ (T=20°C)}$ = 23,5 kN/cm² (E = 21.000 kN/cm²)
		S 355	$f_{y,k\ (T=20°C)}$ = 35,5 kN/cm² (E = 21.000 kN/cm²)

Produktberührt:

Untere Dachhaut		St. 1.4404 (A4)	$R_{p,0,2\ (T=20°C)}$ = 27,5 kN/cm² (E = 20.000 kN/cm²)
	alternativ	St. 1.4301 (A2)	$R_{p,0,2\ (T=20°C)}$ = 27,5 kN/cm² (E = 20.000 kN/cm²)

1.3.5. Anschlüsse:

Falls nicht gesondert angegeben in der Statik, sind die Anschlüsse volltragfähig in Anlehnung an das Werk „Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau nach DIN EN 1993-1-8“ auszubilden.

Schrauben:	mind. SFK A2/A4	F70 mit $f_{y,b\ (T=20°C)}$ = 45,0 kN/cm², $f_{u,b}$ = 70,0 kN/cm²
	Baustahlverbindungen	10.9 HV
Schweißnähte:	a_w = t (bzw. Volltragfähig)	Falls nicht gesondert angegeben in der Statik

Die Schrauben innerhalb des Abschlussringes sind aufgrund der dynamischen Beanspruchung gegen selbstständiges Lösen zu sichern (durch z.B. LocTite, Losdrehsicherungen oder vergleichbar).

1.3.6. Gründung:

Die Gründung und die Lasteinleitung in die Gründung ist nicht Gegenstand dieser Statik.

1.3.7. Literatur:

Stahlbaukalender
„Schneider“-Bautabellen

1.3.8. Ergänzende Bemerkungen

Die Schrauben im Inneren des Abschlussringes (Anschlüsse der Rührwerkaufnahme, des Trägerkreuzes, des Abschlussringes etc.), sind aufgrund der dynamischen Beanspruchung gegen selbstständiges Lösen zu sichern (durch z.B. LocTite, Losdrehsicherungen oder vergleichbar).

Aufgrund der Durchbildung des Daches aus einer Kombination aus Baustahl (schwarzer Stahl) und Edelstahl, ist besonderes Augenmerk auf den Korrosionsschutz bzw. die Trennung der Bauteile zu legen um Bimetallkorrosion zu verhindern.
Siehe auch: Bemessungshilfe zu nichtrostenden Stählen im Bauwesen (siehe Abbildung).

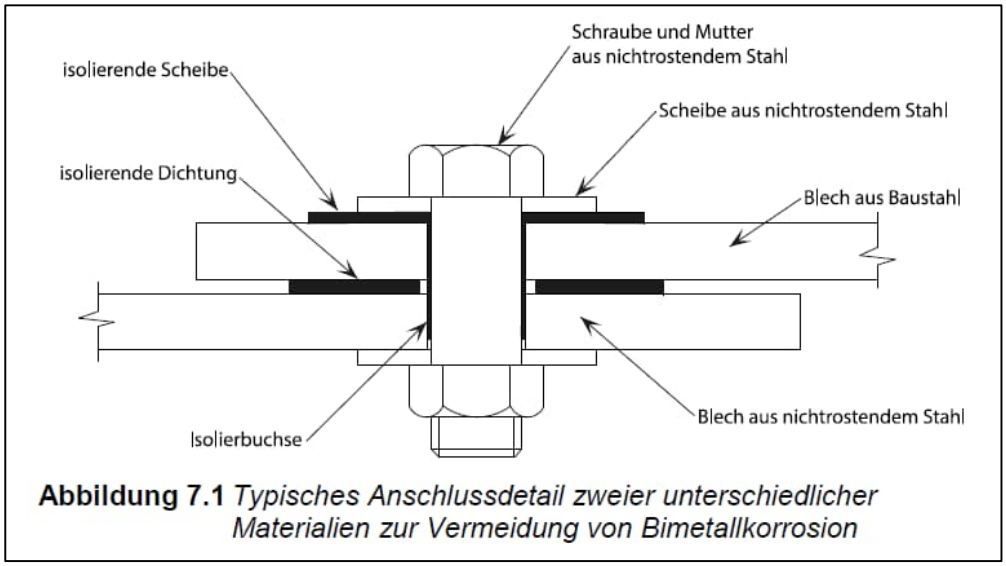
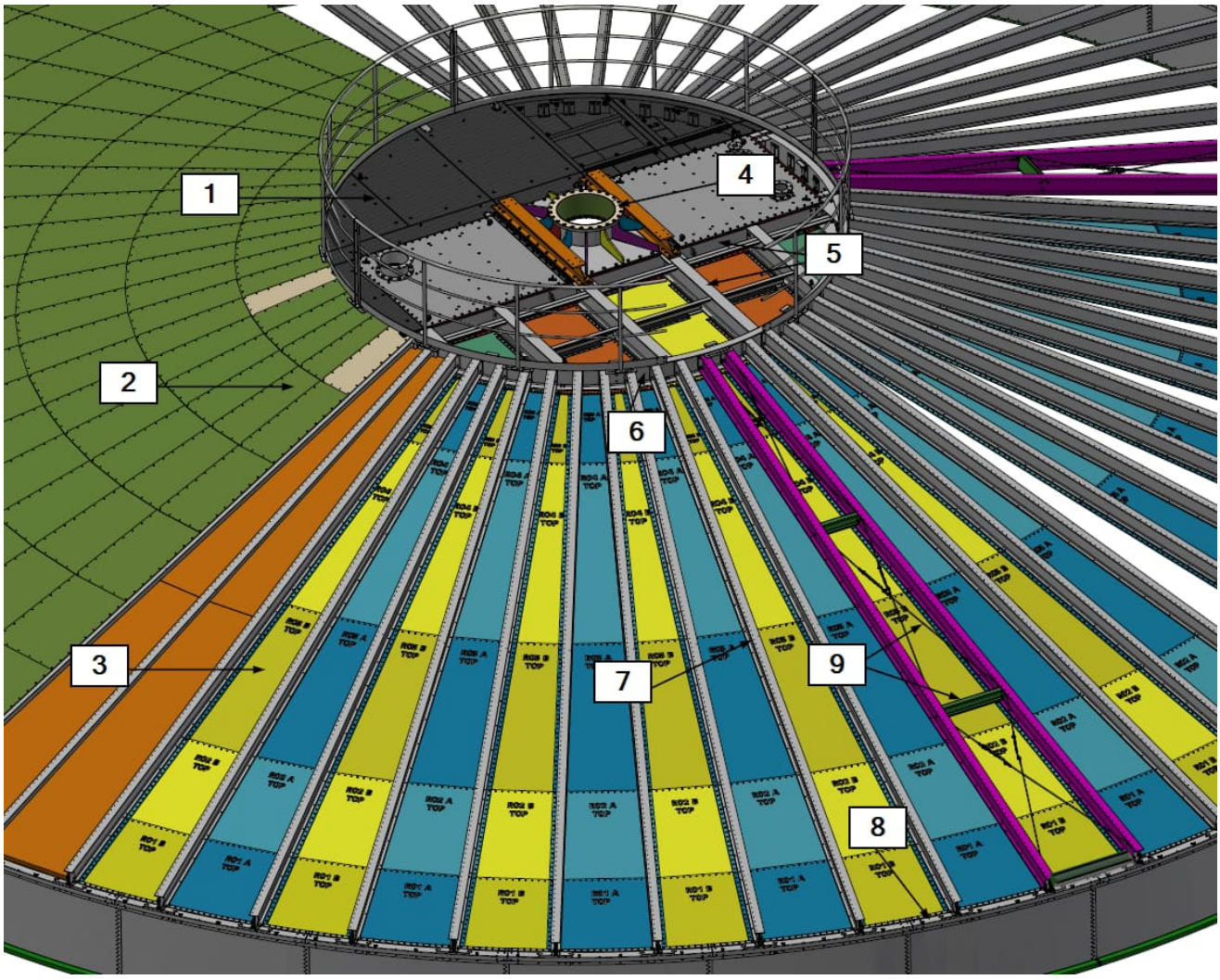


Abbildung 7.1 *Typisches Anschlussdetail zweier unterschiedlicher Materialien zur Vermeidung von Bimetallkorrosion*

Quelle: Bemessungshilfe zu nichtrostenden Stählen im Bauwesen

2. Positionsübersicht



Position	Bezeichnung	Querschnitt	Material
1	Tränenblech	t = 5/7 mm	S 235
2 (alternativ Pos. 9)	Dachhaut (oben)	t = 1,5 mm *alternativ t = 1,5 mm*	S 220 GD *Aluminium*
3	Dachhaut (unten)	t = 1,5 mm	St. 1.4404
4	Rührwerkaufnahme	siehe Berechnung	S 235
5	Trägerkreuz	U 300 / IPE 300	S 355* / S 235
6	Abschlussring	U 300	S 235
7	Sparren	IPE 220	S 235
8	Randprofil	127er Kastenprofil	St. 1.4301 o. glw
(9 - alternativ zu Pos. 2)	(Aussteifungsverband)	(FL 40x4 mm)	(S 235)

*S355 aufgrund Kopfplattenstoß gegen den Steg des U300

3. Berechnungen

3.1. Pos. 1 – Tränenblech

System:
Vierseitig gelagertes Blech, lmax ≤ 1,20 m
Im Inneren des Abschlussringes

Lasten:
Nutzlast qk = 2,0 kN/m²
Qk = 2,0 kN

Bemessung:
konstruktiv gewählt o.w.N.

Gewählt:

Tränenblech t = 5/7 mm, S 235 fv.

3.2. Pos. 2 – Dachhaut oben

Die obere Dachhaut ist optional. Sollte keine obere Dachhaut verbaut werden, so ist ein Dachverband an ihrer Stelle erforderlich (siehe Position 9). Ist die obere Dachhaut nicht vorhanden, so muss die untere Dachhaut alle relevanten Lasten aufnehmen können. Hierfür werden im Folgenden die entsprechenden Nachweise geführt. Sollte es eine obere Dachhaut geben, so muss diese die Lasten aus Eigengewicht des Bleches, Wind und Schnee aufnehmen. Aus diesem Grund ist die obere Dachhaut, ebenso wie die untere, ein tragendes Bauteil.

System:
Platte nach Theorie großer Verschiebungen (als durchhängende Membran)
Stützweite an der Traufe: L = 1,20m

Bemessung:
siehe nachfolgende Seiten

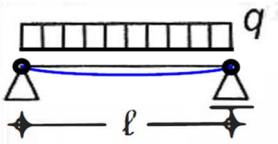
Gewählt:

Blech:	t = 1,5 mm, ≥ S 220 GD		
Schrauben:	FABA Typ BZ A2 6,3xL, Vorbohr-Ø = 5,7 mm		
	Schraubenabstand a,max am Dachrand	≤ 120 mm	(Spannweite Blech = 1,20 m)
	Schraubenabstand a,max am Abschlussring	≤ 350 mm	(Spannweite Blech = 0,30 m)
ODER			
Blech:	t = 1,5 mm, Aluminium mit Zugfestigkeit Rm ≥ 16,5 kN/cm²		
Schrauben:	FABA Typ BZ A2 6,3xL, Vorbohr-Ø = 5,7 mm		
	Schraubenabstand a,max am Dachrand	≤ 80 mm	(Spannweite Blech = 1,20 m)
	Schraubenabstand a,max am Abschlussring	≤ 200 mm	(Spannweite Blech = 0,30 m)

Aus Dichtigkeitsgründen können geringere Abstände erforderlich werden!

Nachweis Variante 1: t = 1,5 mm, S280 GD (gem. Zulassung) – Spannweite L=1,2m

Nachweis der oberen Dachhaut - Einachsig gespannte Membran unter Gleichlast (gelenkig)

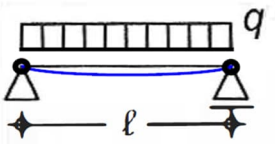


	Lastfälle				
LF 1	Eigengewicht		g,k =	0,12	[kN/m²]
LF 2	Schnee		s,k =	0,68	[kN/m²]
LF 3	Winddruck		w,dr,k =	0,31	[kN/m²]
LF 4	Unterdruck		pu,k =	0,00	[kN/m²]
LF 5	Windsog		w,sog,k =	-0,62	[kN/m²]
LF 6	Überdruck		pü,k =	0,00	[kN/m²]
	Lastkombinationen				
LK 1	Max andrückend (Außergewöhnlich)	1,0 LF1 + 2,3 LF2	gd + qd =	**1,68**	[kN/m²]
LK 2	Max andrückend (Betrieb)	1,35 LF1 + 1,1*(1,5*LF2 + 0,9* LF3)	gd + qd =	**1,59**	[kN/m²]
LK 3	Max abhebend (Betrieb)	0,9 LF1 - 1,5*1,1 * LF5	gd + qd =	**-0,92**	[kN/m²]
System	Spannweite		l =	120	[cm]
	Streckgrenze		fy,k =	28,0	[kN/cm²]
	Teilsicherheitsbeiwert		γM0 =	1,10	[-]
	E-Modul		E =	20.000	[kN/cm²]
	Dicke der Membran		t =	0,15	[cm]
Lagerkräfte	Maximale Horizontalkraft aus andrückenden Lasten am Auflager		qh,d =	**37,1**	[kN/m]
	Andrückende Vertikalkraft am Auflager (Kein Zug in den Schrauben)		qv,d =	**1,0**	[kN/m]
	Maximale Horizontalkraft aus abhebenden Lasten am Auflager		qh,d =	**24,7**	[kN/m]
	Abhebende Vertikalkraft am Auflager (Zug in den Schrauben)		qv,d =	**-0,5**	[kN/m]
Nachweis	Maximale Membranspannung		σEd =	**2,5**	[kN/cm²]
	Zulässige Spannung		σRd =	**25,5**	[kN/cm²]
	Spannungsnachweis		**η =**	**0,10**	**< 1,0 ?**
Nachweis der Befestigung mit Schrauben	Blechdicke Bauteil 1		t1 =	1,5	[mm]
	Blechdicke Bauteil 2		t2 =	9,2	[mm]
	Erforderlicher Vorbohrdurchmesser		Ø =	5,7	[mm]
	Teilsicherheitsbeiwert (Beanspr. von Schrauben bzw. Blechen auf LL)		γM2 =	**1,25**	[-]
	Charakteristischer Wert der Querzugtragfähigkeit		V,Rk =	7,30	[kN]
	Bemessungswert		V,Rd =	**5,84**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Längszugtragfähigkeit		N,Rk =	5,90	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd =	**4,72**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Auszugtragfähigkeit für Bauteil 2		N,Rk,II =	7,60	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd,II =	**6,08**	[kN]
	Gewählter Schraubenabstand		e =	120	[mm]
	Bemessungsquerzugkraft je Schraube		V,Sd =	**4,45**	[kN]
	Bemessungnormalkraft je Schraube (negativ = Zug)		N,Sd =	**-0,07**	[kN]
	Interaktionsnachweis Befestigungsmittel		**η =**	**0,78**	**< 1,0 ?**

Ausnutzung mit S220 GD = 28/22 * 0,78 = 0,99 < 1,00

Nachweis Variante 1: t = 1,5 mm, S280 GD (gem. Zulassung) – Spannweite L=0,3m

Nachweis der oberen Dachhaut - Einachsig gespannte Membran unter Gleichlast (gelenkig)

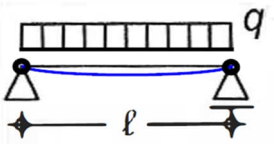


	Lastfälle				
LF 1	Eigengewicht		g,k =	0,12	[kN/m²]
LF 2	Schnee		s,k =	0,68	[kN/m²]
LF 3	Winddruck		w,dr,k =	0,31	[kN/m²]
LF 4	Unterdruck		pu,k =	0,00	[kN/m²]
LF 5	Windsog		w,sog,k =	-0,62	[kN/m²]
LF 6	Überdruck		pü,k =	0,00	[kN/m²]
	Lastkombinationen				
LK 1	Max andrückend (Außergewöhnlich)	1,0 LF1 + 2,3 LF2	gd + qd =	**1,68**	[kN/m²]
LK 2	Max andrückend (Betrieb)	1,35 LF1 + 1,1*(1,5 LF2 + 0,9 LF3)	gd + qd =	**1,59**	[kN/m²]
LK 3	Max abhebend (Betrieb)	0,9 LF1 - 1,5*1,1 * LF5	gd + qd =	**-0,92**	[kN/m²]
System	Spannweite		l =	30	[cm]
	Streckgrenze		fy,k =	28,0	[kN/cm²]
	Teilsicherheitsbeiwert		γM0 =	1,10	[-]
	E-Modul		E =	20.000	[kN/cm²]
	Dicke der Membran		t =	0,15	[cm]
Lagerkräfte	Maximale Horizontalkraft aus andrückenden Lasten am Auflager		qh,d =	**14,7**	[kN/m]
	Andrückende Vertikalkraft am Auflager (Kein Zug in den Schrauben)		qv,d =	**0,3**	[kN/m]
	Maximale Horizontalkraft aus abhebenden Lasten am Auflager		qh,d =	**9,8**	[kN/m]
	Abhebende Vertikalkraft am Auflager (Zug in den Schrauben)		qv,d =	**-0,1**	[kN/m]
Nachweis	Maximale Membranspannung		σEd =	**1,0**	[kN/cm²]
	Zulässige Spannung		σRd =	**25,5**	[kN/cm²]
	Spannungsnachweis		**η =**	**0,04**	**< 1,0 ?**
Nachweis der Befestigung mit Schrauben	Blechdicke Bauteil 1		t1 =	1,5	[mm]
	Blechdicke Bauteil 2		t2 =	9,2	[mm]
	Erforderlicher Vorbohrdurchmesser		Ø =	5,7	[mm]
	Teilsicherheitsbeiwert (Beanspr. von Schrauben bzw. Blechen auf LL)		γM2 =	**1,25**	[-]
	Charakteristischer Wert der Querzugtragfähigkeit		V,Rk =	7,30	[kN]
	Bemessungswert		V,Rd =	**5,84**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Längszugtragfähigkeit		N,Rk =	5,90	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd =	**4,72**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Auszugtragfähigkeit für Bauteil 2		N,Rk,II =	7,60	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd,II =	**6,08**	[kN]
	Gewählter Schraubenabstand		e =	300	[mm]
	Bemessungsquerzugkraft je Schraube		V,Sd =	**4,42**	[kN]
	Bemessungnormalkraft je Schraube (negativ = Zug)		N,Sd =	**-0,04**	[kN]
	Interaktionsnachweis Befestigungsmittel		**η =**	**0,76**	**< 1,0 ?**

Ausnutzung mit S220 GD = 28/22 * 0,76 = 0,97 < 1,00

Nachweis Variante 2: t = 1,5 mm, Aluminium, Rm ≥ 16,5 kN/cm² – Spannweite L=1,2m

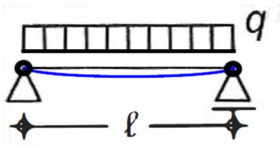
Nachweis der oberen Dachhaut - Einachsig gespannte Membran unter Gleichlast (gelenkig)



	Lastfälle				
LF 1	Eigengewicht		g,k =	0,05	[kN/m²]
LF 2	Schnee		s,k =	0,68	[kN/m²]
LF 3	Winddruck		w,dr,k =	0,31	[kN/m²]
LF 4	Unterdruck		pu,k =	0,00	[kN/m²]
LF 5	Windsog		w,sog,k =	-0,62	[kN/m²]
LF 6	Überdruck		pü,k =	0,00	[kN/m²]
	Lastkombinationen				
LK 1	Max andrückend (Außergewöhnlich)	1,0 LF1 + 2,3 LF2	gd + qd =	**1,61**	[kN/m²]
LK 2	Max andrückend (Betrieb)	1,35 LF1 + 1,1*(1,5 LF2 + 0,9 LF3)	gd + qd =	**1,50**	[kN/m²]
LK 3	Max abhebend (Betrieb)	0,9 LF1 - 1,1*1,5 * LF5	gd + qd =	**-0,98**	[kN/m²]
System	Spannweite		l =	121	[cm]
	Streckgrenze		fy,k =	12,0	[kN/cm²]
	Teilsicherheitsbeiwert		γM0 =	1,10	[-]
	E-Modul		E =	7.000	[kN/cm²]
	Dicke der Membran		t =	0,15	[cm]
Lagerkräfte	Maximale Horizontalkraft aus andrückenden Lasten am Auflager		qh,d =	**25,6**	[kN/m]
	Andrückende Vertikalkraft am Auflager (Kein Zug in den Schrauben)		qv,d =	**1,0**	[kN/m]
	Maximale Horizontalkraft aus abhebenden Lasten am Auflager		qh,d =	**18,3**	[kN/m]
	Abhebende Vertikalkraft am Auflager (Zug in den Schrauben)		qv,d =	**-0,6**	[kN/m]
Nachweis	Maximale Membranspannung		σEd =	**1,7**	[kN/cm²]
	Zulässige Spannung		σRd =	**10,9**	[kN/cm²]
	Spannungsnachweis		**η =**	**0,16**	**< 1,0 ?**
Nachweis der Befestigung mit Schrauben	Blechdicke Bauteil 1		t1 =	1,5	[mm]
	Blechdicke Bauteil 2		t2 =	9,2	[mm]
	Erforderlicher Vorbohrdurchmesser		Ø =	5,7	[mm]
	Teilsicherheitsbeiwert (Beanspr. von Schrauben bzw. Blechen auf LL)		γM2 =	**1,25**	[-]
	Charakteristischer Wert der Querzugtragfähigkeit		V,Rk =	2,92	[kN]
	Bemessungswert		V,Rd =	**2,34**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Längszugtragfähigkeit		N,Rk =	1,03	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd =	**0,82**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Auszugtragfähigkeit für Bauteil 2		N,Rk,II =	7,60	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd,II =	**6,08**	[kN]
	Gewählter Schraubenabstand		e =	80	[mm]
	Bemessungsquerzugkraft je Schraube		V,Sd =	**2,04**	[kN]
	Bemessungnormalkraft je Schraube (negativ = Zug)		N,Sd =	**-0,05**	[kN]
	Interaktionsnachweis Befestigungsmittel		**η =**	**0,93**	**< 1,0 ?**

Nachweis Variante 2: t = 1,5 mm, Aluminium, Rm ≥ 16,5 kN/cm² – Spannweite L=0,3m

Nachweis der oberen Dachhaut - Einachsig gespannte Membran unter Gleichlast (gelenkig)



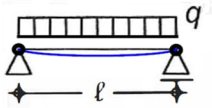
	Lastfälle				
LF 1	Eigengewicht		g,k =	0,05	[kN/m²]
LF 2	Schnee		s,k =	0,68	[kN/m²]
LF 3	Winddruck		w,dr,k =	0,31	[kN/m²]
LF 4	Unterdruck		pu,k =	0,00	[kN/m²]
LF 5	Windsog		w,sog,k =	-0,62	[kN/m²]
LF 6	Überdruck		pü,k =	0,00	[kN/m²]
	Lastkombinationen				
LK 1	Max andrückend (Außergewöhnlich)	1,0 LF1 + 2,3 LF2	gd + qd =	**1,61**	[kN/m²]
LK 2	Max andrückend (Betrieb)	1,35 LF1 + 1,1*(1,5 LF2 + 0,9 LF3)	gd + qd =	**1,50**	[kN/m²]
LK 3	Max abhebend (Betrieb)	0,9 LF1 - 1,1*1,5 * LF5	gd + qd =	**-0,98**	[kN/m²]
System	Spannweite		l =	30	[cm]
	Streckgrenze		fy,k =	12,0	[kN/cm²]
	Teilsicherheitsbeiwert		γM0 =	1,10	[-]
	E-Modul		E =	7.000	[kN/cm²]
	Dicke der Membran		t =	0,15	[cm]
Lagerkräfte	Maximale Horizontalkraft aus andrückenden Lasten am Auflager		qh,d =	**10,1**	[kN/m]
	Andrückende Vertikalkraft am Auflager (Kein Zug in den Schrauben)		qv,d =	**0,2**	[kN/m]
	Maximale Horizontalkraft aus abhebenden Lasten am Auflager		qh,d =	**7,2**	[kN/m]
	Abhebende Vertikalkraft am Auflager (Zug in den Schrauben)		qv,d =	**-0,1**	[kN/m]
Nachweis	Maximale Membranspannung		σEd =	**0,7**	[kN/cm²]
	Zulässige Spannung		σRd =	**10,9**	[kN/cm²]
	Spannungsnachweis		**η =**	**0,06**	**< 1,0 ?**
Nachweis der Befestigung mit Schrauben	Blechdicke Bauteil 1		t1 =	1,5	[mm]
	Blechdicke Bauteil 2		t2 =	9,2	[mm]
	Erforderlicher Vorbohrdurchmesser		Ø =	5,7	[mm]
	Teilsicherheitsbeiwert (Beanspr. von Schrauben bzw. Blechen auf LL)		γM2 =	**1,25**	[-]
	Charakteristischer Wert der Querzugtragfähigkeit		V,Rk =	2,92	[kN]
	Bemessungswert		V,Rd =	**2,34**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Längszugtragfähigkeit		N,Rk =	1,03	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd =	**0,82**	[kN]
	Charakteristischer Wert der Auszugtragfähigkeit für Bauteil 2		N,Rk,II =	7,60	[kN]
	Bemessungswert		N,Rd,II =	**6,08**	[kN]
	Gewählter Schraubenabstand		e =	200	[mm]
	Bemessungsquerzugkraft je Schraube		V,Sd =	**2,02**	[kN]
	Bemessungnormalkraft je Schraube (negativ = Zug)		N,Sd =	**-0,03**	[kN]
	Interaktionsnachweis Befestigungsmittel		**η =**	**0,90**	**< 1,0 ?**

3.3. Pos. 3 – Dachhaut unten

System:
Platte nach Theorie großer Verschiebungen (als durchhängende Membran)
Stützweite an der Traufe: L = 1,20m

Bemessung: t = 1,5 mm, St. 1.4404

Nachweis der unteren Dachhaut - Einachsig gespannte Membran unter Gleichlast (gelenkig)



	Lastfälle				
LF 1	Eigengewicht		g,k =	0,18	[kN/m²]
LF 2	Schnee		s,k =	0,68	[kN/m²]
LF 3	Winddruck		w,dr,k =	0,31	[kN/m²]
LF 4	Unterdruck		pu,k =	0,33	[kN/m²]
LF 5	Windsog		w,sog,k =	-0,62	[kN/m²]
LF 6	Überdruck		pü,k =	-3,00	[kN/m²]
	Lastkombinationen				
LK 1	Max andrückend (Außergewöhnlich)	1,0 LF1 + 2,3 LF2 + 1,0 LF4	gd + qd =	**2,07**	[kN/m²]
LK 2	Max andrückend (Betrieb)	1,35 LF1 + 1,1*1,5 LF2 + 1,0 LF4	gd + qd =	**1,70**	[kN/m²]
LK 3	Max abhebend (Betrieb)	0,9 LF1 - 1,5 * LF6 - 1,1*0,9*LF5	gd + qd =	**-4,95**	[kN/m²]
System	Spannweite		l =	120	[cm]
	Streckgrenze		fy,k =	27,5	[kN/cm²]
	Teilsicherheitsbeiwert		γM0 =	1,10	[-]
	E-Modul		E =	20.000	[kN/cm²]
	Dicke der Membran		t =	0,15	[cm]
Lagerkräfte	Maximale Horizontalkraft aus andrückenden Lasten am Auflager		qh,d =	**42,6**	[kN/m]
	Andrückende Vertikalkraft am Auflager (Kein Zug in den Schrauben)		qv,d =	**1,2**	[kN/m]
	Maximale Horizontalkraft aus abhebenden Lasten am Auflager		qh,d =	**76,1**	[kN/m]
	Abhebende Vertikalkraft am Auflager (Zug in den Schrauben)		qv,d =	**-3,0**	[kN/m]
Nachweis	Maximale Membranspannung		σEd =	**5,1**	[kN/cm²]
	Zulässige Spannung		σRd =	**25,0**	[kN/cm²]
	Spannungsnachweis		**η =**	**0,20**	**< 1,0 ?**

Nachweis der Blech und Schraubentragfähigkeit (M8-FK70):
Lochleibungstragfähigkeit nach Tabelle 8.4 der DIN EN 1993-1-3:2010-12
e1 = 22,5 mm < 3*d = 3* 8 mm = 24 mm → αb = 22,5 / 24 = 0,94
fu,red = 0,5* 27,5kN/cm² + 0,6 * 55 kN/cm² = 46,8 kN/cm² (gemäß DIN EN 1993-1-4)
Fb,Rd = 2,5 * 0,94 * 1,0 * 46,8kN/cm² * 0,8cm * 0,15cm / 1,25 **Fb,Rd = 10,5 kN**

Abschertragfähigkeit nach Tabelle 8.4 der DIN EN 1993-1-3:2010-12
Fv,Rd = 0,6 * 70 kN/cm² * 0,366cm² / 1,25 **Fv,Rd = 12,3 kN**
→ erf. Anzahl Schrauben je m: 76,1 kN/m / 10,5 kN = 7,2 Schrauben/m
→ erf. Schraubenabstand = 1000mm/ 7,2 = 139 mm **gewählt: a,max ≤ 100 mm**

Gewählt:

Blech: t = 1,5 mm, St. 1.4404 o.glw.
Schrauben: M8, A4-70, Abstand a,max = 100 mm

Aus Dichtigkeitsgründen können geringere Abstände erforderlich werden!

3.4. Pos. 4 – Rührwerkaufnahme

System:

Rührwerkaufnahme von DN 700 PN 10 auf a/b 1400/1700 mm. Die Träger auf die die Rührwerkaufnahme aufgeschraubt wird, liegen im Abstand von ca. 1400 mm bzw. 1700 mm.
Gemäß Angabe Fa. Stallkamp wird ein Rührwerk verwendet was im Vorwärtslauf eine Axialkraft erzeugt, die das Dach nach oben drückt (entlastend) und im Rückwärtslauf keine statisch relevante Axialkraft erzeugt, die nach unten wirkt.

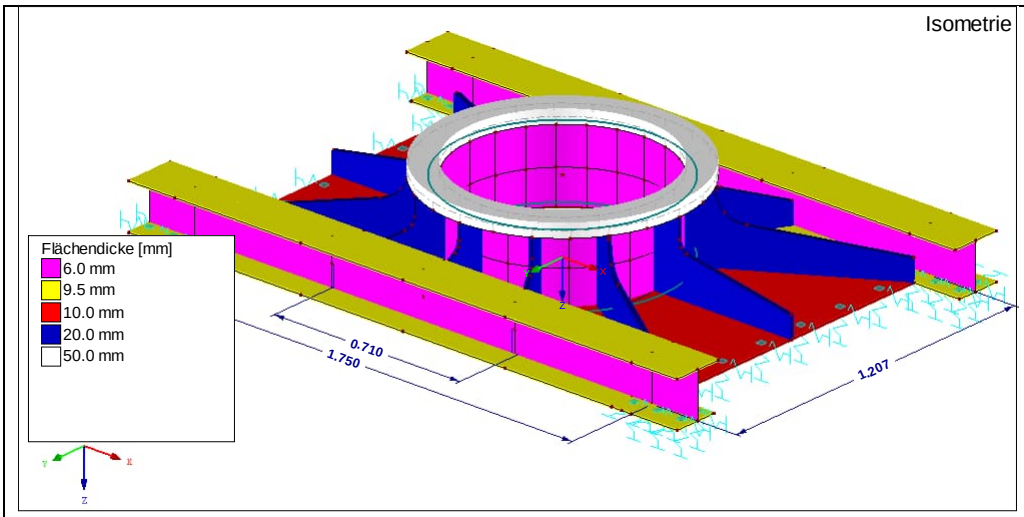
Belastung (Angaben Fa. Stallkamp bzw. Rührwerkhersteller):

Eigengewicht Rührwerkaufnahme		Gk	=	6,5 kN
Eigengewicht Rührwerk		Gk	=	74,0 kN - 105 kN (je nach Typ)
Rührwerklasten (Maximal - statisch)	FA =	Vz	=	40,0 kN - 49,0 kN (nach oben wirkend)
	FQ =	Vy	=	2,0 kN - 4,0 kN
		My	=	32,0 kNm - 53,1 kNm
	Mt =	Mz	=	31,0 kNm - 50,0 kNm
Rührwerklasten (Dynamisch)		ΔVz	=	8,6 kN
		ΔVx/y	=	7,3 kN
		ΔMx/y	=	53,0 kNm
		ΔMz	=	8,2 kNm

Schnittgrößen / Bemessung:

siehe Anlage 1

Gewählt:



Material: S 235 (fy,k ≥ 23,5 kN/cm²) o. glw.
Flansch: Gleichwertig wie Rührwerksflansch Träger: HEA 180
Rippen: t = 20 mm
Rohr: t = 6 mm
Blech: t = 10 mm
Schrauben: Die Schrauben müssen aufgrund der dynamischen Beanspruchung gegen selbstständiges Lösen gesichert werden (durch z.B. LocTite, Losdrehsicherungen oder vergleichbar).

Schweißnähte: Die Bleche sind auf voller Länge miteinander zu verschweißen.

3.4.1. Nachweis der Rührwerksverdrehung

(Siehe Anlage 1 Seite 25 und Anlage 2 Seite 63)

Die charakteristische Verdrehung der Rührwerksaufnahme beträgt:

$\Delta f = 0{,}7\ mm - 0{,}4\ mm = 0{,}3\ mm$

$\Delta L = 1500\ mm$

➔ Aufgrund des Leichtanlaufes entsteht keine relevante Biegebeanspruchung aus dem Rührwerk. Demnach ist auch keine zusätzliche Schiefstellung der Rührwerkaufnahme zu erwarten.

Die charakteristische Verdrehung des Behälterdaches beträgt:

$\Delta f = 12{,}9\ mm - 10{,}7\ mm = 2{,}2\ mm$

$\Delta L = 1500\ mm$

$\varphi_{Ges} = \arctan(2{,}5 / 1500) = 0{,}095°$

$\varphi_{Zul} = 0{,}25° > 0{,}095°$

→ Die rechnerischen Verdrehungen liegen im zulässigen Bereich

3.5. Pos. 5 – Trägerkreuz

System:
Trägerkreuz, l ≤ 5,8 m

Lasten:

Eigengewicht Träger		programintern
Dachhaut unten	0,0015m * 80 kN/m³	gk = 0,12 kN/m²
Druckfeste Dämmung		gk = 0,03 kN/m²
Schrauben etc.		gk = 0,05 kN/m²
Tränenblech 5/7mm		gk = 0,40 kN/m²
		gk = 0,60 kN/m²

Lasten aus Rührwerk (siehe Pos. 4)

Verkehrslast	qk = 2,00 kN/m²
Schnee	sk_{Dach} = 0,75 kN/m²
	s_{Ad} = 1,56 kN/m²
Winddruck (Bereich H)	wk = 0,34 kN/m²
Windsog (Bereich I)	wk = -0,68 kN/m²
Überdruck	pü = +3,00 kN/m²
Unterdruck	pu = - 0,33 kN/m²
Lasteinflussbreite	l,e = ~1,0m

Bemessung: siehe Anlage 2

Gewählt:

Rührwerkträger	U 300, S 355 vz. o. glw.
Zwischenträger	IPE 300, S 235 vz. o. glw.

Schrauben: Die Schrauben müssen aufgrund der dynamischen Beanspruchung gegen selbstständiges Lösen gesichert werden (durch z.B. LocTite, Losdrehsicherungen oder vergleichbar).

Schweißnähte: Die Schweißnähte als durchgeschweißte Stumpfnähte (HV oder DHV-Nähte) ausbilden.

3.6. Pos. 6 – Abschlussring

System:
Zug- Druckring, Ø 6,0 m

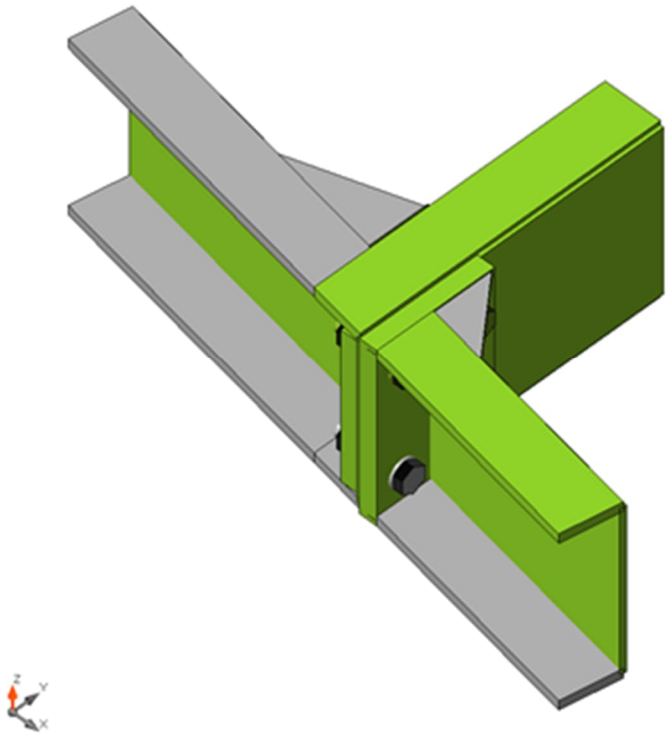
Lasten:
Eigengewicht Träger programmintern

Die weiteren Lasten ergeben sich aus den angrenzenden Bauteilen (siehe Anlage 2)

Bemessung: siehe Anlage 2

Gewählt:	U 300, S 235 vz. o. glw.
Schrauben:	Die Schrauben müssen aufgrund der dynamischen Beanspruchung gegen selbstständiges Lösen gesichert werden (durch z.B. LocTite, Losdrehsicherungen oder vergleichbar).

3.6.1. Kopplung Abschlussring (Kopfplattenstoß)



Lasten (aus Abschlussring):
Siehe Anlage 2 Seite 57f.

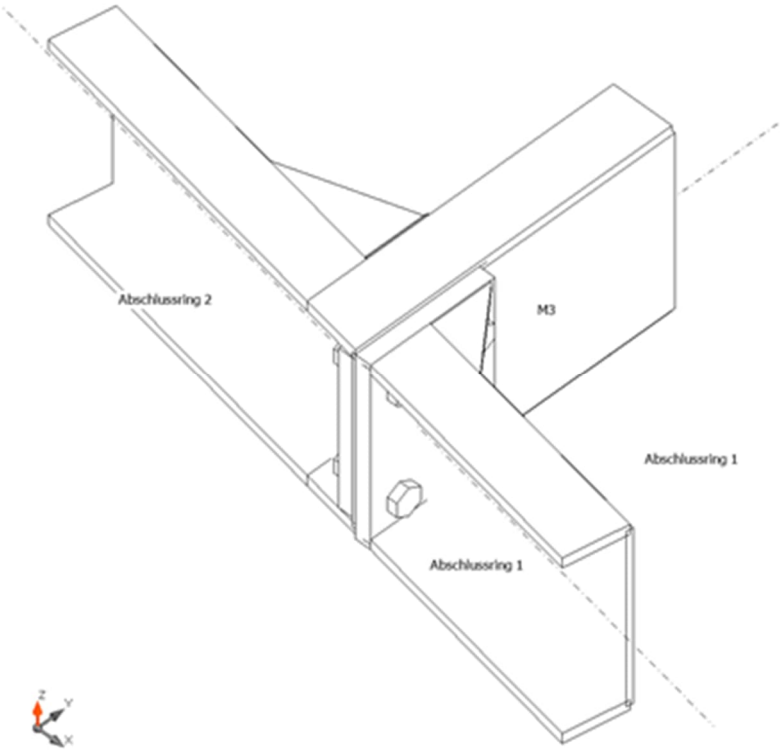
My,Ed ≤ 50,0 kNm
Vz,Ed = 15,0 kN
N,Ed = 310 kN (Zug)

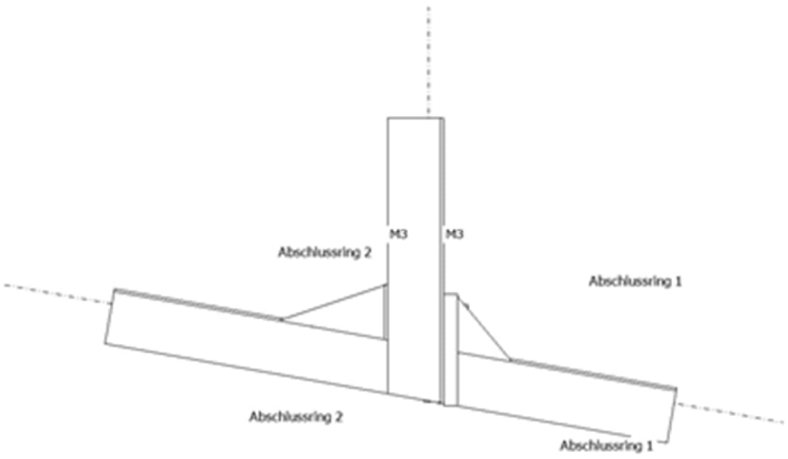
Bemessung: siehe folgende Seite

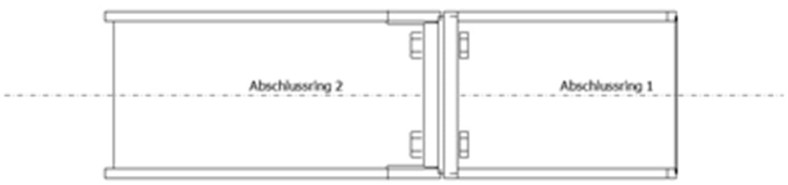
Gewählt:	Rührwerkträger	U300, S 355
	Abschlussring	U300, S 235
	Kopfplatten	PL 300x200x30 mm
	Futterbleche	t = 30 mm
	Eckbleche	100x100x15 mm
	Schrauben	4 x M 24, 10.9 HV
	Schweißnähte	a = t

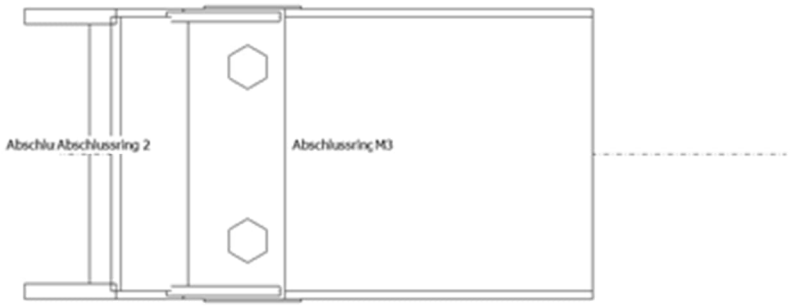
Bauteile
Geometry

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]	Kräfte in
Abschlussring 1	43 - U300	-10,0	0,0	0,0	0	0	0	Knoten
Abschlussring 2	43 - U300	170,0	0,0	0,0	-20	0	0	Knoten
M3	16 - U300	90,0	0,0	0,0	-75	0	0	Knoten




M3
M3
Abschlussring 2
Abschlussring 1
Abschlussring 2
Abschlussring 1


Abschlussring 2
Abschlussring 1



Querschnitte

Name	Material
43 - U300	S 235
16 - U300	S 355

Schrauben

Name	Schraubengruppe	Durchmesser [mm]	fu [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M24 10.9	M24 10.9	24	1000,0	452

Lasteinwirkungen (Gleichgewicht nicht erforderlich)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	Abschlussring 2	310,0	0,0	-15,0	0,0	50,0	0,0
	M3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nachweis

Übersicht

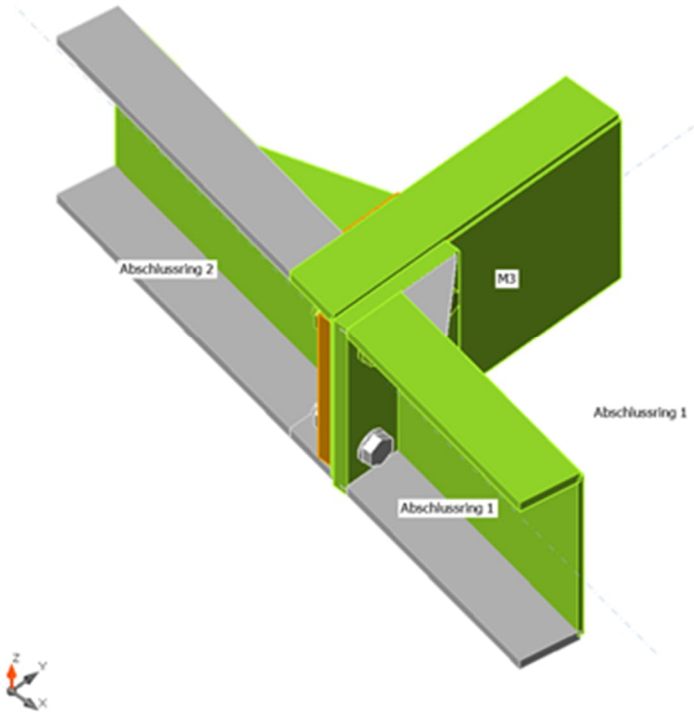
Name	Wert	Status
Berechnung	100,0%	OK
Platten	3,5 < 5,0%	OK
Schrauben	91,8 < 100%	OK
Schweißnähte	98,3 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

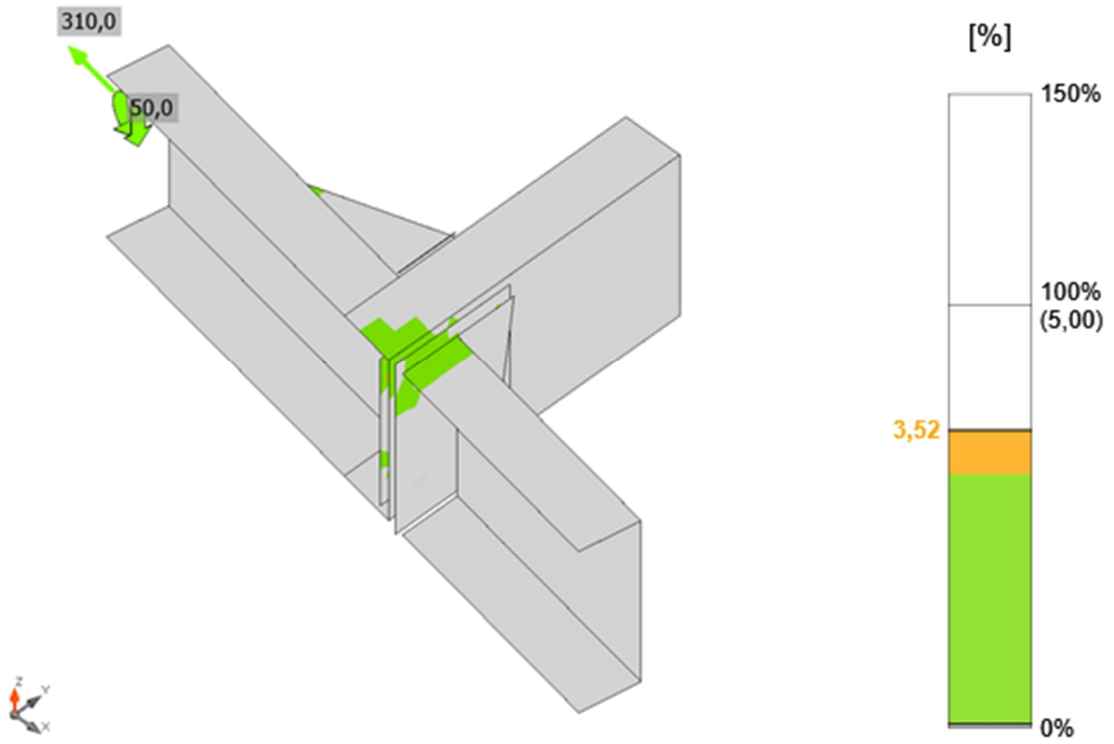
Name	Material	Dicke [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	σc_{Ed} [MPa]	Status
Abschlussring 1-bfl 1	S 235	16,0	LE1	140,9	0,0	0,0	OK
Abschlussring 1-tfl 1	S 235	16,0	LE1	235,7	0,3	0,0	OK
Abschlussring 1-w 1	S 235	10,0	LE1	235,3	0,1	0,0	OK
Abschlussring 2-bfl 1	S 235	16,0	LE1	68,7	0,0	0,0	OK
Abschlussring 2-tfl 1	S 235	16,0	LE1	175,4	0,0	0,0	OK
Abschlussring 2-w 1	S 235	10,0	LE1	235,2	0,1	0,0	OK
M3-bfl 1	S 355	16,0	LE1	133,5	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	S 355	16,0	LE1	355,8	0,4	0,0	OK
M3-w 1	S 355	10,0	LE1	357,7	1,3	78,9	OK
Stirnblech1	S 235	25,0	LE1	236,8	0,8	111,5	OK
Steifenblech1	S 235	25,0	LE1	242,4	3,5	163,3	OK
Steifenblech2	S 235	30,0	LE1	230,3	0,0	80,5	OK
Aufweitung3a	S 235	10,0	LE1	235,0	0,0	0,0	OK
Aufweitung3b	S 235	10,0	LE1	186,3	0,0	0,0	OK
Aufweitung4a	S 235	10,0	LE1	119,9	0,0	0,0	OK
Aufweitung4b	S 235	10,0	LE1	235,0	0,0	0,0	OK

Bemessungsdaten

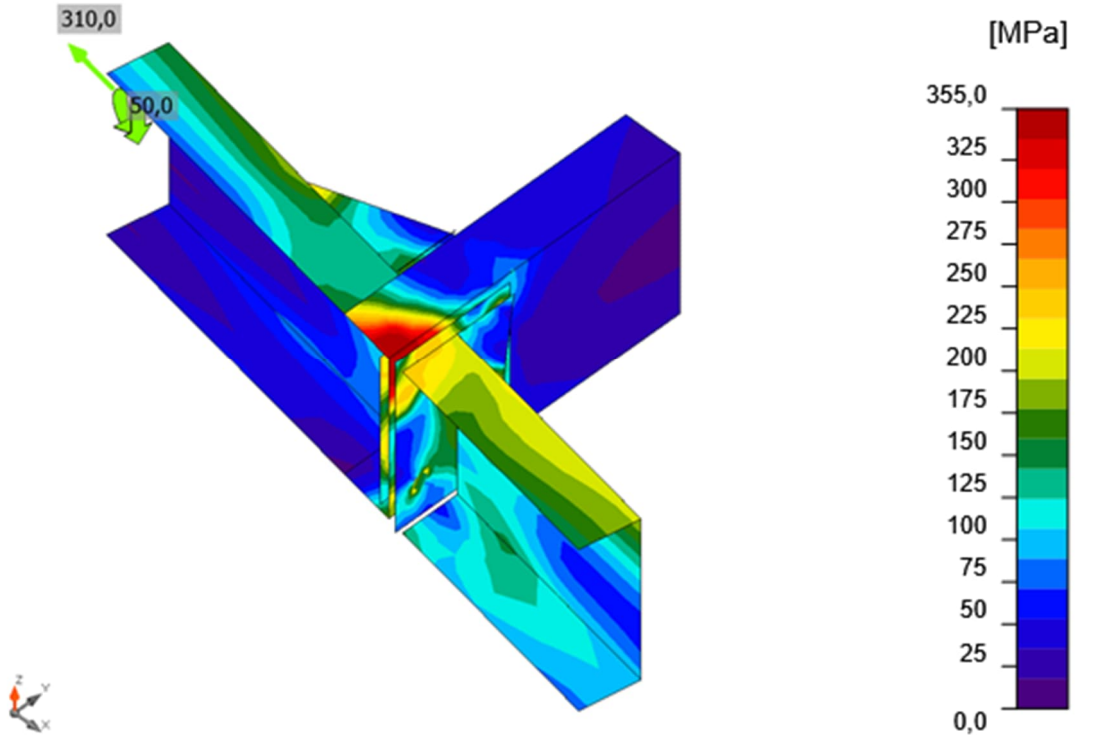
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0



Gesamt, LE1

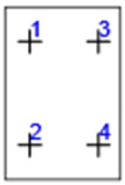


Dehnung, LE1



Vergleichsspannung, LE1

Schrauben

	Name	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	Ut_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	LE1	233,4	32,7	91,8	111,9	27,7	88,7	OK	OK
	B2	LE1	74,2	13,3	29,2	149,1	9,4	30,3	OK	OK
	B3	LE1	208,9	32,9	82,2	201,1	23,3	82,0	OK	OK
	B4	LE1	47,1	15,0	18,5	235,2	10,7	23,9	OK	OK

Bemessungsdaten

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 10.9 - 1	254,2	584,9	141,2

Schweißnähte (Plastische Umverteilung)

Position	Kante	Nahtdicke th. [mm]	Länge [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
Stirnblech1	Abschlussring 1-bfl 1	16,0	96	LE1								OK
Stirnblech1	Abschlussring 1-tfl 1	16,0	96	LE1								OK
Stirnblech1	Abschlussring 1-w 1	10,0	284	LE1								OK
M3-bfl 1	Abschlussring 2-bfl 1	4,0	96	LE1								OK
M3-tfl 1	Abschlussring 2-tfl 1	4,0	96	LE1								OK
Stirnblech1	Aufweitung3a	10,0	100	LE1								OK
Abschlussring 1-bfl 1	Aufweitung3a	10,0	100	LE1								OK
Stirnblech1	Aufweitung3b	10,0	100	LE1								OK
Abschlussring 1-tfl 1	Aufweitung3b	10,0	100	LE1								OK
Abschlussring 2-bfl 1	Aufweitung4a	4,0	200	LE1								OK
Abschlussring 2-tfl 1	Aufweitung4b	4,0	200	LE1								OK
M3-bfl 1	Abschlussring 2-w 1	◢5,0◣	91	LE1	76,3	0,0	-22,6	39,9	-13,5	21,2	12,4	OK
		◢5,0◣	91	LE1	81,3	0,0	5,7	-46,7	3,4	22,6	15,0	OK
M3-w 1	Abschlussring 2-w 1	◢5,0◣	268	LE1	353,8	0,7	200,7	-43,9	162,4	98,3	62,6	OK
		◢5,0◣	268	LE1	353,4	0,4	45,8	127,9	-156,8	98,2	50,3	OK
M3-tfl 1	Abschlussring 2-w 1	◢5,0◣	91	LE1	176,9	0,0	-71,1	-66,6	-65,7	49,1	31,2	OK
		◢5,0◣	91	LE1	129,2	0,0	44,4	58,2	-39,0	35,9	24,6	OK
M3-w 1	Aufweitung4a	◢4,0◣	100	LE1	99,7	0,0	-57,9	-16,8	-43,7	27,7	23,7	OK
		◢4,0◣	100	LE1	155,8	0,0	-64,8	20,9	79,1	43,3	32,9	OK
M3-w 1	Aufweitung4b	◢4,0◣	100	LE1	304,3	0,0	134,8	-5,3	157,4	84,5	46,5	OK
		◢4,0◣	100	LE1	352,9	0,1	186,8	30,8	-170,1	98,0	56,8	OK

Bemessungsdaten

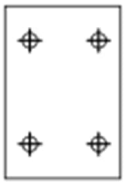
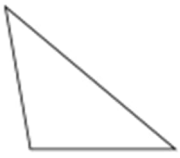
	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0,80	360,0	259,2

Beulen

Die Beulanalyse wurde nicht berechnet.

Materialliste

Fertigungsoperationen

Name	Platten [mm]	Form	Nr.	Schweißnähte [mm]	Länge [mm]	Schrauben	Nr.
Stirnblech1	P25,0x201,5-300,0 (S 235)		1	Stumpfnaht: a = 16,0 Stumpfnaht: a = 10,0	192,9 284,0	M24 10.9	4
Zuschnitt1				Stumpfnaht: a = 4,0 Doppelkehlnaht: a = 5,0	192,9 450,8		
Zuschnitt2							
Steifenblech1	P25,0x70,0-260,0 (S 235)		1			M24 10.9	2
Steifenblech2	P30,0x70,0-260,0 (S 235)		1			M24 10.9	2
Aufweitung3	P10,0x117,4-98,5 (S 235)		2	Stumpfnaht: a = 10,0	400,0		
Aufweitung4	P10,0x100,0-197,0 (S 235)		2	Doppelkehlnaht: a = 4,0 Stumpfnaht: a = 4,0	200,0 400,0		

Schweißnähte

Typ	Material	Nahtdicke [mm]	Schenkelgröße [mm]	Länge [mm]
Stumpfnaht	S 235	-	-	192,9
Stumpfnaht	S 235	-	-	684,0
Stumpfnaht	S 235	-	-	592,9
Doppelkehlnaht	S 235	5,0	7,1	450,8
Doppelkehlnaht	S 235	4,0	5,7	200,0

Schrauben

Name	Grifflänge [mm]	Anzahl
M24 10.9	60	2
M24 10.9	65	2

Normeinstellungen

Position	Wert	Ein-heit	Bezug
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,10	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 Tabelle 3.7
Grenzwert - Plastische Dehnung	0,05	-	EN 1993-1-5
Spannungsauswertung der Schweißnaht	Plastische Umverteilung		
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Berechnetes αb für Lochleibungsnachweis.	Ja		EN 1993-1-8: Tabelle 3.4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Grenzwert - Lokale Verformung	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Nein		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.7. Pos. 7 – Sparren

System:
Einfeldträger, am Abschlussring eingespannt, l ≤ 9,20 m
Kippstabilisierung in den 1/3-Punkten

Lasten:
Maximalwert der dreieckförmigen Last des Sparrens an der Traufe:

Eigengewicht Träger		programintern
Gewicht Laufsteg je Wange	0,40 kN/m * 10m /4	Gk = 1,00 kN
Dachhaut oben	0,0015m * 80 kN/m³	gk = 0,12 kN/m²
Dachhaut unten	0,0015m * 80 kN/m³	gk = 0,12 kN/m²
Druckfeste Dämmung		gk = 0,03 kN/m²
Schrauben etc.		gk = 0,03 kN/m²
PV-Anlage optional		gk = 0,25 kN/m²
		gk = 0,55 kN/m²
Verkehrslast		qk = 2,00 kN/m²
Verkehrslast Laufsteg	2,0 kN/m² *0,8m* 10,0m /8	Qk = 2,00 kN
Schnee		sk_{Dach} = 0,75 kN/m²
		sk_{NDT} = 1,56 kN/m²
Winddruck (Bereich H)		wk = 0,34 kN/m²
Windsog (Bereich I)		wk = -0,68 kN/m²
Überdruck		pü = +3,00 kN/m²
Unterdruck		pu = - 0,33 kN/m²
Lasteinflussbreite am Behälterrand		l,e_1 = 1,21m
Lasteinflussbreite am Abschlussring		l,e_2 = 0,28m

Bemessung: siehe Anlage 2

Gewählt: IPE 220, S 235 o. glw.

3.7.1. Anschluss Sparren an Randprofil

Siehe Anlage 2 Seite 62 f.

Das Randprofil wird lokal bei jedem Sparrenanschluss mit einem 3 mm Unterlegblech verstärkt.

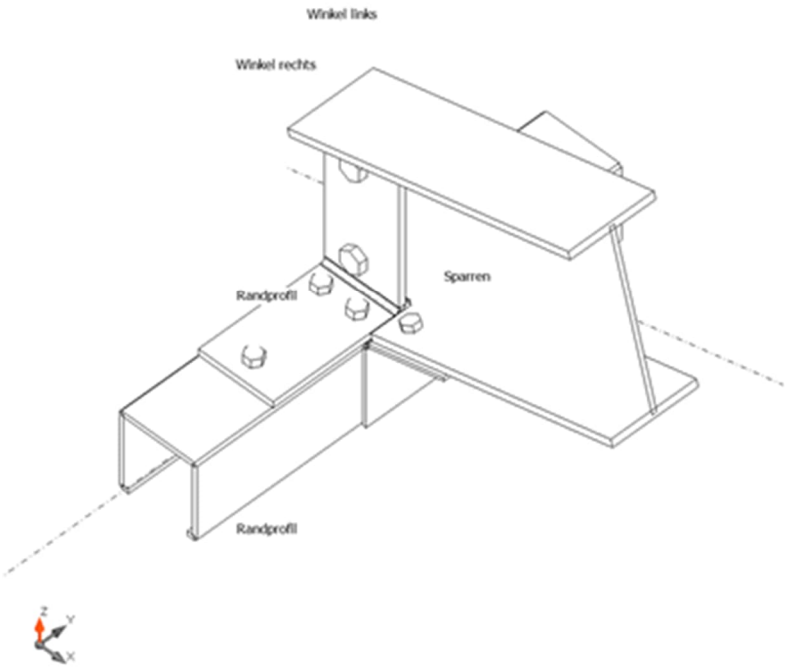
Anschlusskräfte im Sparren:

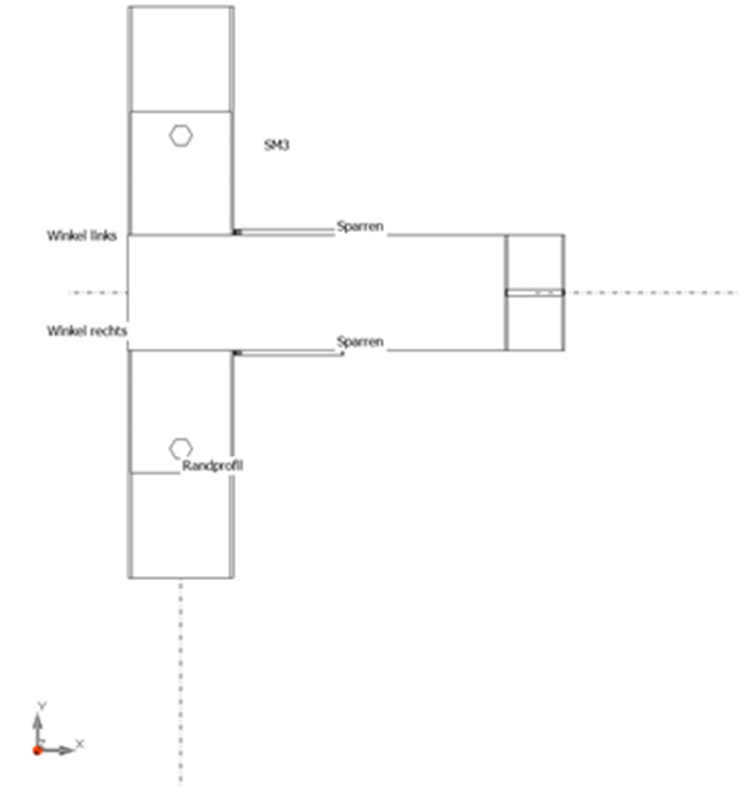
LE 1: Vz,Ed = -25,0 kN
N,Ed = -50,0 kN

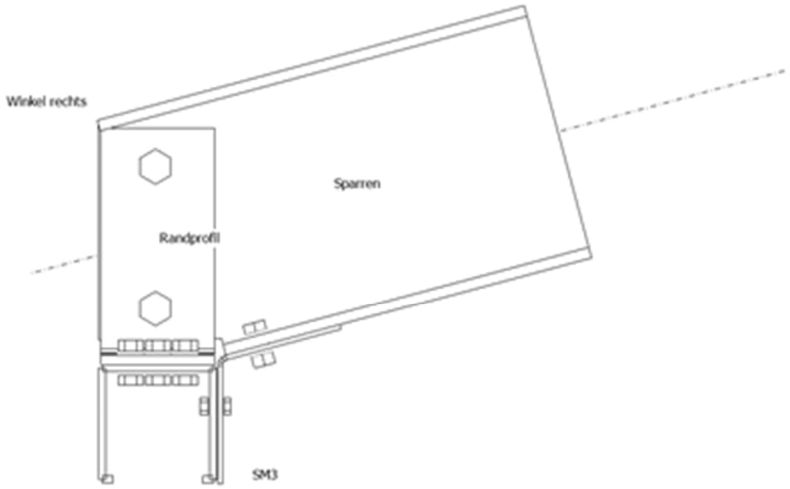
LE 2: Vz,Ed = 16,0 kN
N,Ed = 43,0 kN

Bauteile
Geometry

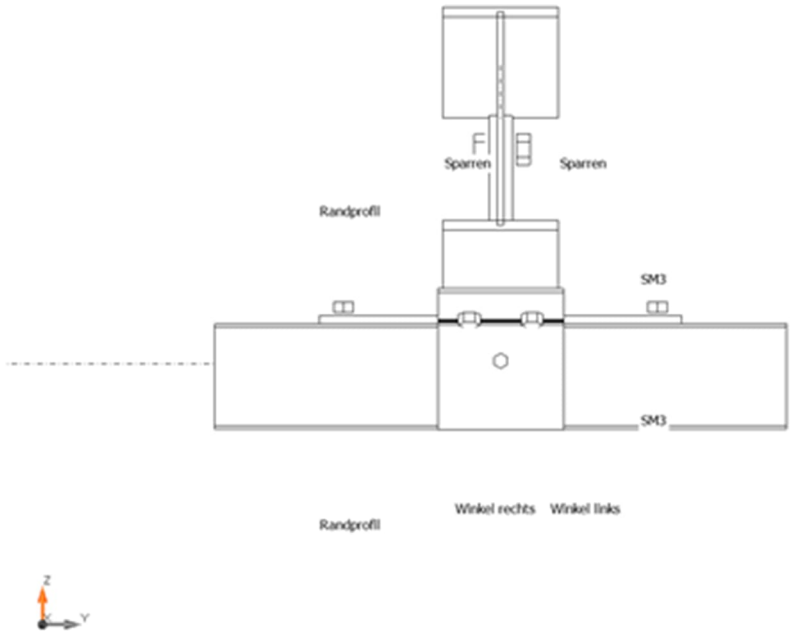
Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]	Kräfte in
Randprofil	37 - CFC100x100	90,0	0,0	-90,0	0	20	0	Schrauben
Sparren	31 - IPE220	0,0	-15,0	0,0	-80	0	120	Knoten




SM3
Winkel links
Sparren
Winkel rechts
Sparren
Randprofil
Y
X


Winkel rechts
Sparren
Randprofil
SM3

Winkel rechts
Randprofil
Z
X



Querschnitte

Name	Material
37 - CFC100x100	1.4571 (27,5)
31 - IPE220	S 235
36 - CFL170x200	S 355
38 - CFLgen100x100	1.4571 (27,5)

Schrauben

Name	Schraubengruppe	Durchmesser [mm]	fu [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M16 10.9	M16 10.9	16	1000,0	201
M12 A4-70	M12 A4-70	12	700,0	113
M8, A4-70	M8, A4-70	8	700,0	50

Lasteinwirkungen (Gleichgewicht nicht erforderlich)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	Sparren	-50,0	0,0	-25,0	0,0	0,0	0,0
LE2	Sparren	43,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0

Nachweis

Übersicht

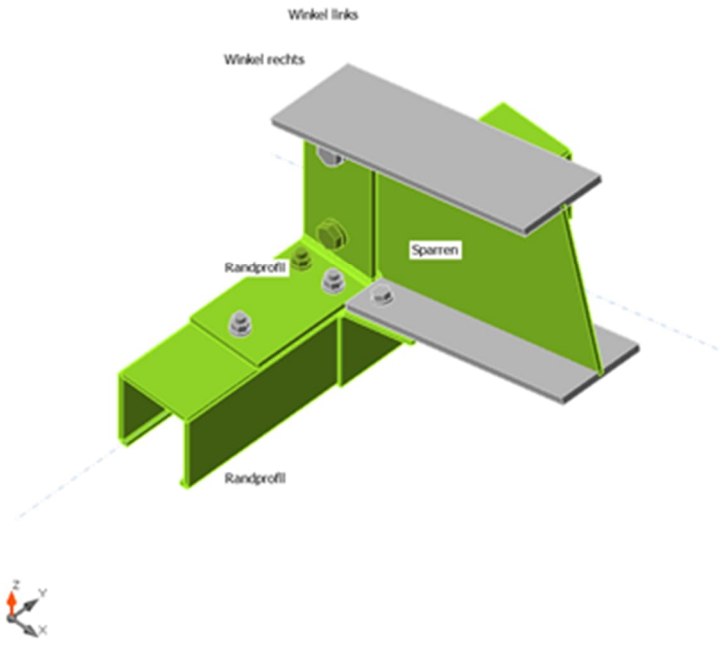
Name	Wert	Status
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,7 < 5,0%	OK
Schrauben	84,9 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

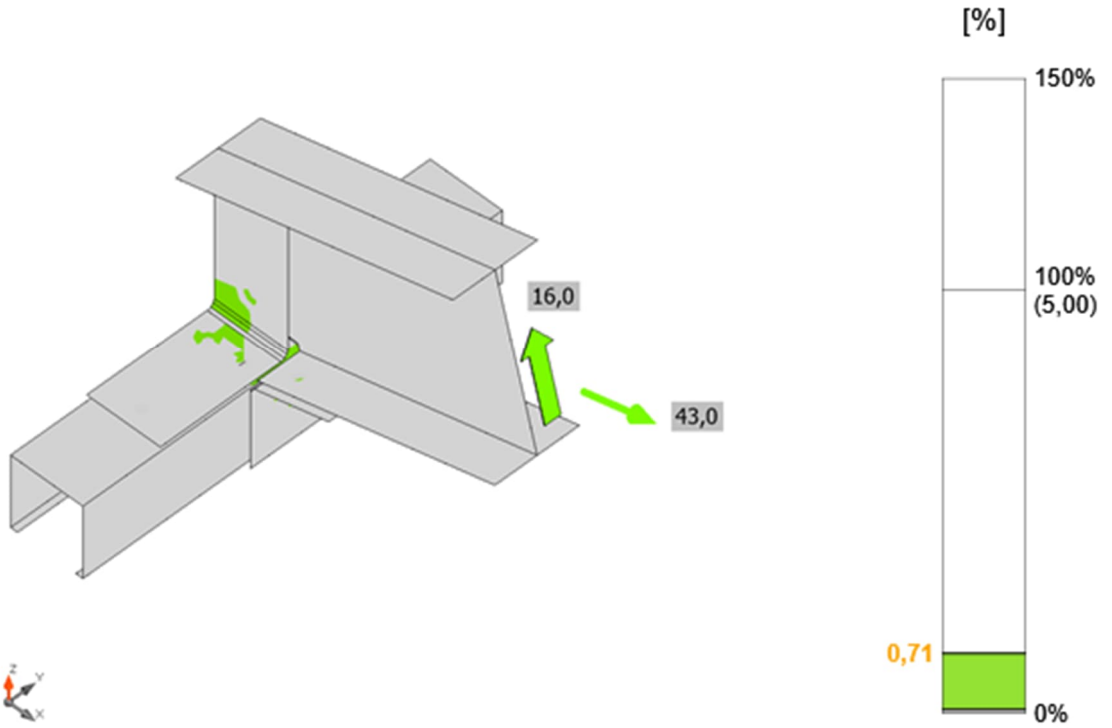
Name	Material	Dicke [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	σc_{Ed} [MPa]	Status
Randprofil	1.4571 (27,5)	6,0	LE2	275,9	0,5	0,0	OK
Sparren-bfl 1	S 235	9,2	LE1	91,0	0,0	31,2	OK
Sparren-tfl 1	S 235	9,2	LE1	37,3	0,0	0,0	OK
Sparren-w 1	S 235	5,9	LE2	235,5	0,3	47,0	OK
Winkel links	S 355	8,0	LE1	287,2	0,1	50,3	OK
Winkel rechts	S 355	8,0	LE2	355,2	0,1	78,0	OK
SM3	1.4571 (27,5)	4,0	LE2	276,2	0,7	11,5	OK

Bemessungsdaten

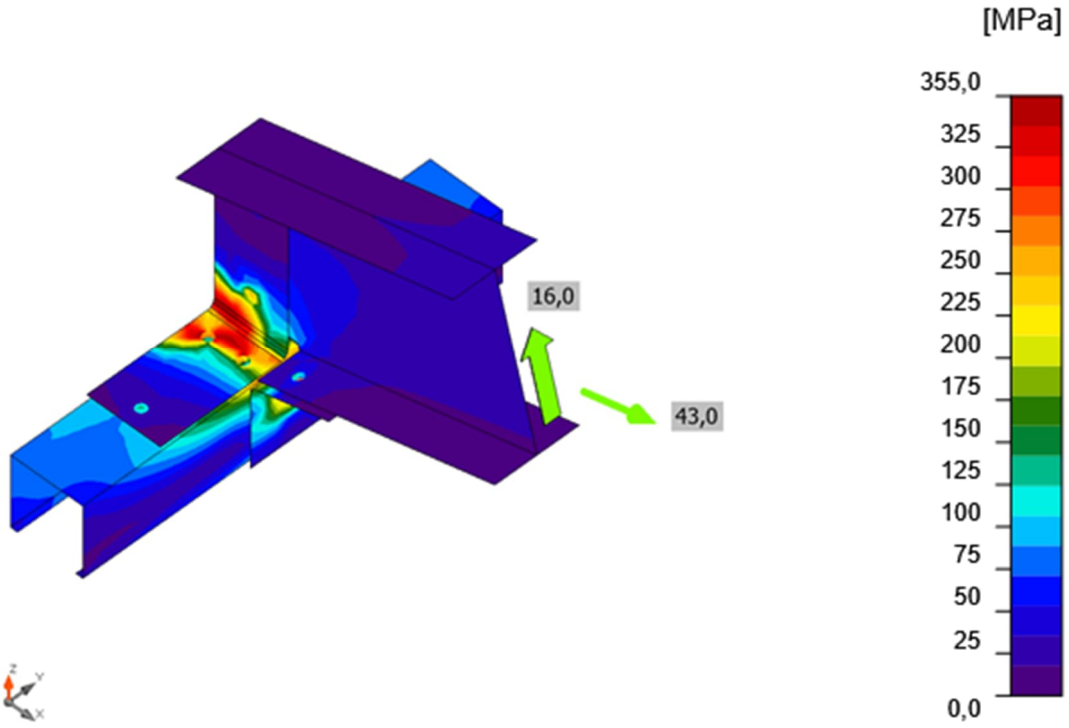
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
1.4571 (27,5)	275,0	5,0
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0



Gesamt, LE2

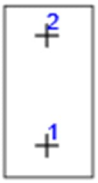
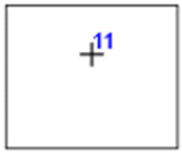
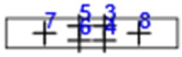


Dehnung, LE2



Vergleichsspannung, LE2

Schrauben

	Name	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	Ut_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 10.9 - 1	LE2	16,2	19,7	14,3	42,3	84,9	30,6	OK	OK
	B2	M16 10.9 - 1	LE1	1,1	8,7	0,9	34,7	46,8	9,7	OK	OK
	B3	M12 A4-70 - 2	LE2	3,5	10,1	8,4	45,3	42,9	48,9	OK	OK
	B4	M12 A4-70 - 2	LE2	24,0	9,1	56,6	56,0	38,8	79,2	OK	OK
	B5	M12 A4-70 - 2	LE2	4,9	9,5	11,5	45,3	40,5	48,8	OK	OK
	B6	M12 A4-70 - 2	LE2	25,1	8,6	59,3	56,0	36,5	78,8	OK	OK
	B7	M12 A4-70 - 2	LE1	0,9	3,5	2,1	79,2	14,9	16,4	OK	OK
	B8	M12 A4-70 - 2	LE1	1,0	3,5	2,3	79,2	14,9	16,5	OK	OK
	B9	M12 A4-70 - 3	LE1	7,0	9,7	16,5	37,7	41,3	53,1	OK	OK
	B10	M12 A4-70 - 3	LE1	6,8	9,8	16,0	37,7	41,9	53,3	OK	OK
	B11	M8, A4-70 - 4	LE2	10,1	4,2	54,7	35,2	41,0	80,1	OK	OK

Bemessungsdaten

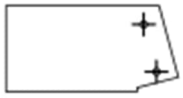
Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 10.9 - 1	113,0	167,2	96,5
M12 A4-70 - 2	42,3	99,5	23,5
M12 A4-70 - 3	42,3	66,4	23,5
M8, A4-70 - 4	18,4	45,5	10,2

Beulen

Die Beulanalyse wurde nicht berechnet.

Materialliste

Fertigungsoperationen

Name	Platten [mm]	Form	Nr.	Schweißnähte [mm]	Länge [mm]	Schrauben	Nr.
Winkel links		CFL170x200			96		
Winkel rechts		CFL170x200			96		
Zuschnitt1							
ÖFN1	P9,2x319,9-110,0 (S 235)		1			M12 A4-70	2
ÖFN2	P5,9x420,3-210,8 (S 235)		1			M16 10.9	2
SM3		CFLgen100x100			120		

Schrauben

Name	Grifflänge [mm]	Anzahl
M16 10.9	22	2
M12 A4-70	14	6
M12 A4-70	13	2
M8, A4-70	10	1

Normeinstellungen

Position	Wert	Ein-heit	Bezug
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,10	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 Tabelle 3.7
Grenzwert - Plastische Dehnung	0,05	-	EN 1993-1-5
Spannungsauswertung der Schweißnaht	Plastische Umverteilung		
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5

Berechnetes αb für Lochleibungsnachweis.	Ja		EN 1993-1-8: Tabelle 3.4
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Grenzwert - Lokale Verformung	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Nein		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

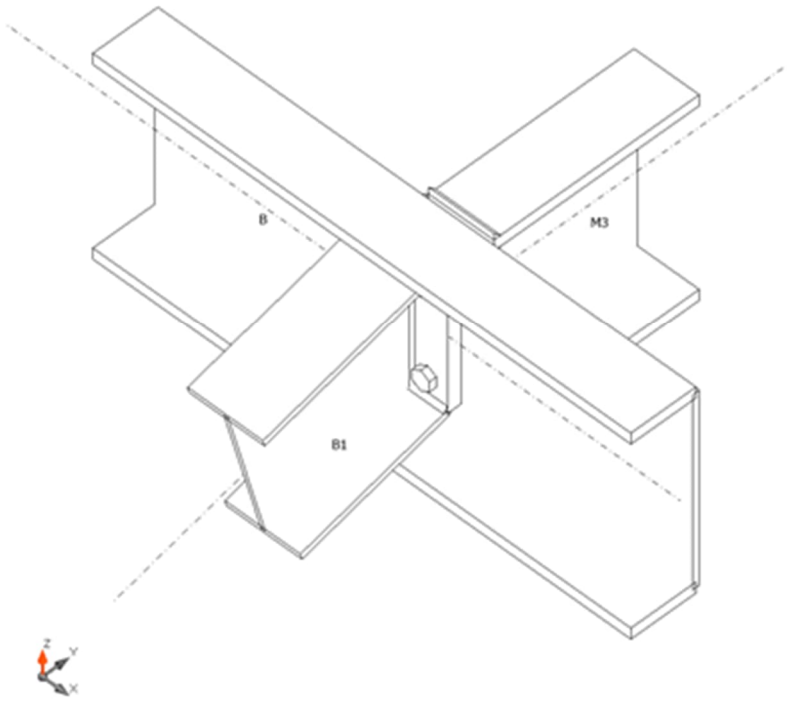
3.7.2. Anschluss Sparren an Abschlussring

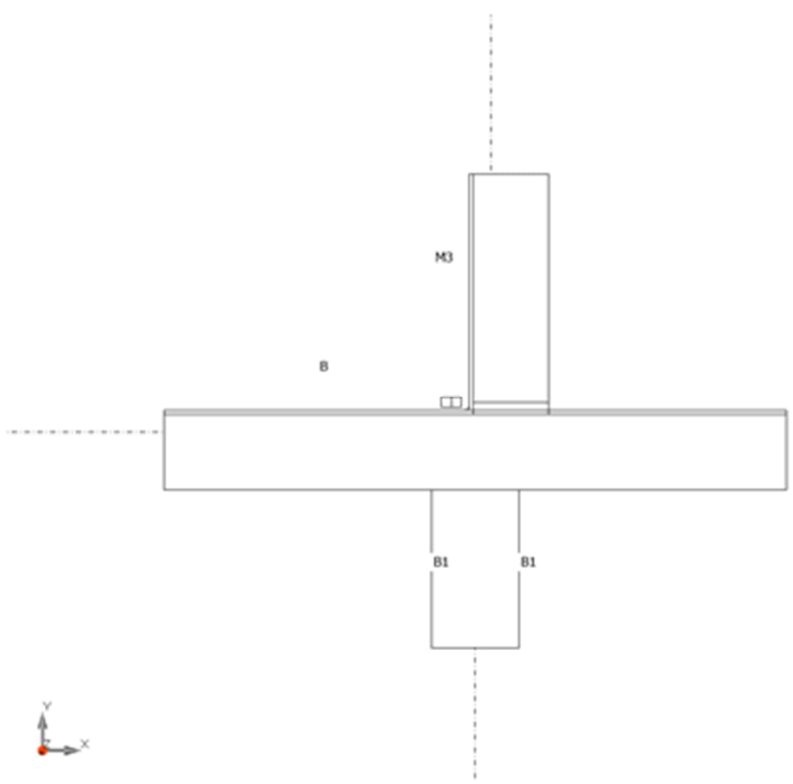
Siehe Anlage 2 Seite 60 f.

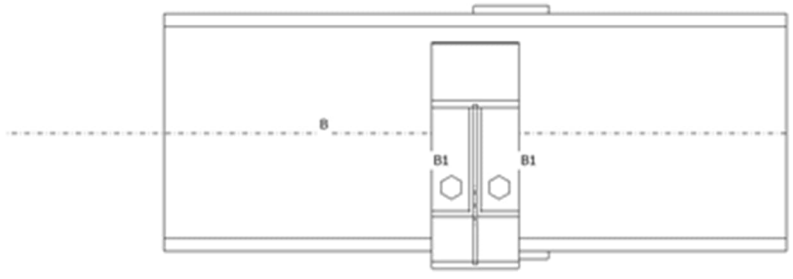
Anschlusskräfte im Sparren:
My,Ed = 25,0 kNm
Vz,Ed = 15,0 kN

Träger und Stützen

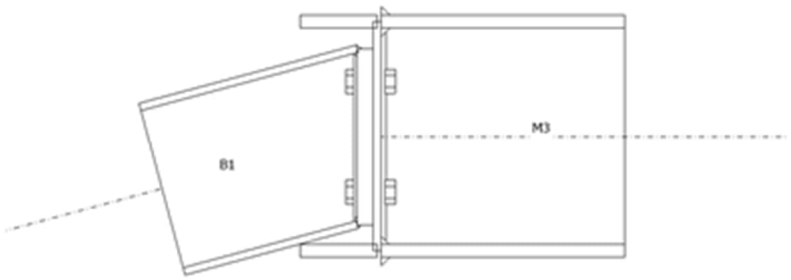
Name	Querschnitt	Z – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	X - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]	Kräfte in
B	16 - U300	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Knoten
B1	31 - IPE220	-90,0	15,0	0,0	0	0	0	Schrauben
M3	16 - U300	90,0	0,0	0,0	0	-20	0	Knoten




M3
B
B1
B1
Y
X


B
B1
B1

Z
X



Querschnitte

Name	Material
16 - U300	S 235
31 - IPE220	S 235

Schrauben

Name	Schraubengruppe	Durchmesser [mm]	fu [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M16 10.9	M16 10.9	16	1000,0	201

Lasteinwirkungen (Gleichgewicht nicht erforderlich)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B1	0,0	0,0	-10,0	0,0	25,0	0,0

Nachweis

Übersicht

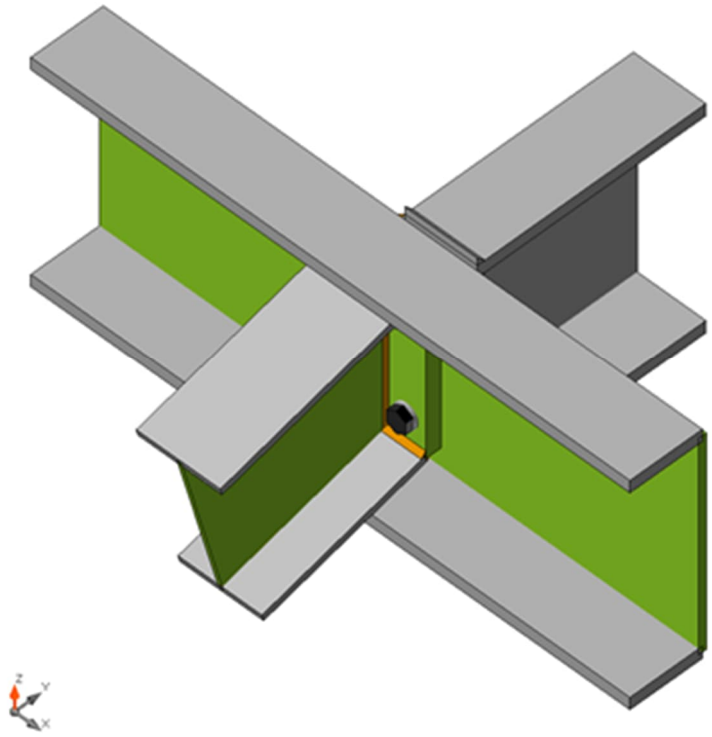
Name	Wert	Status
Berechnung	100,0%	OK
Bleche	0,2 < 5,0%	OK
Vorgespannte Schrauben	98,1 < 100%	OK
Schweissnähte	98,1 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Bleche

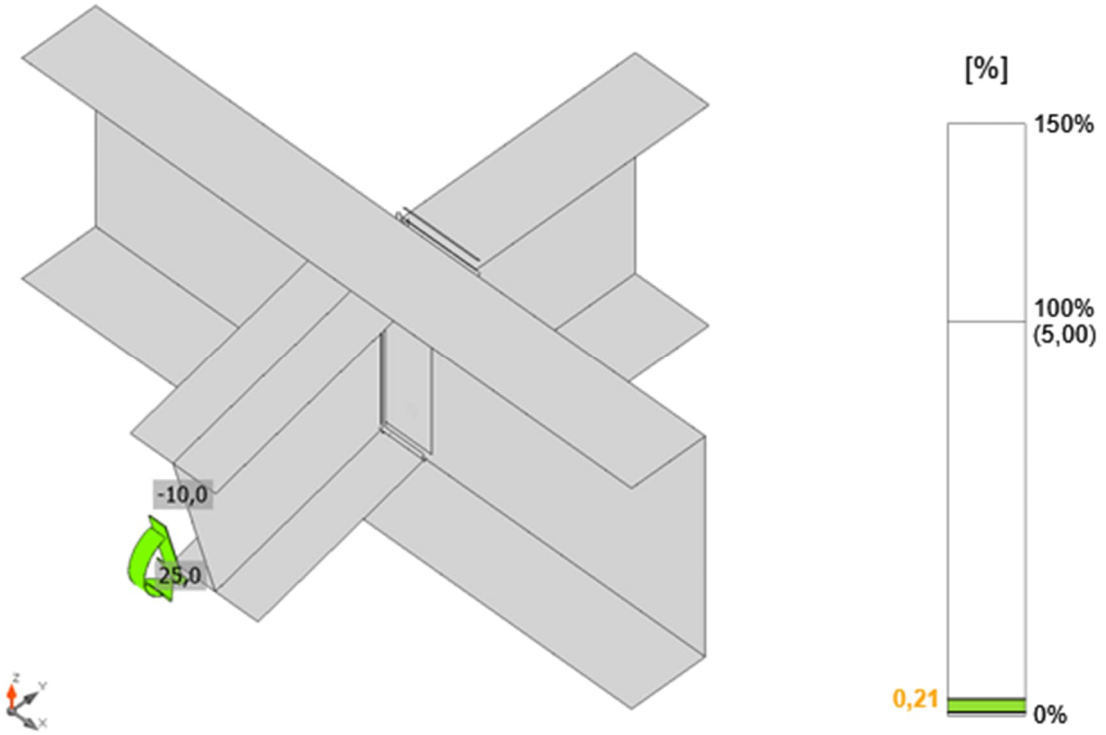
Name	Dicke [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	σc_{Ed} [MPa]	Status
B-bfl 1	16,0	LE1	48,5	0,0	0,0	OK
B-tfl 1	16,0	LE1	61,8	0,0	0,0	OK
B-w 1	10,0	LE1	235,4	0,2	116,2	OK
B1-bfl 1	9,2	LE1	137,6	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	9,2	LE1	155,0	0,0	0,0	OK
B1-w 1	5,9	LE1	222,6	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	16,0	LE1	124,7	0,0	0,0	OK
M3-tfl 1	16,0	LE1	148,5	0,0	0,0	OK
M3-w 1	10,0	LE1	178,6	0,0	0,0	OK
Stirnblech1	20,0	LE1	235,1	0,0	116,2	OK

Bemessungsdaten

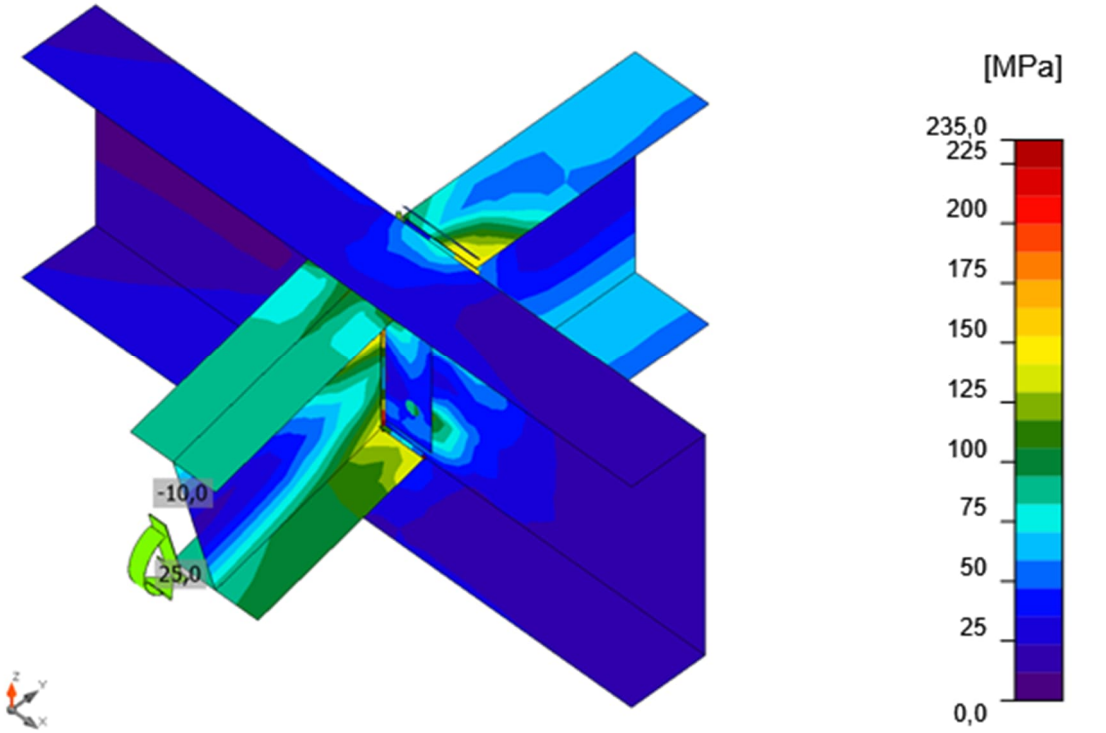
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0



Gesamtnachweis, LE1

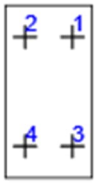


Dehnungsnachweis, LE1



Vergleichsspannung, LE1

Vorgespannte Schrauben

	Name	Schrauben-gruppe	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	B_{pRd} [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]	$F_{s,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ab-stände	Sta-tus
	B1	M16 10.9 - 1	LE1	76,7	11,4	153,5	113,0	11,6	67,9	98,1	OK	OK
	B2	M16 10.9 - 1	LE1	76,0	11,6	153,5	113,0	11,8	67,2	98,1	OK	OK
	B3	M16 10.9 - 1	LE1	8,4	6,5	153,5	113,0	24,8	7,5	26,3	OK	OK
	B4	M16 10.9 - 1	LE1	7,6	8,9	153,5	113,0	24,9	6,7	35,9	OK	OK

Schweissnähte (Plastische Umverteilung)

Position	Kante	Nahtdicke [mm]	Länge [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
Stirnblech1	B1-bfl 1	◢4,0◣	110	LE1	118,7	0,0	-58,7	5,0	-59,4	33,0	21,3	OK
		◢4,0◣	110	LE1	346,1	0,0	-214,2	5,9	-156,9	96,1	76,6	OK
Stirnblech1	B1-tfl 1	◢4,0◣	110	LE1	95,8	0,0	37,1	-46,4	-21,1	26,6	23,0	OK
		◢4,0◣	110	LE1	173,7	0,0	84,5	-61,9	-62,0	48,3	35,3	OK
Stirnblech1	B1-w 1	◢3,0◣	218	LE1	352,9	0,1	177,2	30,5	173,6	98,0	55,0	OK
		◢3,0◣	218	LE1	352,9	0,1	172,2	-28,2	-175,6	98,0	52,1	OK
B-w 1	M3-bfl 1	◢7,0◣	95	LE1	118,7	0,0	-61,1	19,2	-55,5	33,0	26,6	OK
		◢7,0◣	95	LE1	68,8	0,0	24,8	4,0	-36,8	19,1	13,8	OK
B-w 1	M3-tfl 1	◢7,0◣	95	LE1	78,2	0,0	-23,8	42,6	-5,8	21,7	16,0	OK
		◢7,0◣	95	LE1	144,1	0,0	81,3	28,1	-62,7	40,0	24,3	OK
B-w 1	M3-w 1	◢4,0◣	284	LE1	353,0	0,1	-165,2	-60,0	-169,8	98,1	58,8	OK
		◢4,0◣	284	LE1	353,2	0,3	182,8	19,3	-173,4	98,1	59,3	OK

Bemessungsdaten

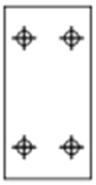
	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	0,80	360,0	259,2

Beulen

Die Beulanalyse wurde nicht berechnet.

Materialliste

Herstellungsoperationen

Name	Bleche [mm]	Form	Nr.	Schweissnähte [mm]	Länge [mm]	Schrauben	Nr.
Stirnblech1	P20,0x110,0-217,8 (S 235)		1	Doppelkehlnaht: a = 4,0 Doppelkehlnaht: a = 3,0	220,0 217,8	M16 10.9	4
Zuschnitt1				Doppelkehlnaht: a = 7,0 Doppelkehlnaht: a = 4,0	190,0 284,0		

Schweissnähte

Typ	Material	Halsdicke [mm]	Schenkelgrösse [mm]	Länge [mm]
Doppelkehlnaht	S 235	4,0	5,7	504,0
Doppelkehlnaht	S 235	3,0	4,2	217,8
Doppelkehlnaht	S 235	7,0	9,9	190,0

Schrauben

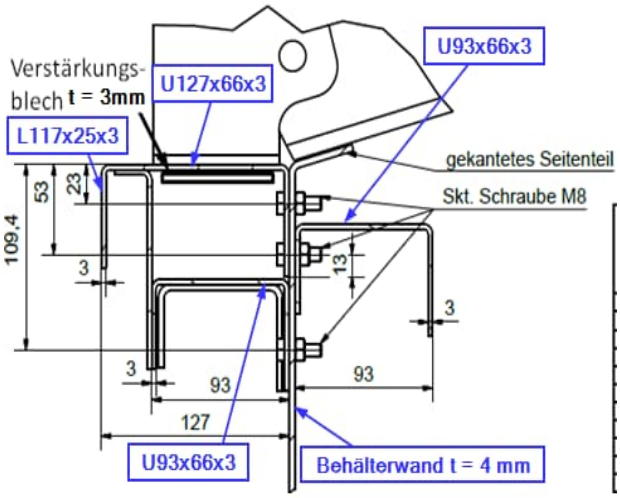
Name	Grifflänge [mm]	Anzahl
M16 10.9	30	4

Normeinstellung

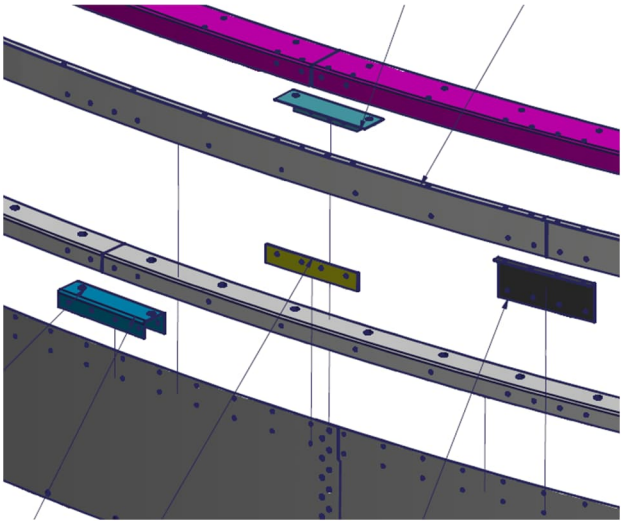
Position	Wert	Einheit	Artikel/Gleichung
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,10	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgrösse	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 Tabelle 3.7
Plastische Grenzdehnung	0,05	-	EN 1993-1-5
Spannungsauswertung der Schweissnaht	Plastische Umverteilung		
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen den Schrauben [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8: Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Berechnetes αb für Lochleibungsnachweis	Ja		EN 1993-1-8: Tabelle 3.4
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Grenzwert der lokalen Verformung	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Nein		Große Verformungen bei Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.8. Pos. 8 – Randprofil (Dacheckring)

Querschnitt



Explosionszeichnung (ohne inneres U-Profil)



System:
Zug- /Druckring, Ø 24,0 m

Lasten:
Eigengewicht Träger programintern
Die weiteren Lasten ergeben sich aus den angrenzenden Bauteilen (siehe Anlage 2)

N,Ed = 375 kN (Siehe Anlage 2 Seite 57)

Bemessung: siehe Anlage 2
Die Stöße der Einzelquerschnitte sind versetzt anzuordnen.

Querschnitte:
A_1 = (12,7 cm + 6,3 cm + 5,8cm) * 0,3cm = 7,44 cm² (U127x66x3)
A_2 = (11,7 cm + 2,2 cm) * 0,3cm = 4,17 cm² (L117x25x3)
A_3 = (9,3 cm + 6,3 cm + 4,9 cm) * 0,3cm = 6,15 cm² (U93x66x3) (2x)
A_4 = 20,0 cm * 0,40 cm = 8,0 cm² (Behälterwand)
A_{Ges} = 7,59 + 4,17 + 2x6,15 + 8,0 = 32,1 cm²

Tragfähigkeiten für Lochleibung:
Lochleibungstragfähigkeit M8:
e1 > 30 mm > 3*d = 3* 8 mm = 24 mm → αb = 1
fu,red = 0,5* 27,5kN/cm² + 0,6 * 55 kN/cm² = 46,8 kN/cm² (gemäß DIN EN 1993-1-4)
Fb,Rd = 2,5 * 1,0 * 1,0 * 46,8kN/cm² * 0,8cm * 0,3cm / 1,25 **Fb,Rd = 22,5 kN**

Lochleibungstragfähigkeit M12:
e1 > 40 mm > 3*d = 3* 12 mm = 36 mm → αb = 1
fu,red = 0,5* 27,5kN/cm² + 0,6 * 55 kN/cm² = 46,8 kN/cm² (gemäß DIN EN 1993-1-4)
Fb,Rd = 2,5 * 1,0 * 1,0 * 46,8kN/cm² * 1,2cm * 0,3cm / 1,25 **Fb,Rd = 33,7 kN**

Tragfähigkeiten für Abscheren:

Fv,Rd = 0,6 * 70 kN/cm² * 0,366cm² / 1,25 (M8) **Fv,Rd = 12,3 kN**
Fv,Rd = 0,6 * 70 kN/cm² * 0,843cm² / 1,25 (M12) **Fv,Rd = 28,3 kN**

Lochleibungsnachweis (U 127x66x3):

N_{Ed1} = 375 kN * 7,44cm² / 32,1cm² = 87 kN
Kopplung über 2x5 Schrauben M8 und 2x1 Schraube M12
Fb,Rd,ges = 5x22,5 kN + 33,7 kN = 146,2 kN
η = 87 kN / 146,2 kN = 0,60 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Abschernachweis (U 127x66x3):

6 Scherflächen M8 + 1 Scherfläche M12
Fv,Rd,ges = 6 x 12,3 kN + 28,3 kN = 102,1 kN
η = 87 kN / 102,1 kN = 0,85 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Lochleibungsnachweis (L 117x25x3):

N_{Ed2} = 375 kN * 4,17cm² / 32,1cm² = 49 kN
Kopplung über 2x4 Schrauben M8
Fb,Rd,ges = 4x22,5 kN = 90,0kN
η = 49 kN / 90,0 kN = 0,54 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Abschernachweis (L 117x25x3):

6 Scherflächen M8
Fv,Rd,ges = 6 x 12,3 kN = 73,8 kN
η = 49 kN / 73,8 kN = 0,66 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Lochleibungsnachweis (U 93x66x3):

N_{Ed3} = 375 kN * 6,15cm² / 32,1cm² = 72 kN
Kopplung über 2x4 Schrauben M8 und 2x1 Schraube M12
Fb,Rd,ges = 4x22,5 kN + 33,7 kN = 123,7 kN
η = 72 kN / 123,7 kN = 0,58 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Abschernachweis (U93x66x3):

6 Scherflächen M8 + 1 Scherfläche M12
Fv,Rd,ges = 6 x 12,3 kN + 28,3 kN= 102,1 kN
η = 72 kN / 102,1 kN = 0,71 < 1,0
Nachweis erfüllt!

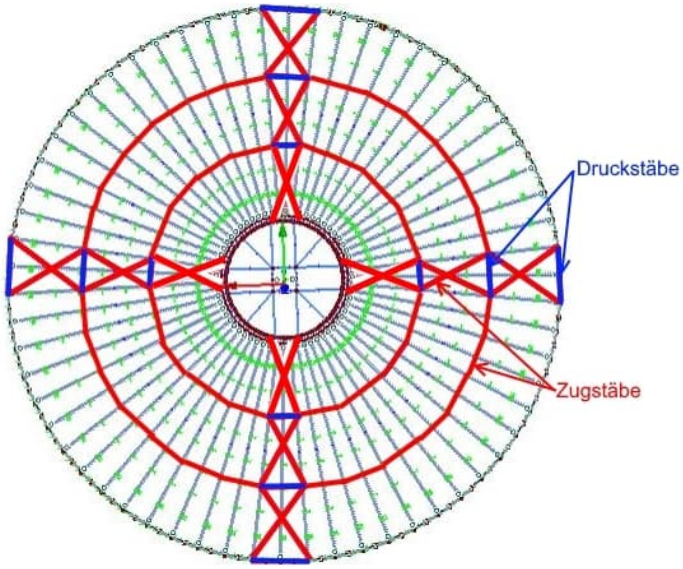
Spannungsnachweis:
Max N_{Ed} = 375 kN
Npl,Rd = 32,0 cm² * 27,5kN/cm² / 1,0 = 880 kN
Nettoquerschnittsfläche aufgrund Schraubenlöchern:
A_{Netto} = 32 cm² - (6 * 0,9cm + 1,3cm) * 0,3 cm = 30,0 cm²
Nu,Rd = 0,9 * 30,0 cm² * 46,8 kN/cm² (fu,red) / 1,25 = 1011 kN
η = 375,0 kN / 1011,0 kN = 0,37 < 1,0
Nachweis erfüllt!

Stabilitätsnachweis:
Der Abstand benachbarter Sparrenanschlusspunkte ist mit 1,21m < 3,25m. Aus diesem Grund braucht die Stabilität des Dacheckringes nach DIN EN 1993-4-2 nicht nachgewiesen zu werden.

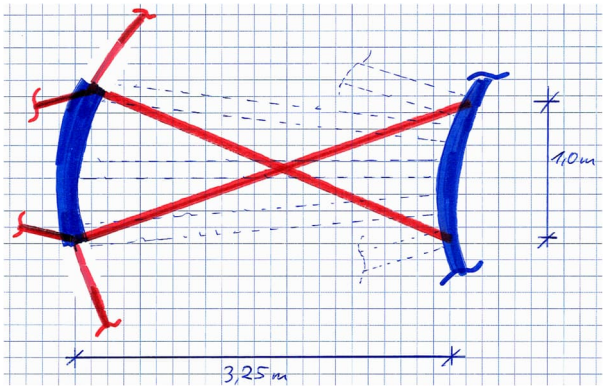
Gewählt:	Zusammengesetztes Profil aus gekanteten Einzelquerschnitten: 1x U 127x66x3, Rp0,2 = 27,5 kN/cm² 1x L 117x25x3, Rp0,2 = 27,5 kN/cm² 2x U 93x66x3, Rp0,2 = 27,5 kN/cm² Behälterwand t = 4,0 mm, Rp0,2 = 27,5 kN/cm² Behälterdach t = 1,5 mm, Rp0,2 = 27,5 kN/cm² Lokales Verstärkungsblech t = 3mm im Bereich der Schrauben der Sparrenanschlüsse Die Stöße der Einzelquerschnitte sind versetzt anzuordnen!

3.9. Pos. 9 – Aussteifungsverband (alternativ zur oberen Dachhaut)

Draufsicht – Aussteifungsverbände



Draufsicht auf ein Verbandsfeld



Wenn die obere Dachhaut vorhanden ist, übernimmt diese die Funktion der Aussteifung und Kippstabilisierung der Sparren. Sollte die obere Dachhaut nicht ausgeführt werden, so sind, aufgrund der Größe des Daches und der erforderlichen Kippstabilisierung in den 1/3-Punkten der Sparren, vier Aussteifungsverbände und zwei Umfangsringe anzubringen.

Lasten:

Die Verbände werden gemäß DIN EN 1993-4-2 für eine Abtriebskraft bemessen, die 1% der Summe der Normalkräfte in den stabilisierten Bauteilen beträgt.

Ø $N_{Ed,Sparren}$	= -45,0 kN
Anzahl Sparren	= 62
Anzahl Verbände	= 4
Abtriebskraft	= 45,0 kN * 0,01 * 62 / 4 = 7,0 kN

Zugkraft in den Diagonalen:
α = arctan (1,0m/3,25m) = 17,1°
Ft,Ed = 7,0 kN / sin 17,1° = 23,8 kN

Bemessung:

Spannungsnachweis Blech:

Zugdiagonale FL 40x4 mm

Npl,Rd = 4,0cm * 0,4cm * 27,5kN/cm² / 1,0 = 44,0 kN

Nu,Rd = 0,9 * (4,0cm – 1,3cm)* 0,4cm * 46,8 kN/cm² (fu,red) / 1,25 = 36,4 kN

η = 23,8 kN / 36,4 kN = 0,65 < 1,0

Nachweis erfüllt!

Schraubennachweis:

Lochleibungstragfähigkeit nach Tabelle 8.4 der DIN EN 1993-1-3:2010-12

e1 = 40 mm > 3*d = 3* 12 mm = 36 mm → αb = 1

fu,red = 0,5* 27,5kN/cm² + 0,6 * 55 kN/cm² = 46,8 kN/cm² (gemäß DIN EN 1993-1-4)

Fb,Rd = 2,5 * 1,0 * 1,0 * 46,8kN/cm² * 1,2cm * 0,4cm / 1,25 **Fb,Rd = 44,9 kN**

Abschertragfähigkeit einschnittig ungestützte Verbindung

Fv,Rd = 1,5 * 46,8 kN/cm² * 1,2cm * 0,4cm /1,25 **Fv,Rd = 27,0 kN**

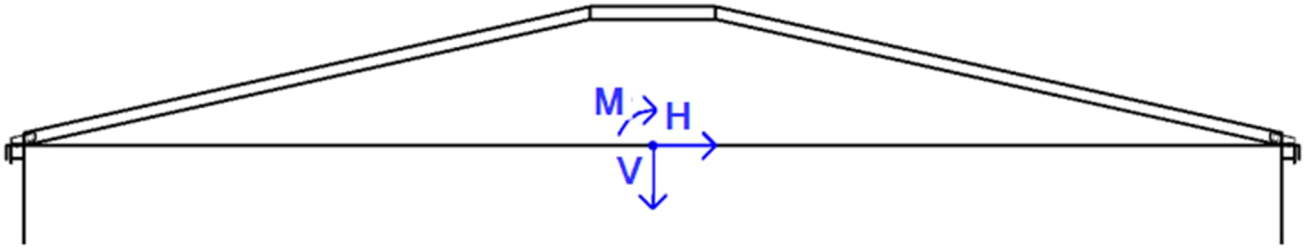
η = 23,8 kN / 27,0 kN = 0,88 < 1,0

Nachweis erfüllt!

Gewählt:

Zugstäbe:	BL 40x4mm, Rp,02 = 27,5 kN/cm² Anschluss über 1x M 12, A4-70
Druckstäbe:	gekantetes U 50x160x50x4mm, Rp,02 = 27,5 kN/cm² oder gleichwertig Anschluss über Schrauben M 12, A4-70

4. Auflagerkräfte



D = 23,801m: Gesamtauflagerlasten (γ = 1,0)

Auflagerlasten aus dem Behälterdach bei UK Dach

Lastfall	V [kN]	H [kN]	M [kNm]	
			Mb	Mt
Eigengewicht (o. Rührwerk)	430	0	0	0
Eigengewicht Rührwerk	105	0	0	0
Verkehrslast	45	0	0	0
Schnee (NDT)	330 (690)	0	0	0
Wind (Reiner Winddruck)	150	0	0	0
Wind (Reiner Windsog)	-295	0	0	0
Wind (+/-)	-85	40	50	0
Rührwerk MAX	105	4	60	50
Unterdruck	140	0	0	0
Überdruck	-1260	0	0	0
Kran (Fangfall) Außergewöhnlich	15	5	120	0

Schlussseite

Sämtliche Annahmen sind vor Ort von der ausführenden Firma verantwortlich zu prüfen. Bei Abweichungen ist sofort der Aufsteller zu verständigen. Eventuell sind dann neue Nachweise notwendig. Ohne Genehmigung des Aufstellers dürfen Änderungen nicht vorgenommen werden, dies betrifft insbesondere Änderungen während der Arbeiten auf der Baustelle. Im Falle nicht genehmigter Änderungen lehnen wir jede Haftung ab. Bei prüfpflichtigen Bauvorhaben darf nur entsprechend der geprüften Unterlagen gebaut werden.

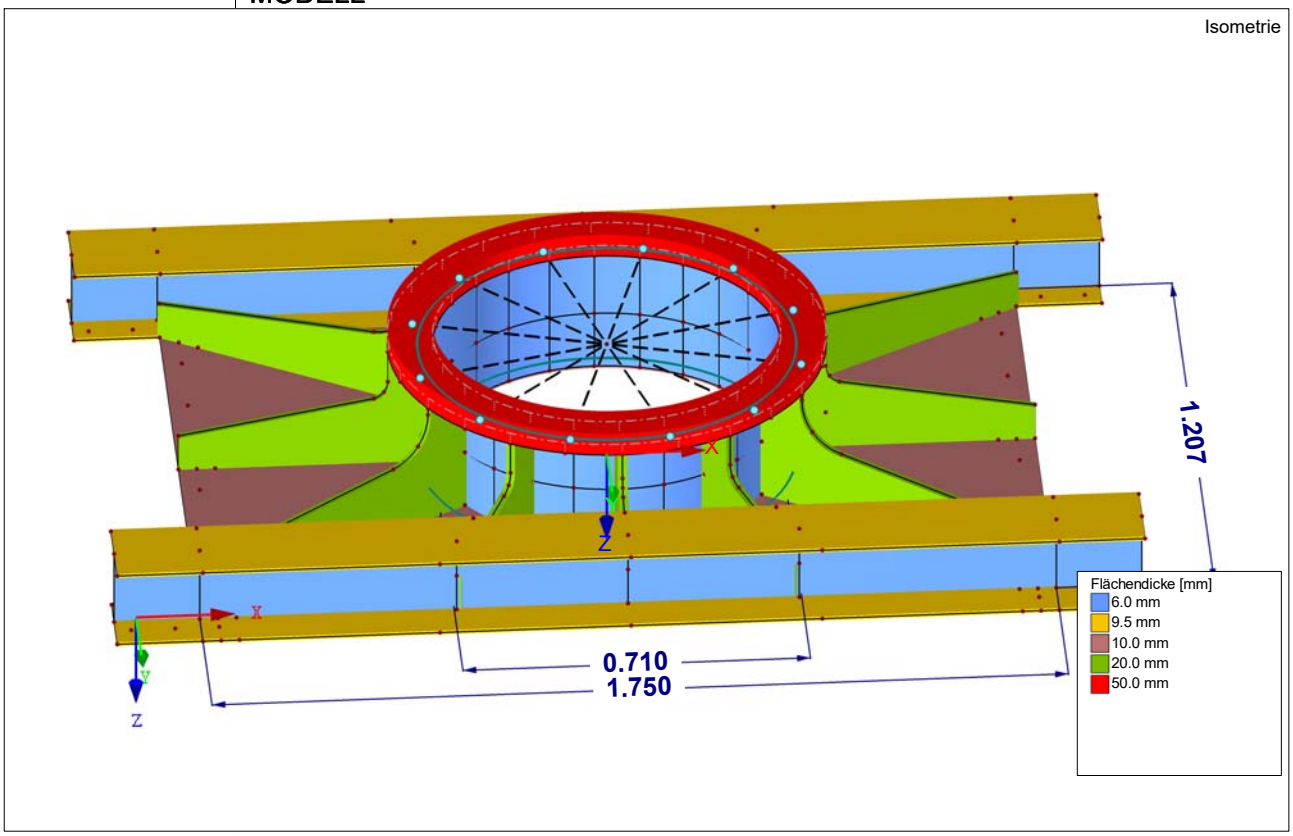
Aufsteller: **Eriksen und Partner GmbH**
- Planen und Beraten im Bauwesen -
Cloppenburger Str. 200, 26133 Oldenburg

Oldenburg, den 10.07.2024

Sachbearbeiter/-in: _____
i. A.: M. Eng. Kai Zakrzewski

Geschäftsführer: _____
Digital signiert von Gerhard Eberlein
Datum: 10.07.2024
Dipl.-Ing. Gerhard Eberlein

MODELL



INHALT

Grafik	Modell, Isometrie	1
	Modell-Basisangaben	1
	FE-Netz-Einstellungen	2
1	**Modell**	
1.3	Materialien	2
1.4	Flächen	2
1.4.1	Flächen - Exzentrizitäten	4
1.4.2	Flächen - Integrierte Objekte	4
1.6	Öffnungen	4
1.7	Knotenlager	4
1.7.2	Knotenlager - Federn	4
1.7.3	Knotenlager - Ausfälle	4
1.8	Linienlager	5
1.8.2	Linienlager - Federn	5
1.8.3	Linienlager - Ausfälle	5
1.13	Querschnitte	5
1.14	Stabendgelenke	5
1.17	Stäbe	5
2	**Lastfälle und Kombinationen**	
2.1	Lastfälle	6
2.1.1	Lastfälle - Berechnungsparameter	6
2.5	Lastkombinationen	6
2.5.2	Lastkombinationen - Berechnungsparameter	7
2.7	Ergebniskombinationen	8
3	**Lasten**	
Grafik	LF1 - LF1: Eigengewicht, In X-Richtung	9
	LF2 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	10
Grafik	LF2 - LF2: Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast), Isometrie	10
	LF3 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	11
Grafik	LF3 - LF3: Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast), Isometrie	11
	LF4 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	12
Grafik	LF4 - LF4: Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast), Isometrie	12
	LF5 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	13
Grafik	LF5 - LF5: Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast), Isometrie	13
	LF8 - Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme) - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise Koordinatensystem	14
Grafik	LF8 - LF8: Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme), Isometrie	14
	LF9 - Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme) - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise Koordinatensystem	15
Grafik	LF9 - LF9: Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme), Isometrie	15
4	**Ergebnisse - Lastfälle, Lastkombinationen**	
4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	16
	Ergebnisse - Ergebniskombinationen	
4.1	Knoten - Lagerkräfte	18
Grafik	Spannungen $\sigma_{v,Mises,Max}$, EK1: Bemessungsschnittgrößen Statisch, Isometrie	23
	Spannungsnachweis	23
Grafik	Spannungen $\sigma_{v,m,Mises}$, EK2: Bemessungsschnittgrößen Dynamisch, Isometrie	24
	Spannungsnachweis (Dynamisch) - Ermüdungsnachweis	24
Grafik	Globale Verformungen u, EK10: GZG - Charakteristisch, Isometrie	25
	RF-STABIL	
1.1	Basisangaben	26
2.1	Verzweigungslastfaktoren	26
Grafik	RF-STABIL FA1 - Eigenform u, Isometrie	26
	Stabilitätsbetrachtung	26

MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	:	623 420_Anlage 1_Rührwerkaufnahme DN700_2023-02-22
		Modelltyp	:	3D
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach unten

MODELL-BASISANGABEN

	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen		:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen		
		☐ RF-ZUSCHNITT		
		☐ Rohrleitungsanalyse		
		☐ CQC-Regel anwenden		
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
		Erdbeschleunigung		
		g	:	10.00 m/s²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	:	0.015 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ε	:	0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
		☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen			
		☒ Teilung auch für gerade Stäbe,		:	Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente
		die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit Mindestanzahl der Stabteilungen:		:	2
		☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt			
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	:	1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	:	0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke ☒Gleiche Quadrate generieren, wo möglich
		☒ Ausgerichtetes FE-Netz			

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewich γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Baustahl S 235						
	21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
1	Eben	Standard	24,30,98,31	1	Konstant	9.5	0.049	3.66
2	Eben	Standard	31,50,33,25	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
3	Eben	Standard	36,159,114,96,111, 154,1,26	1	Konstant	9.5	0.038	2.85
4	Eben	Standard	27,1,154,111,48,32, 156,38	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
5	Eben	Standard	28,31,39,424,111, 154,1	1	Konstant	6.0	0.085	3.99
6	Eben	Standard	40,46,83,47	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
7	Eben	Standard	47,91,49,41	1	Konstant	9.5	0.049	3.66
8	Eben	Standard	52,160,150,77,113, 155,2,42	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
9	Eben	Standard	20,2,155,113,80, 116,161,54	1	Konstant	9.5	0.038	2.85
10	Eben	Standard	44,47,55,113,155,2	1	Konstant	6.0	0.085	3.99
11	Eben	Standard	56,62,99,63	1	Konstant	9.5	0.030	2.21
12	Eben	Standard	63,53,65,57	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
13	Eben	Standard	68,93,3,58	1	Konstant	9.5	0.023	1.72
14	Eben	Standard	59,3,45,70	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
15	Eben	Standard	428,60,63,71,3	1	Konstant	6.0	0.057	2.66
16	Eben	Standard	72,78,82,79	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
17	Eben	Standard	79,90,81,73	1	Konstant	9.5	0.030	2.21
18	Eben	Standard	84,43,4,74	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
19	Eben	Standard	9,4,89,86	1	Konstant	9.5	0.023	1.72
20	Eben	Standard	76,79,87,4	1	Konstant	6.0	0.057	2.66
21	Eben	Standard	98,94,56,95	1	Konstant	9.5	0.030	2.21
22	Eben	Standard	95,57,97,50	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
23	Eben	Standard	103,58,5,96	1	Konstant	9.5	0.023	1.72
24	Eben	Standard	48,5,59,102	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
25	Eben	Standard	424,39,95,60,428,5	1	Konstant	6.0	0.057	2.66
26	Eben	Standard	83,109,72,110	1	Konstant	9.5	0.033	2.49
27	Eben	Standard	110,73,112,91	1	Konstant	9.5	0.030	2.21
28	Eben	Standard	115,74,6,77	1	Konstant	9.5	0.033	2.49

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
29	Eben	Standard	80,6,9,92	1	Konstant	9.5	0.023	1.72
30	Eben	Standard	55,110,76,6	1	Konstant	6.0	0.057	2.66
31	Eben	Standard	99,124,123,125	1	Konstant	9.5	0.049	3.66
32	Eben	Standard	125-127,53	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
33	Eben	Standard	130,104,166,35,163, 69,7,93	1	Konstant	9.5	0.038	2.85
34	Eben	Standard	45,7,69,163,131, 165,100,101	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
35	Eben	Standard	71,125,133,163,69,7	1	Konstant	6.0	0.085	3.99
36	Eben	Standard	82,85,139,141	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
37	Eben	Standard	141-143,90	1	Konstant	9.5	0.049	3.66
38	Eben	Standard	88,61,164,144,162, 66,8,43	1	Konstant	9.5	0.045	3.39
39	Eben	Standard	89,8,66,162,19,167, 105,148	1	Konstant	9.5	0.038	2.85
40	Eben	Standard	87,141,149,162,66,8	1	Konstant	6.0	0.085	3.99
41	Eben	Standard	205,206,184,19	1	Konstant	9.5	0.012	0.91
42	Eben	Standard	182,207,194,35	1	Konstant	9.5	0.012	0.91
43	Eben	Standard	189,208,187,123	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
44	Eben	Standard	189,209,192,126	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
45	Eben	Standard	197,210,182,131	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
46	Eben	Standard	182,211,189,133	1	Konstant	6.0	0.028	1.33
47	Eben	Standard	202,212,199,139	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
48	Eben	Standard	202,213,203,142	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
49	Eben	Standard	204,214,184,144	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
50	Eben	Standard	184,215,202,149	1	Konstant	6.0	0.028	1.33
51	Eben	Standard	227,228,217,20	1	Konstant	9.5	0.012	0.91
52	Eben	Standard	219,229,218,24	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
53	Eben	Standard	219,230,220,25	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
54	Eben	Standard	221,231,216,26	1	Konstant	9.5	0.012	0.91
55	Eben	Standard	222,232,216,27	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
56	Eben	Standard	216,233,219,28	1	Konstant	6.0	0.028	1.33
57	Eben	Standard	224,234,223,40	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
58	Eben	Standard	224,235,225,41	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
59	Eben	Standard	226,236,217,42	1	Konstant	9.5	0.016	1.17
60	Eben	Standard	217,237,224,44	1	Konstant	6.0	0.028	1.33
61	Quadrangel	Standard	16,369,11,290	1	Konstant	6.0	0.026	1.24
62	Quadrangel	Standard	267,370,16,354	1	Konstant	6.0	0.024	1.12
63	Quadrangel	Standard	13,371,267,355	1	Konstant	6.0	0.025	1.19
64	Quadrangel	Standard	18,372,13,356	1	Konstant	6.0	0.025	1.19
65	Quadrangel	Standard	17,373,18,357	1	Konstant	6.0	0.024	1.12
66	Quadrangel	Standard	12,374,17,358	1	Konstant	6.0	0.026	1.24
67	Quadrangel	Standard	248,375,12,359	1	Konstant	6.0	0.026	1.24
68	Quadrangel	Standard	14,376,248,360	1	Konstant	6.0	0.024	1.12
69	Quadrangel	Standard	15,377,14,361	1	Konstant	6.0	0.025	1.19
72	Quadrangel	Standard	313,290,274,23	1	Konstant	6.0	0.024	1.14
77	Eben	Standard	10,421,345,288,11, 274,129,158,21,273, 417	1	Konstant	20.0	0.075	11.70
78	Eben	Standard	134,422,336,401,12, 275,132,157,22,309, 419	1	Konstant	20.0	0.075	11.70
87	Quadrangel	Standard	268,378,15,362	1	Konstant	6.0	0.025	1.19
95	Quadrangel	Standard	317,354,313,256	1	Konstant	6.0	0.022	1.04
96	Quadrangel	Standard	276,355,317,257	1	Konstant	6.0	0.023	1.09
97	Quadrangel	Standard	315,356,276,258	1	Konstant	6.0	0.023	1.09
98	Quadrangel	Standard	314,357,315,259	1	Konstant	6.0	0.022	1.04
99	Quadrangel	Standard	275,358,314,260	1	Konstant	6.0	0.024	1.14
100	Quadrangel	Standard	316,359,275,261	1	Konstant	6.0	0.024	1.14
101	Quadrangel	Standard	311,360,316,262	1	Konstant	6.0	0.022	1.04
102	Quadrangel	Standard	312,361,311,263	1	Konstant	6.0	0.023	1.09
103	Quadrangel	Standard	318,362,312,264	1	Konstant	6.0	0.023	1.09
104	Quadrangel	Standard	319,363,318,265	1	Konstant	6.0	0.022	1.04
105	Quadrangel	Standard	274,364,319,266	1	Konstant	6.0	0.024	1.14
106	Quadrangel	Standard	279,379,268,363	1	Konstant	6.0	0.024	1.12
107	Quadrangel	Standard	11,380,279,364	1	Konstant	6.0	0.026	1.24
113	Eben	Standard	96,254,318,268,277, 334,425,427,426,424	1	Konstant	20.0	0.054	8.55
116	Eben	Standard	80,253,317,267,402, 337,431,433,432,430	1	Konstant	20.0	0.054	8.55
117	Eben	Standard	93,246,311,14,344, 299,440,442,441,439	1	Konstant	20.0	0.054	8.55
118	Eben	Standard	89,251,315,18,340, 349,444,446,445,443	1	Konstant	20.0	0.054	8.55
119	Eben	Standard	397-400	1	Konstant	10.0	1.471	115.51
120	Eben	Standard	386-392,381-385	1	Konstant	50.0	0.233	91.31
124	Eben	Standard	58,247,312,15,341, 291,352,338,353,428	1	Konstant	20.0	0.044	6.98
125	Eben	Standard	9,270,276,13,339, 351,436,396,438,429	1	Konstant	20.0	0.044	6.98
128	Eben	Standard	335,248,316,252, 128,152,310,454,75, 289,302	1	Konstant	20.0	0.094	14.74
129	Eben	Standard	269,17,314,250,122, 151,418,455,138, 393,307	1	Konstant	20.0	0.094	14.74
130	Eben	Standard	153,332,435,135, 137,303,342,16,313, 249,121	1	Konstant	20.0	0.094	14.70
131	Eben	Standard	147,434,447,343, 348,347,304,279, 319,255,120	1	Konstant	20.0	0.094	14.70

1.4.1 FLÄCHEN - EXZENTRIZITÄTEN

Fläche Nr.	Exzentrizität e_z [mm]	Kommentar
120	-25.0	

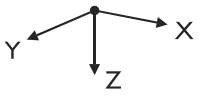
1.4.2 FLÄCHEN - INTEGRIERTE OBJEKTE

Fläche Nr.	Integrierte Objekte Nr.			Kommentar
	Knoten	Linien	Öffnungen	
3		119,168,242		
4		34,146,245		
8		29,174,244		
9		117,173,243		
10		430		
15		439		
20		429,443		
30		429,430		
33		106,175,239		
34		37,145,238		
35		439		
38		64,181,241		
39		108,180,240		
40		443		
41	147,149			
42	142,144			
45	141,143			
49	148,150			
51	156,160			
54	155,159			
55	158,162			
59	157,161			
77	295			
119		21,22,36,51,54,67,68,86,92, 103-105,107,114,116,118,120-122, 128-130,132,136,140,147,148, 151-153,157-159,161,166,167, 169-172,176-179,183,185,186,188, 190,191,193,195,196,198,200,201, 246,247,249-255,270-272,415,416, 420,423	1	
120		269,277,278,288,291-307,334-337, 339-342,344,345,347,349,351,401, 402	2	

1.6 ÖFFNUNGEN

Öffnung Nr.	Begrenzungslinien Nr.	In Fläche Nr.	Fläche A [m^2]	Kommentar
1	258-266,23,256,257	119	0.396	
2	374-380,369-373	120	0.396	

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder					
				u_X	u_Y	u_Z	φ_X	φ_Y	φ_Z
1	103,105,107,108,110, 112,113,115,117,118, 120,122,139-162	Global X,Y,Z	☐	Feder	Feder	Ausfall	☐	☐	☐

1.7.2 KNOTENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Knoten Nr.	Wegfeder [kN/m]			Drehfeder [kNm/rad]		
		$C_{u,X'}$	$C_{u,Y'}$	$C_{u,Z'}$	$C_{\varphi,X'}$	$C_{\varphi,Y'}$	$C_{\varphi,Z'}$
1	103,105,107,108,110,112, 113,115,117,118,120,122, 139-162	10000.000	10000.000	100000.000	-	-	-

1.7.3 KNOTENLAGER - AUSFÄLLE

Lager Nr.	Knoten Nr.	Ausfall des Lagers bei					
		$P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	$M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$
1	103,105,107,108, 110,112,113,115, 117,118,120,122, 139-162	-	-	Ausfall falls +P	-	-	-

1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs-system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung u_X	u_Y	u_Z	φ_X	φ_Y	φ_Z
1	1,2,21,22,29,34,37, 64,66,69,106-108, 117-122,128,136,140, 147,151-155,157,158, 162,163,182,184,216, 217,415,416,420,423	Global		☐	☐	☐	Ausfall	☐	☐	☐

1.8.2 LINIENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Linien Nr.	Wegfeder [kN/m²] $C_{u,X'}$	$C_{u,Y'}$	$C_{u,Z'}$	Drehfeder [kNm/rad/m] $C_{\varphi,X'}$	$C_{\varphi,Y'}$	$C_{\varphi,Z'}$
1	1,2,21,22,29,34,37, 64,66,69,106-108, 117-122,128,136,140, 147,151-155,157,158, 162,163,182,184,216, 217,415,416,420,423	-	-	100000.000	-	-	-

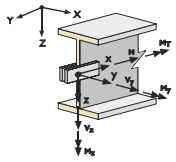
1.8.3 LINIENLAGER - AUSFÄLLE

Lager Nr.	Linien Nr.	Ausfall des Lagers bei [kN/m²] $u_{X'}$	$u_{Y'}$	$u_{Z'}$	Kommentar
1	1,2,21,22,29,34,37,64, 66,69,106-108,117-122, 128,136,140,147, 151-155,157,158,162, 163,182,184,216,217, 415,416,420,423	-	-	Ausfall falls -P	

1.13 QUERSCHNITTE

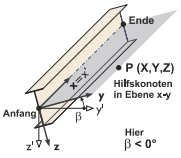
Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴] A [cm²]	I_y [cm⁴] A_y [cm²]	I_z [cm⁴] A_z [cm²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm Breite b	Höhe h
1	HEA 140							
	1	8.13 31.42	1033.00 19.83	389.30 6.25	0.00	0.00	140.0	133.0

1.14 STABENDGELENKE



Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/ u_x	u_y	u_z	Momentengelenk bzw. Feder[kNm/ φ_x	φ_y	φ_z	Kommentar
1	Lokal x,y,z	☐	1.000	☐	☐	1.000	☐	

1.17 STÄBE



Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt Anfang	Ende	Gelenk Nr. Anfang	Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
3	3	Nullstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.350	X
4	4	Nullstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.350	X
5	5	Nullstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.350	X
6	6	Nullstab	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.350	X
7	403	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
8	404	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
9	405	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
10	406	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
11	407	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
12	408	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
13	409	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
14	410	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
15	411	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
16	412	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
17	413	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY
18	414	Kopplung F-G	Winkel	0.00	0	0	-	-		-	0.420	XY

2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 | DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒	0.000	0.000	1.050
LF2	Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF3	Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF4	Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF5	Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF8	Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF9	Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme)	Ständig/Nutzlast	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter		
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF2	Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF3	Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF4	Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF5	Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF8	Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LF9	Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme)	Berechnungstheorie	: ⊙	Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ⊙	Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒	Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒	Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1		1.35*LF1 + 1.35*LF2	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)
LK2		1.35*LF1 + 1.35*LF3	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF3	Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)
LK3		1.35*LF1 + 1.35*LF4	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF4	Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast)
LK4		1.35*LF1 + 1.35*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF5	Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast)
LK7		LF1 + LF8	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF8	Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme)
LK8		LF1 + LF9	1	1.00	LF1	Eigengewicht

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
			2	1.00	LF9	Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme)
LK9		LF1 + LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF2	Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)
LK10		LF1 + LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF3	Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)
LK11		LF1 + LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF4	Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast)
LK12		LF1 + LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.00	LF5	Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast)

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LK1	1.35*LF1 + 1.35*LF2	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkräfte V_y und V_z
			☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK2	1.35*LF1 + 1.35*LF3	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkräfte V_y und V_z
			☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK3	1.35*LF1 + 1.35*LF4	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkräfte V_y und V_z
			☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK4	1.35*LF1 + 1.35*LF5	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkräfte V_y und V_z
			☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK7	LF1 + LF8	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für:
			☒ Normalkräfte N
			☒ Querkräfte V_y und V_z
			☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)

2.5.2 LASTKOMBINATIONEN - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-kombin.	Bezeichnung	Berechnungsparameter	
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK8	LF1 + LF9	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK9	LF1 + LF2	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK10	LF1 + LF3	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK11	LF1 + LF4	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)
LK12	LF1 + LF5	Berechnungstheorie	: ◉ II. Ordnung (P-Delta)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ◉ Picard
		Optionen	: ☒ Entlastende Wirkung von Zugkräften berücksichtigen
			: ☒ Schnittgrößen auf das verformte System beziehen für: ☒ Normalkräfte N ☒ Querkräfte V_y und V_z ☒ Momente M_y, M_z und M_T
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Materialien (Teilsicherheitsbeiwert γM)
			: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z)

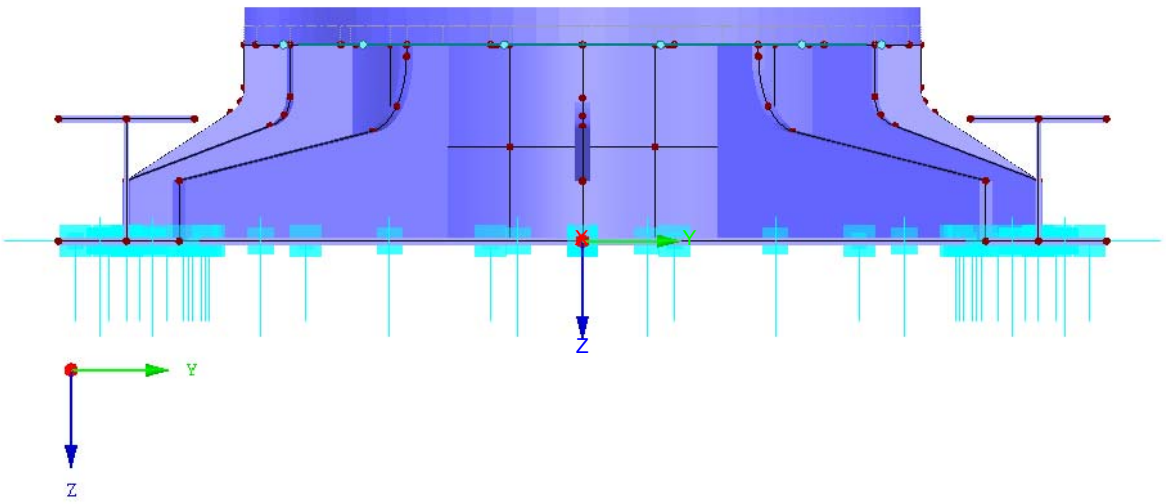
2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn. kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	Bemessungsschnittgrößen Statisch	LK1 oder bis LK4
EK2	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch	LF8/s oder LF9/s
EK10	GZG - Charakteristisch	LK9/s oder bis LK12

LF1: EIGENGEWICHT

LF1 : Eigengewicht

In X-Richtung



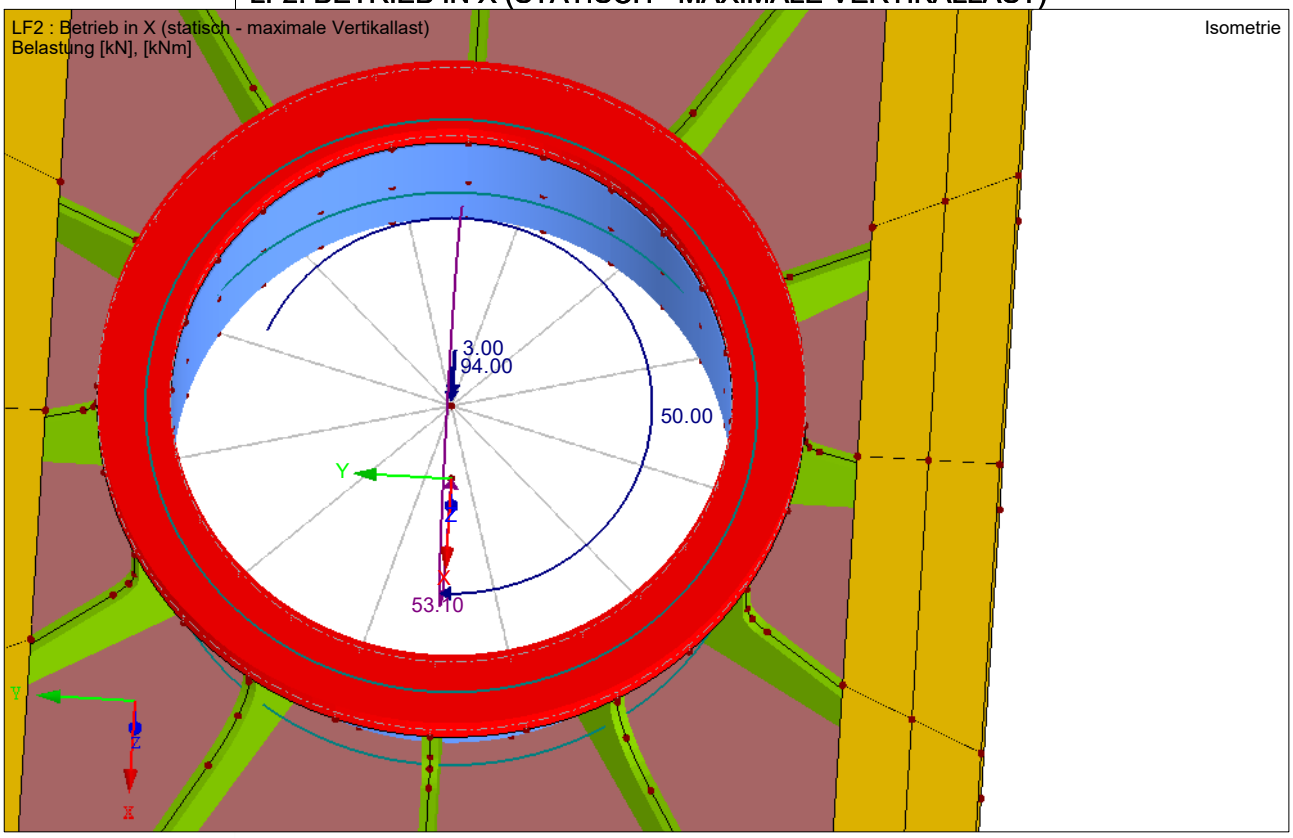
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF2

LF2
Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	3.00	0.00	94.00	0.00	-53.10	50.00

LF2: BETRIEB IN X (STATISCH - MAXIMALE VERTIKALLAST)



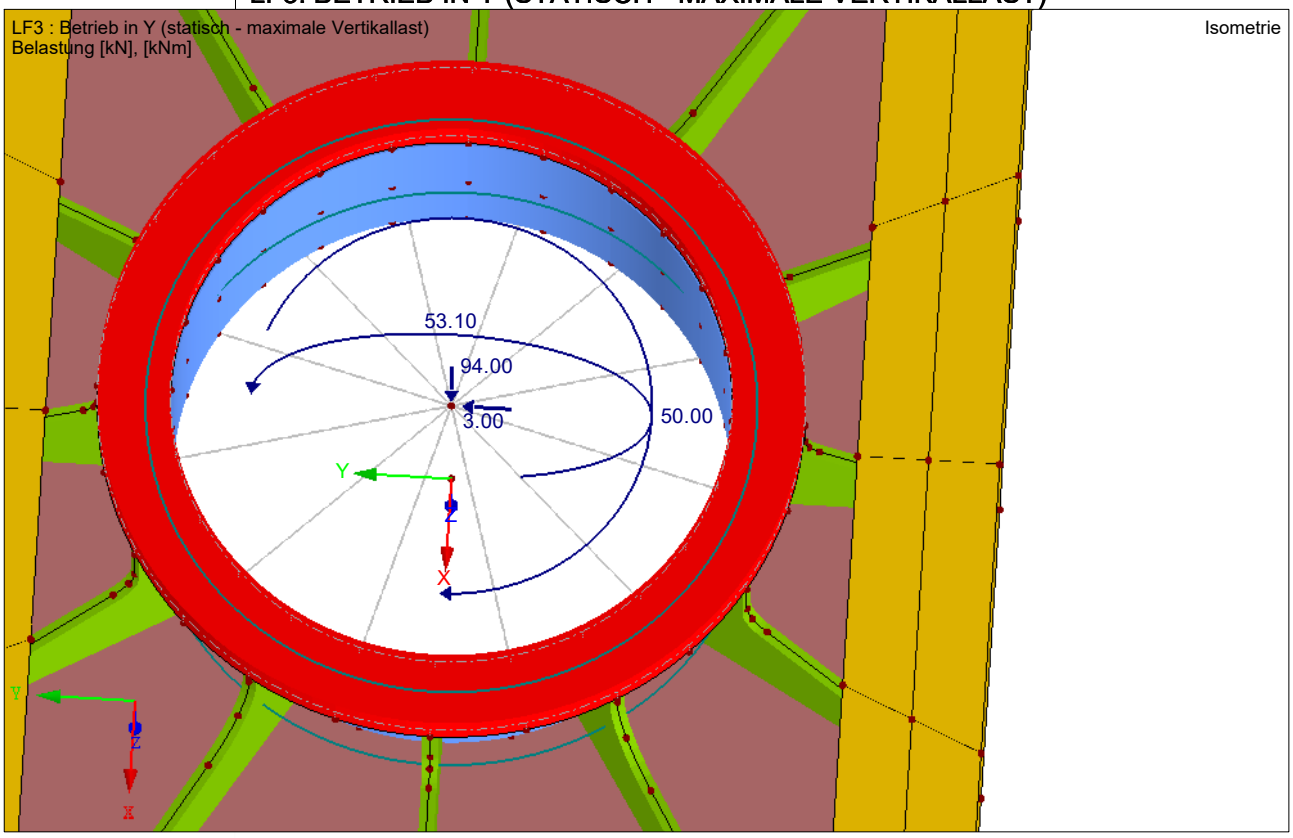
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF3

LF3
Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	0.00	3.00	94.00	53.10	0.00	50.00

LF3: BETRIEB IN Y (STATISCH - MAXIMALE VERTIKALLAST)



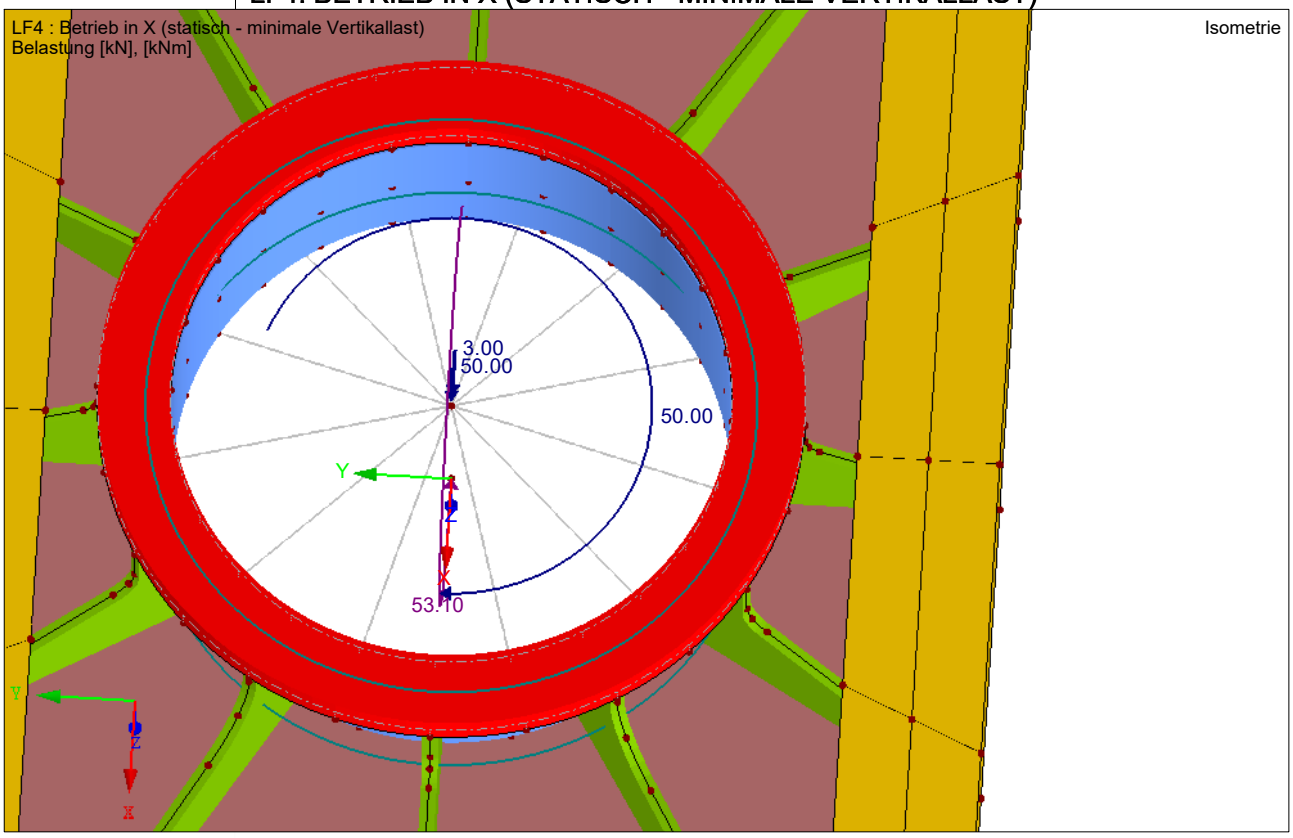
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF4

LF4
Betrieb in X (statisch - minimale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	3.00	0.00	50.00	0.00	-53.10	50.00

LF4: BETRIEB IN X (STATISCH - MINIMALE VERTIKALLAST)



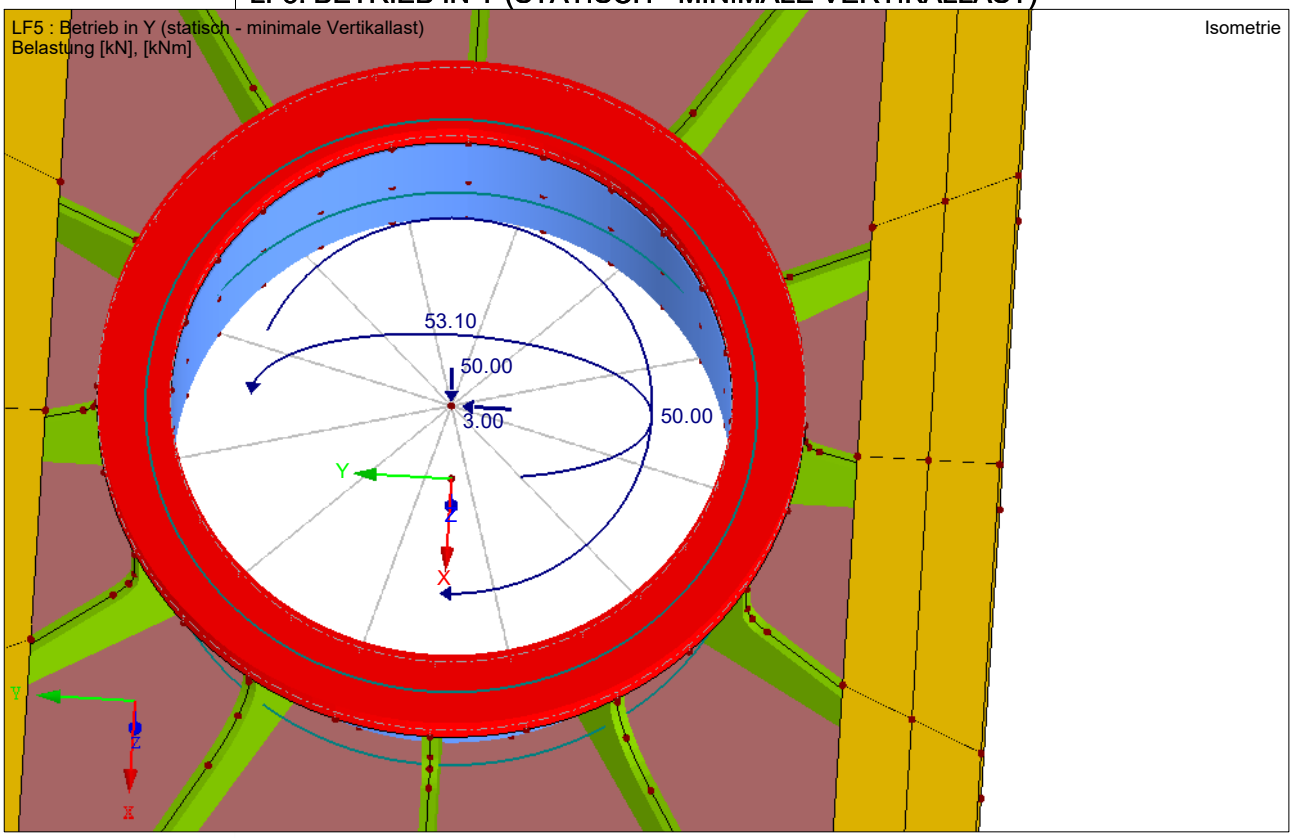
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF5

LF5
Betrieb in Y (statisch - minimale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	0.00	3.00	50.00	53.10	0.00	50.00

LF5: BETRIEB IN Y (STATISCH - MINIMALE VERTIKALLAST)



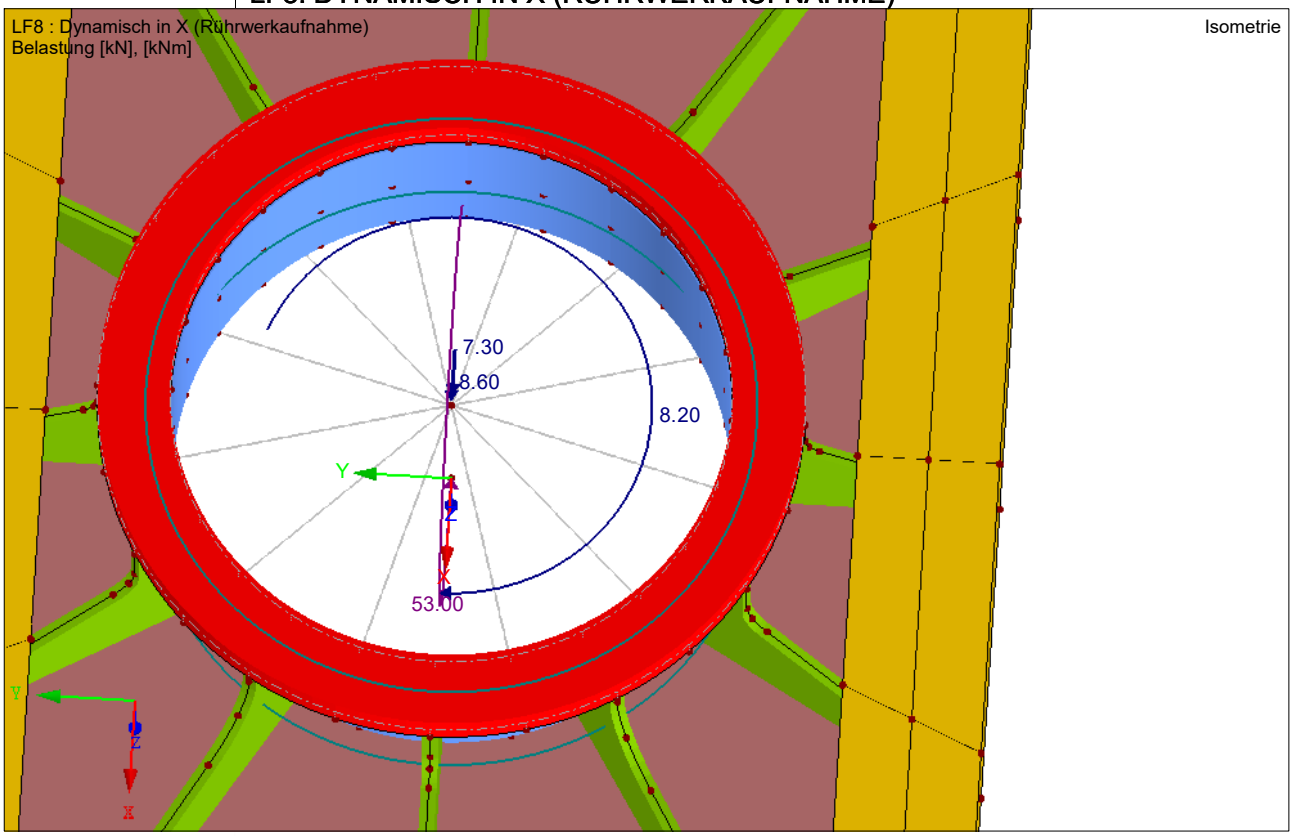
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE KOORDINATENSYSTEM

LF8
Dynamisch in X
(Rührwerkaufnahme)

LF8: Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	7.30	0.00	8.60	0.00	-53.00	8.20

LF8: DYNAMISCH IN X (RÜHRWERKAUFNAHME)



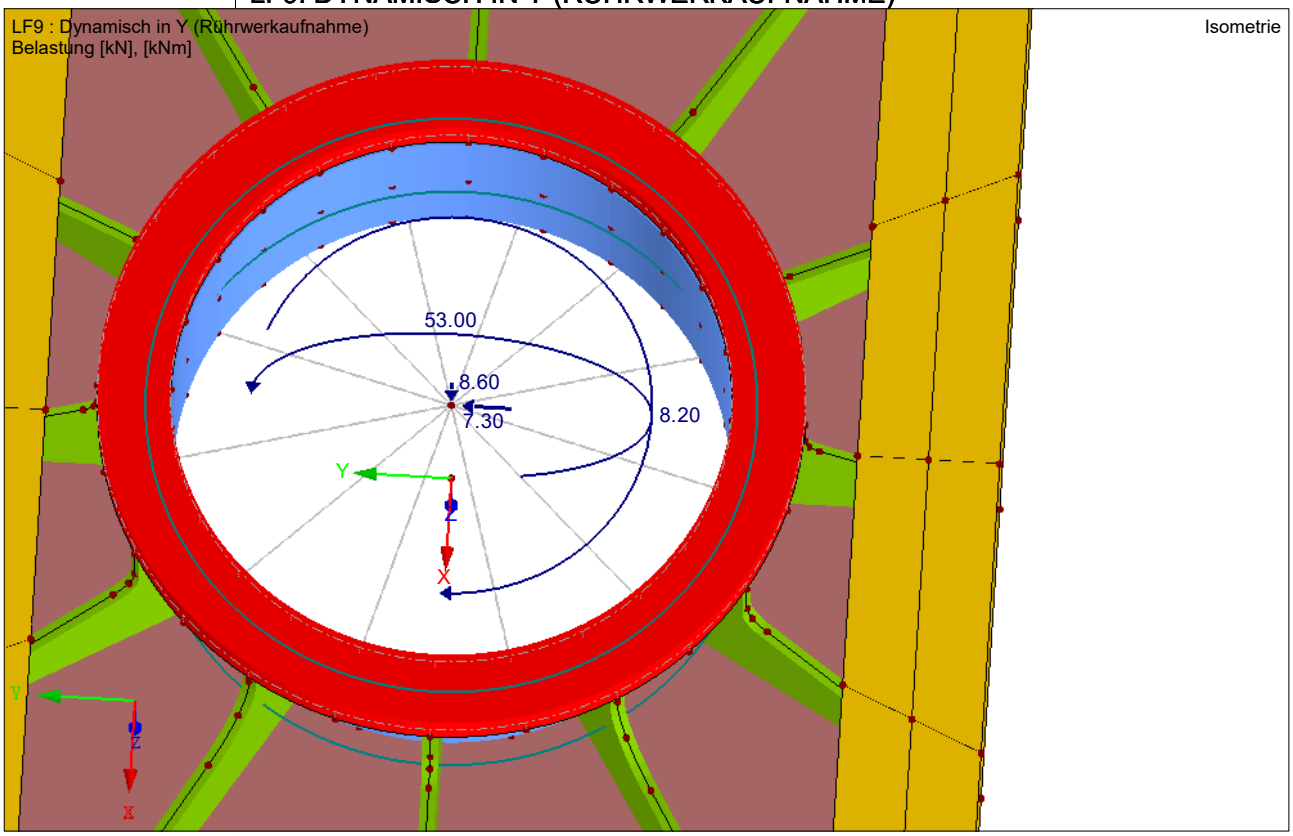
3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE KOORDINATENSYSTEM

LF9
Dynamisch in Y
(Rührwerkaufnahme)

LF9: Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	190	0 | Globales XYZ	0.00	7.30	8.60	53.00	0.00	8.20

LF9: DYNAMISCH IN Y (RÜHRWERKAUFNAHME)



4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	5.28	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	5.28	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-0.10 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 21799 (X: 0.726, Y: 0.442, Z: -0.103 m)
Max. Verschiebung in Y	-0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 22113 (X: 0.747, Y: -0.455, Z: -0.100 m)
Max. Verschiebung in Z	0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 55 (X: 0.000, Y: 0.514, Z: -0.162 m)
Max. Verschiebung vektoriell	0.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 55 (X: 0.000, Y: 0.514, Z: -0.162 m)
Max. Verdrehung um X	-0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13256 (X: 0.875, Y: 0.089, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 14066 (X: 0.770, Y: -0.295, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 9723 (X: 0.353, Y: 0.042, Z: -0.163 m)
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.242E+18		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+04		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.075E+952307		
Unendlich-Norm	2.768E+18		
Lastfall LF2 - Betrieb in X (statisch - maximale Vertikallast)			
Summe Belastung in Richtung X	3.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	3.00	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	94.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	94.00	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-0.10 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-53.57	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	50.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 19641 (X: -0.015, Y: -0.447, Z: -0.260 m)
Max. Verschiebung in Y	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 9073 (X: 1.050, Y: -0.678, Z: -0.162 m)
Max. Verschiebung in Z	0.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 19690 (X: 0.446, Y: 0.031, Z: -0.260 m)
Max. Verschiebung vektoriell	0.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 19685 (X: 0.443, Y: -0.061, Z: -0.260 m)
Max. Verdrehung um X	-5.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13256 (X: 0.875, Y: 0.089, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	3.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 14067 (X: 0.770, Y: -0.310, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 12410 (X: 0.353, Y: -0.042, Z: -0.163 m)
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	4		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.242E+18		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+04		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	7.571E+952307		
Unendlich-Norm	2.768E+18		
Lastfall LF3 - Betrieb in Y (statisch - maximale Vertikallast)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	3.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	3.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	94.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	94.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	53.57	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-0.10 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.01	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	50.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 9342 (X: 0.890, Y: 0.604, Z: -0.162 m)
Max. Verschiebung in Y	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 19686 (X: 0.445, Y: -0.046, Z: -0.260 m)
Max. Verschiebung in Z	1.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
Max. Verschiebung vektoriell	1.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um X	4.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13233 (X: 0.875, Y: 0.430, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-4.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 19186 (X: -0.770, Y: 0.354, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 9732 (X: 0.317, Y: 0.161, Z: -0.163 m)
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	4		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.242E+18		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+04		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	2.178E+952312		
Unendlich-Norm	2.768E+18		
Lastfall LF8 - Dynamisch in X (Rührwerkaufnahme)			
Summe Belastung in Richtung X	7.30	kN	

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
	Summe Lagerkräfte in X	7.30	kN	Abweichung -0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	8.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	8.60	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-0.10 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-54.13	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	8.20	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 19644 (X: 0.029, Y: -0.446, Z: -0.260 m)
	Max. Verschiebung in Y	0.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 131 (X: 1.050, Y: -0.693, Z: -0.162 m)
	Max. Verschiebung in Z	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 19689 (X: 0.447, Y: 0.015, Z: -0.260 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 19685 (X: 0.443, Y: -0.061, Z: -0.260 m)
	Max. Verdrehung um X	3.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13333 (X: -0.875, Y: 0.059, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	1.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13318 (X: -0.875, Y: -0.183, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 12411 (X: 0.354, Y: -0.028, Z: -0.163 m)
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	4		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.242E+18		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+04		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.525E+952 314		
	Unendlich-Norm	2.768E+18		
Lastfall LF9 - Dynamisch in Y (Rührwerkaufnahme)				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	7.30	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	7.30	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	8.60	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	8.60	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	54.13	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:-0.10 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	8.20	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-0.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 9495 (X: 1.021, Y: 0.514, Z: -0.162 m)
	Max. Verschiebung in Y	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 19685 (X: 0.443, Y: -0.061, Z: -0.260 m)
	Max. Verschiebung in Z	1.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	1.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um X	2.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 13358 (X: -0.875, Y: 0.430, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 19185 (X: -0.770, Y: 0.369, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 9731 (X: 0.323, Y: 0.148, Z: -0.163 m)
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	4		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.242E+18		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+04		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.201E+952 310		
	Unendlich-Norm	2.768E+18		
Gesamt				
	Max. Verschiebung in X	0.2	mm	LF2, FE-Netzknoten Nr. 19641 (X: -0.015, Y: -0.447, Z: -0.260 m)
	Max. Verschiebung in Y	0.5	mm	LF3, FE-Netzknoten Nr. 19686 (X: 0.445, Y: -0.046, Z: -0.260 m)
	Max. Verschiebung in Z	1.6	mm	LF3, FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	1.6	mm	LF3, FE-Netzknoten Nr. 57 (X: 0.000, Y: 0.694, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um X	-5.1	mrad	LF2, FE-Netzknoten Nr. 13256 (X: 0.875, Y: 0.089, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-4.1	mrad	LF3, FE-Netzknoten Nr. 19186 (X: -0.770, Y: 0.354, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.9	mrad	LF2, FE-Netzknoten Nr. 12410 (X: 0.353, Y: -0.042, Z: -0.163 m)
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	36		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	22098		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	22138		
	Anzahl der Gleichungen	132828		
	Maximale Anzahl Iterationen	100		
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
	Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
	Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	0		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Ausgefallene Lager aktivieren	☒		
	Optionen:			
	Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	☒		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	☒		
	Die eingestellten Steifigkeitsänderungen a	☒		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

aktivieren		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	☐	
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	☒	
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	☐	
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade	
Platten-Biegetheorie	Kirchhoff	
Solver-Version	64-bit	
Genauigkeit und Toleranz: Standardeinstellung ändern	☐	
Nichtlineare Effekte - Aktivieren: Lager und elastische Bettungen	☒	

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN] $P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	Lagermomente [kNm] $M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$	
103	EK1	Max	1.41	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.31	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.28	0.17	-3.03	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.05	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.42	1.14	-1.45	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
105	EK1	Max	0.92	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-0.91	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.21	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.10	0.19	-0.20	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.68	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.35	1.18	-0.67	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
107	EK1	Max	0.60	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.17	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.01	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.44	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.25	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
108	EK1	Max	0.32	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.13	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.09	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.23	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.04	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
110	EK1	Max	0.12	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.30	0.00	-1.20	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.17	0.44	-0.20	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.08	0.20	-0.40	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.09	1.30	-0.44	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.23	1.20	-0.88	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
112	EK1	Max	0.14	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.31	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.11	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.10	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.37	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
113	EK1	Max	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.57	-2.01	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.48	0.03	-2.37	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.28	-0.18	-3.06	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.83	-1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.35	-1.16	-1.49	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
115	EK1	Max	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.62	-0.56	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN] $P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	Lagermomente [kNm] $M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$	
115	EK2	Max	0.23	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
115		Min	0.16	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.42	-1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.11	-1.20	-0.42	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
117	EK1	Max	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.21	-1.64	-1.60	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.03	-0.19	-3.62	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.01	-1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.16	-1.21	-1.19	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
118	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.67	-1.63	-1.72	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.13	-0.20	-3.64	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.29	-1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.50	-1.20	-1.28	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
120	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-1.17	-1.60	-1.17	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.29	-0.19	-0.40	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.53	-1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.87	-1.18	-0.87	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
122	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-1.83	-1.56	-1.12	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.52	-0.19	-2.37	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.74	-1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.36	-1.16	-0.83	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
139	EK1	Max	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.50	-4.79	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.72	0.05	-0.02	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.35	-0.16	-5.22	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.20	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.54	-1.11	-3.55	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
140	EK1	Max	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.52	-8.68	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.67	0.05	-4.20	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.35	-0.16	-10.87	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.12	-1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.50	-1.12	-6.43	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
141	EK1	Max	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.52	-1.12	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.72	-0.01	-0.32	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.35	-0.16	-0.97	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.18	-1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.52	-1.13	-0.83	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
142	EK1	Max	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.52	-3.48	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.67	-0.01	-2.23	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.35	-0.16	-3.96	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.12	-1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.50	-1.13	-2.58	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
143	EK1	Max	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.52	-0.66	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.72	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN] $P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	Lagermomente [kNm] $M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$	
143		Min	0.35	-0.16	-0.61	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
143	EK10	Max	1.17	-1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.52	-1.12	-0.49	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
144	EK1	Max	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	-1.51	-1.47	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.67	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.35	-0.16	-0.88	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.12	-1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.51	-1.12	-1.09	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
145	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.30	-1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.68	-0.20	-4.27	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.89	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.70	-1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
146	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.40	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.73	-0.20	-0.05	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.94	-0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.78	-1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
147	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.30	-1.53	-0.65	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.68	-0.21	-2.24	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.89	-1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.70	-1.13	-0.48	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
148	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.38	-1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.73	-0.21	-0.30	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.91	-1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.76	-1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
149	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.30	-1.53	-0.95	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.09	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.68	-0.21	-0.80	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.89	-1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.71	-1.13	-0.70	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
150	EK1	Max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-2.37	-1.53	-0.14	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.09	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.73	-0.21	-0.54	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	-0.90	-1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-1.75	-1.13	-0.10	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
151	EK1	Max	1.74	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-8.98	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.37	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.41	0.16	-10.89	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.29	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.46	1.08	-6.65	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
152	EK1	Max	0.16	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.42	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.11	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch

4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN] $P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	Lagermomente [kNm] $M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$	
152	EK10	Max	0.12	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.47	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
153	EK1	Max	0.16	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.46	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.11	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.12	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.51	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
154	EK1	Max	1.80	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-4.83	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.38	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.45	0.15	-5.24	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.33	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.46	1.06	-3.58	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
155	EK1	Max	1.74	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-3.18	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.37	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.41	0.16	-3.90	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.29	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.46	1.09	-2.36	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
156	EK1	Max	0.17	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.42	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.12	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.12	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.47	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
157	EK1	Max	0.19	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.46	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.11	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.14	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.49	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
158	EK1	Max	1.77	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	-0.64	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.38	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.45	0.16	-0.92	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.31	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.44	1.09	-0.47	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
159	EK1	Max	1.75	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.37	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.41	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.29	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.46	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
160	EK1	Max	0.16	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.42	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.12	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.12	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.47	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
161	EK1	Max	0.20	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.46	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	0.11	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	0.15	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	-0.48	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch

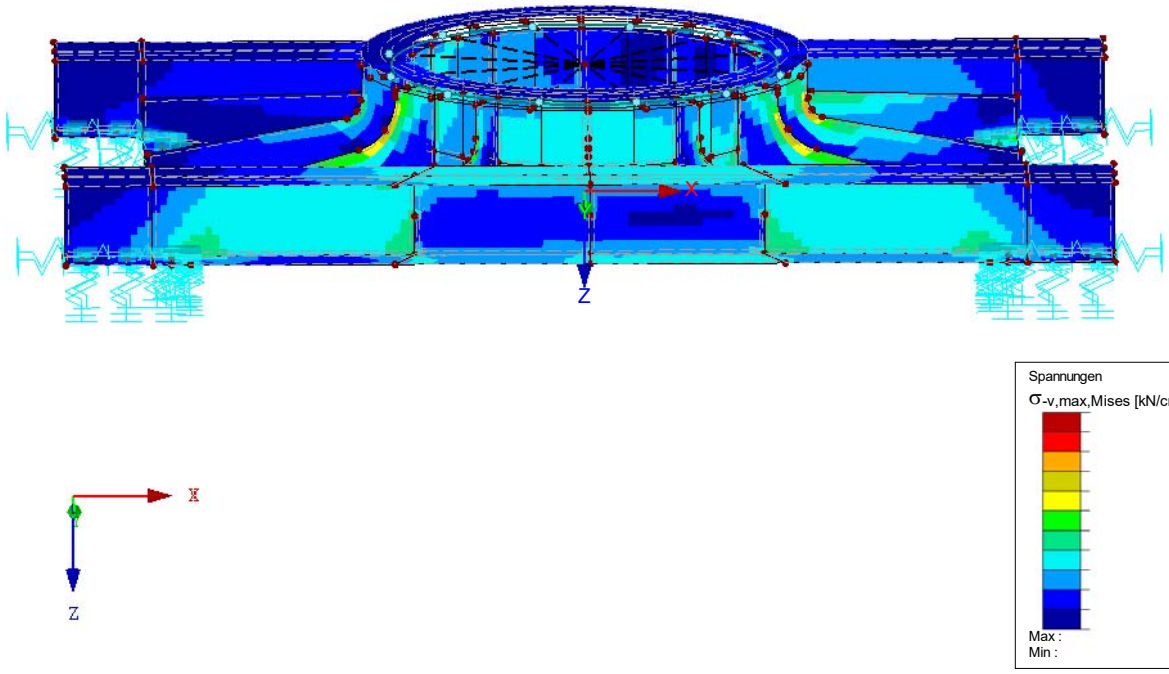
■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Ergebniskombinationen

Knoten Nr.	EK		Lagerkräfte [kN] $P_{X'}$	$P_{Y'}$	$P_{Z'}$	Lagermomente [kNm] $M_{X'}$	$M_{Y'}$	$M_{Z'}$	
162	EK1	Max	1.76	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
		Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Statisch
	EK2	Max	0.37	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
		Min	-0.45	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Bemessungsschnittgrößen Dynamisch
	EK10	Max	1.31	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch
		Min	0.44	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	GZG - Charakteristisch

SPANNUNGEN $\sigma_{v,Mises,Max}$

EK1 : Bemessungsschnittgrößen Statisch — Isometrie
Flächen Spannungen Sigma-eqv,max,Mises [kN/cm²]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max Sigma-eqv,max,Mises: 18.06, Min Sigma-eqv,max,Mises: 0.00 kN/cm²

SPANNUNGSNACHWEIS

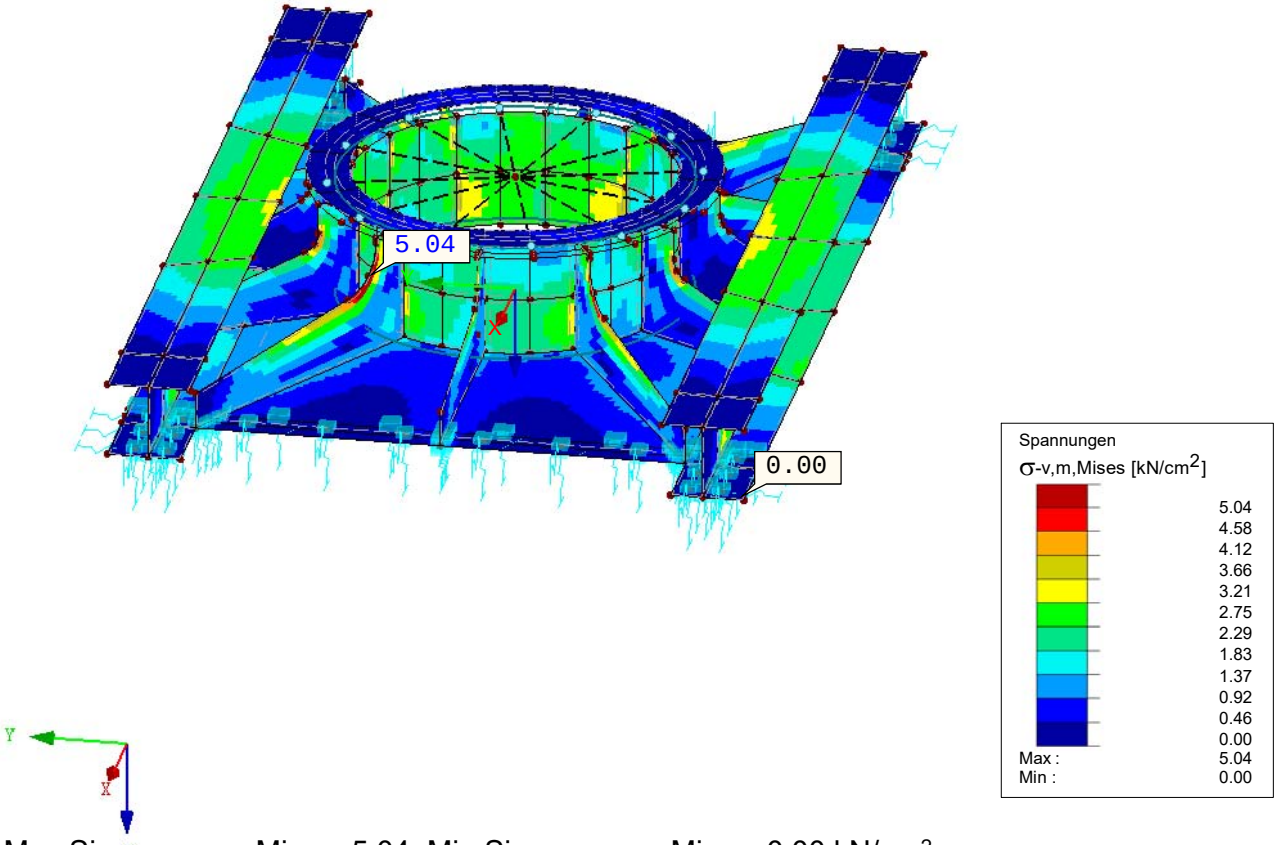
maximale vorhandene Spannung:
σ ,Ed= 18,1 kN/cm²

maximal zulässige Spannung:
σ ,Rd= 23,5 kN/cm² * 1,5 = 35,3

Nachweis:
18,1 kN/cm² / 35,3 kN/cm² = 0,51 < 1,0

SPANNUNGEN $\sigma_{v,m,Mises}$

EK2 : Bemessungsschnittgrößen Dynamisch — Isometrie
Flächen Spannungen Sigma-eqv,m,Mises [kN/cm²]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte
Werte: Sigma-eqv,m,Mises [kN/cm^2]



Max Sigma-eqv,m,Mises: 5.04, Min Sigma-eqv,m,Mises: 0.00 kN/cm²

SPANNUNGSNACHWEIS (DYNAMISCH) - ERMÜDUNGSNACHWEIS

Größte Spannung im brenngeschnittenen Blech
--> Kerbfall 125

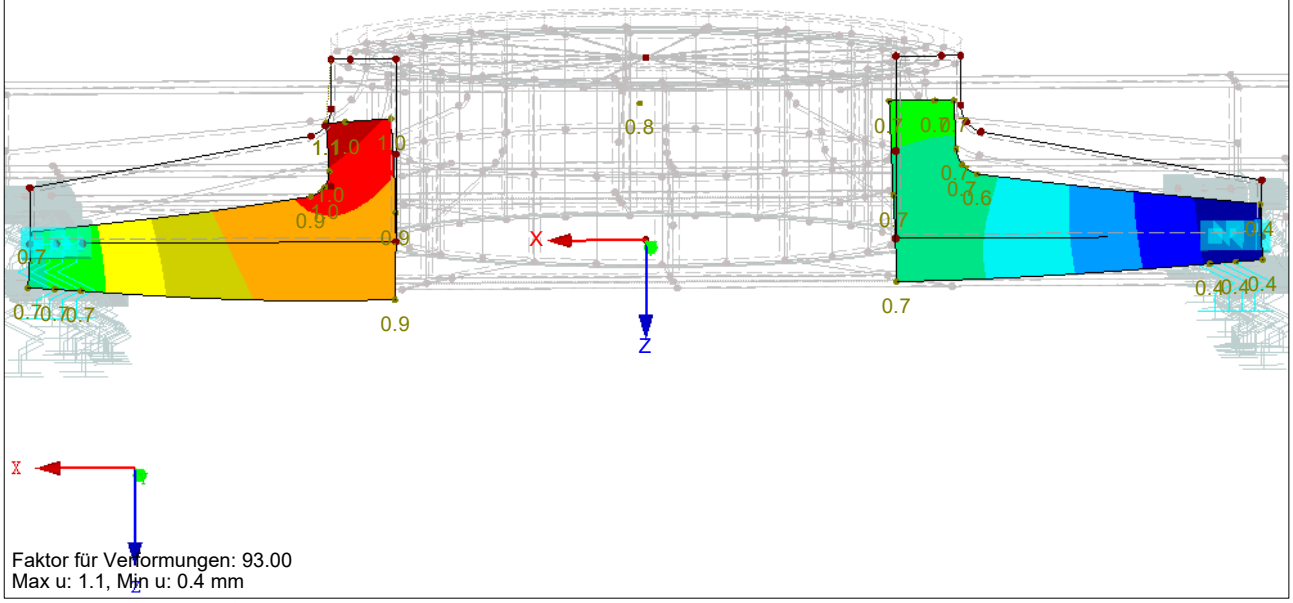
Aufgrund der hohen Lastspielzahl (> 10^8) müssen die Spannungen im Bereich der Schweißnahtanschlüsse alle unterhalb 0,737*0,549*12,5 kN/cm² = 5,06 kN/cm² liegen. Wie in der vorherigen Grafik zu sehen liegen die Spannungen mit 5,04 kN/cm² an der ungünstigsten Stelle unter 5,06 kN/cm².

--> Ergebnis: Die Rührwerkaufnahme ist Ermüdungssicher.

GLOBALE VERFORMUNGEN u

EK10 : GZG - Charakteristisch
Globale Verformungen u [mm]
Ergebniskombinationen: Max-Werte
Werte: u [mm]

Isometrie



Faktor für Verformungen: 93.00
Max u: 1.1, Min u: 0.4 mm

RF-STABIL
FA1
Stabilitätsanalyse

1.1 BASISANGABEN

Anzahl ungünstigster Eigenwerte (Eigenformen für Knicken/Beulen):	4
Normierung der Eigenformen:	So dass |u|=1
Normalkräfte übernehmen aus RFEM von:	LK1 - 1.35*LF1 + 1.35*LF2
Entlastenden Effekt durch Zugkräfte ausnutzen:	☒
Einfluss der Normalkräfte als Anfangsvorspannung:	☐
Eigenwertlöser-Methode:	☒Lanczos-Methode ☐Wurzeln des charakteristischen Polynoms ☐Unterraum-Iterationsmethode ☐ICG-Iterationsmethode
Stabilitätsnachweis von LF/LK-Ergebnisse	☒
Stabilitätsnachweis mit bis Versagen erhöhten Lasten:	☐
Typ der Matrix:	Standard
Steifigkeitsänderung von RFEM aktivieren	☒

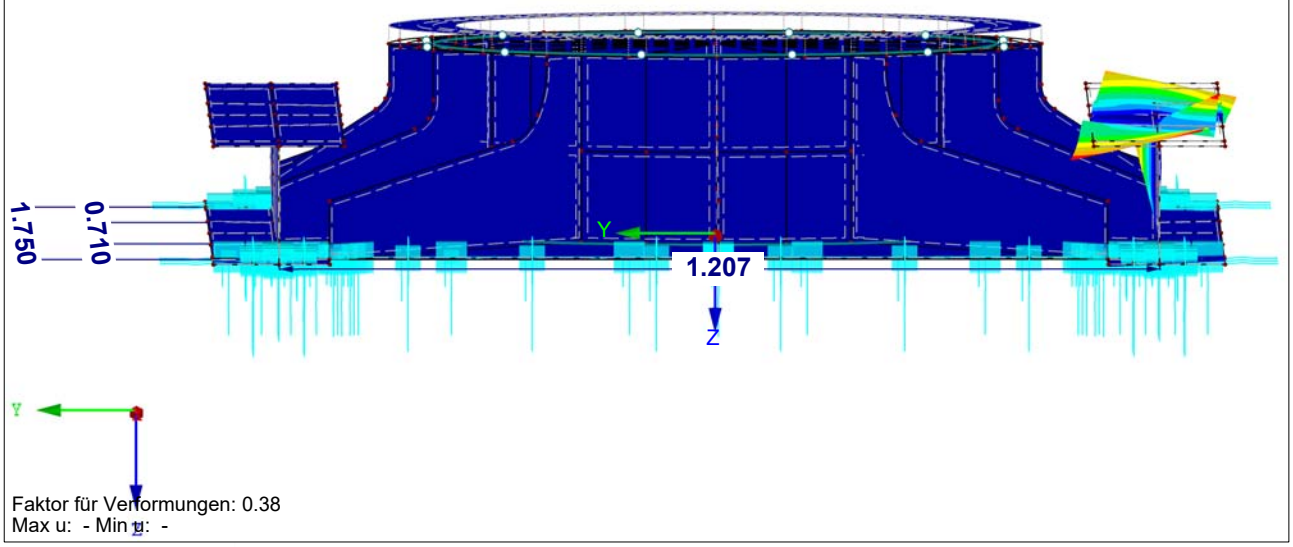
2.1 VERZWEIGUNGSLASTFAKTOREN

E-Wert Nr.	Verzweigungs-Lastfaktor f	Vergrößerungs-faktor α	
1	52.037	1.020	
2	52.790	1.019	
3	53.417	1.019	
4	53.927	1.019	

EIGENFORM u

RF-STABIL FA1
Eigenform Nr. 1 - 52.03710
Eigenform - u [-]

Isometrie

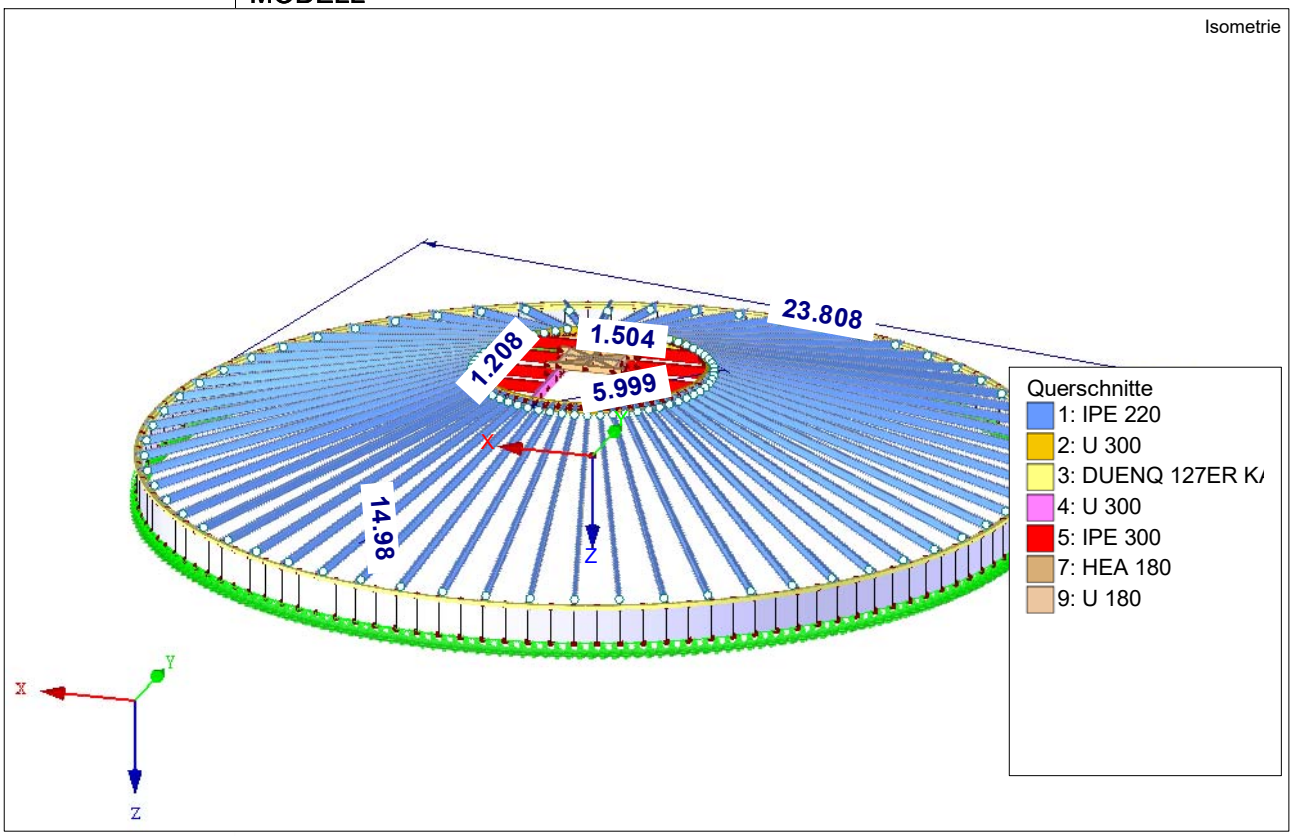


Faktor für Verformungen: 0.38
Max u: - Min u: -

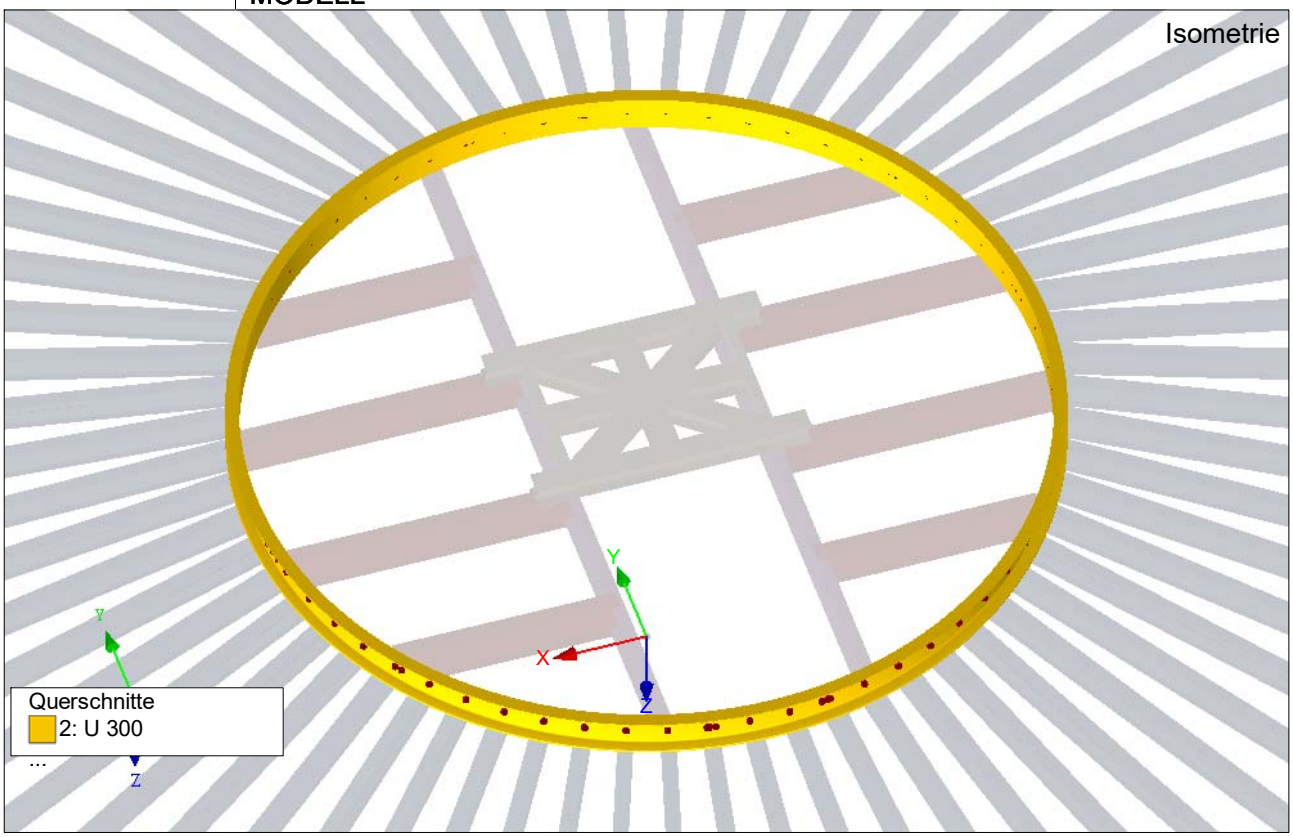
STABILITÄTSBETRACHTUNG

Die niedrigste Eigenform liegt mit f = 52 deutlich über dem kritischen Grenzwert von 3.
Die Bleche sind damit ausreichend sicher gegen Beulversagen.

MODELL

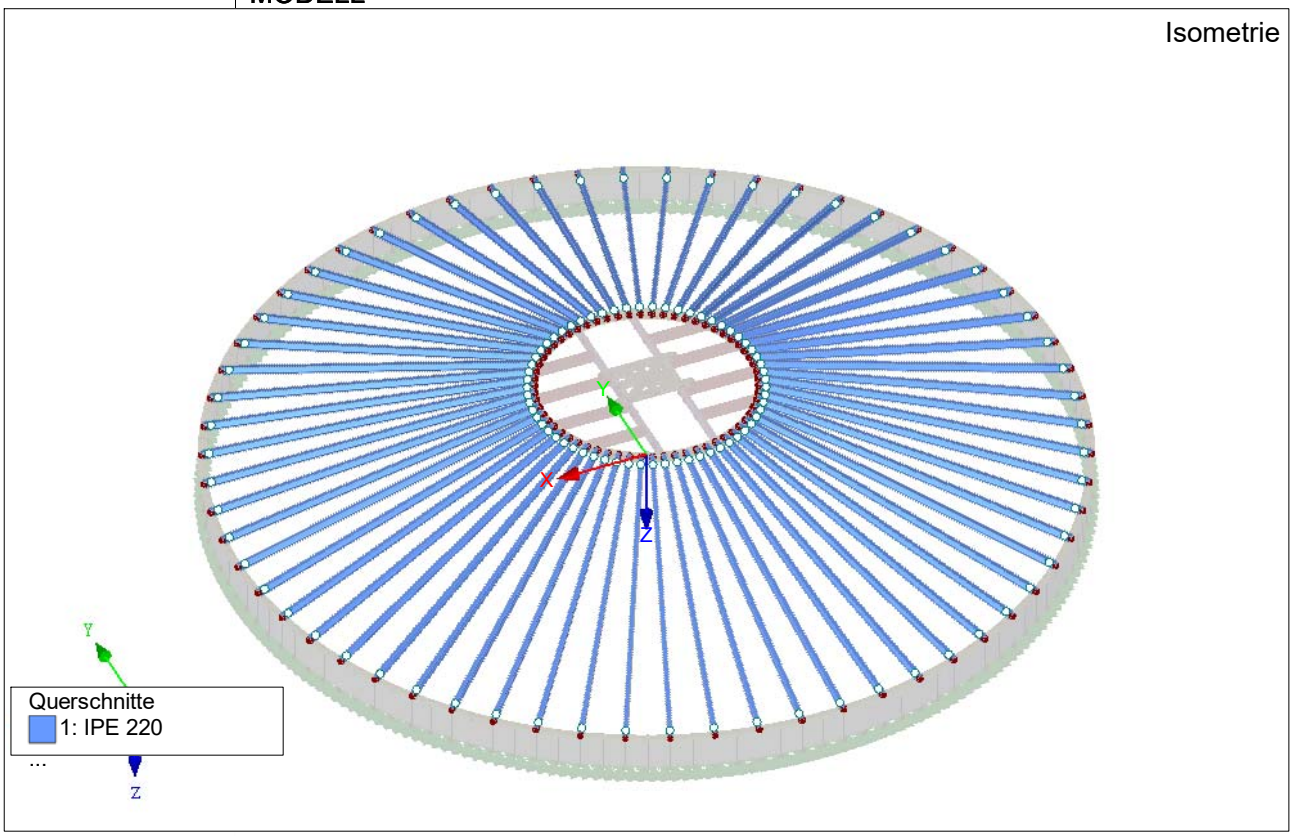


MODELL



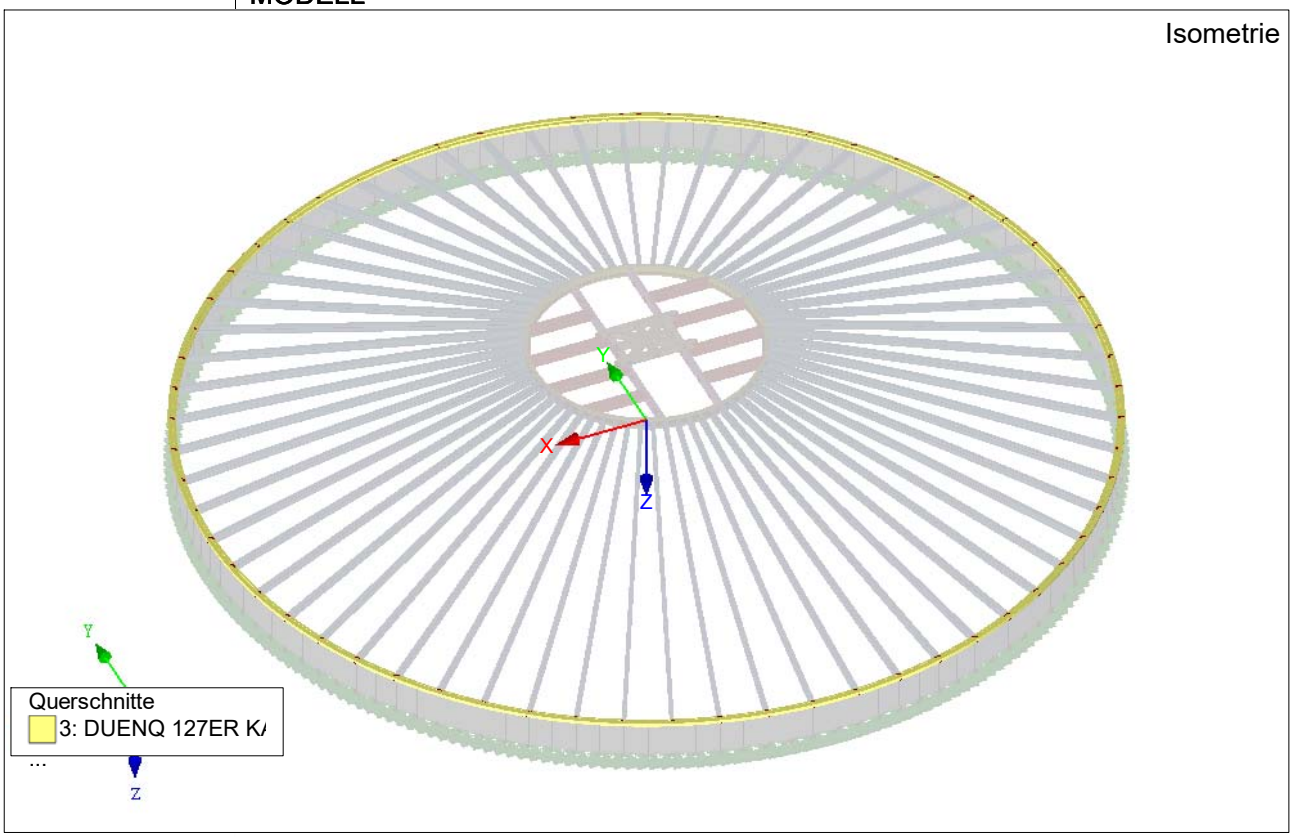
MODELL

Isometrie

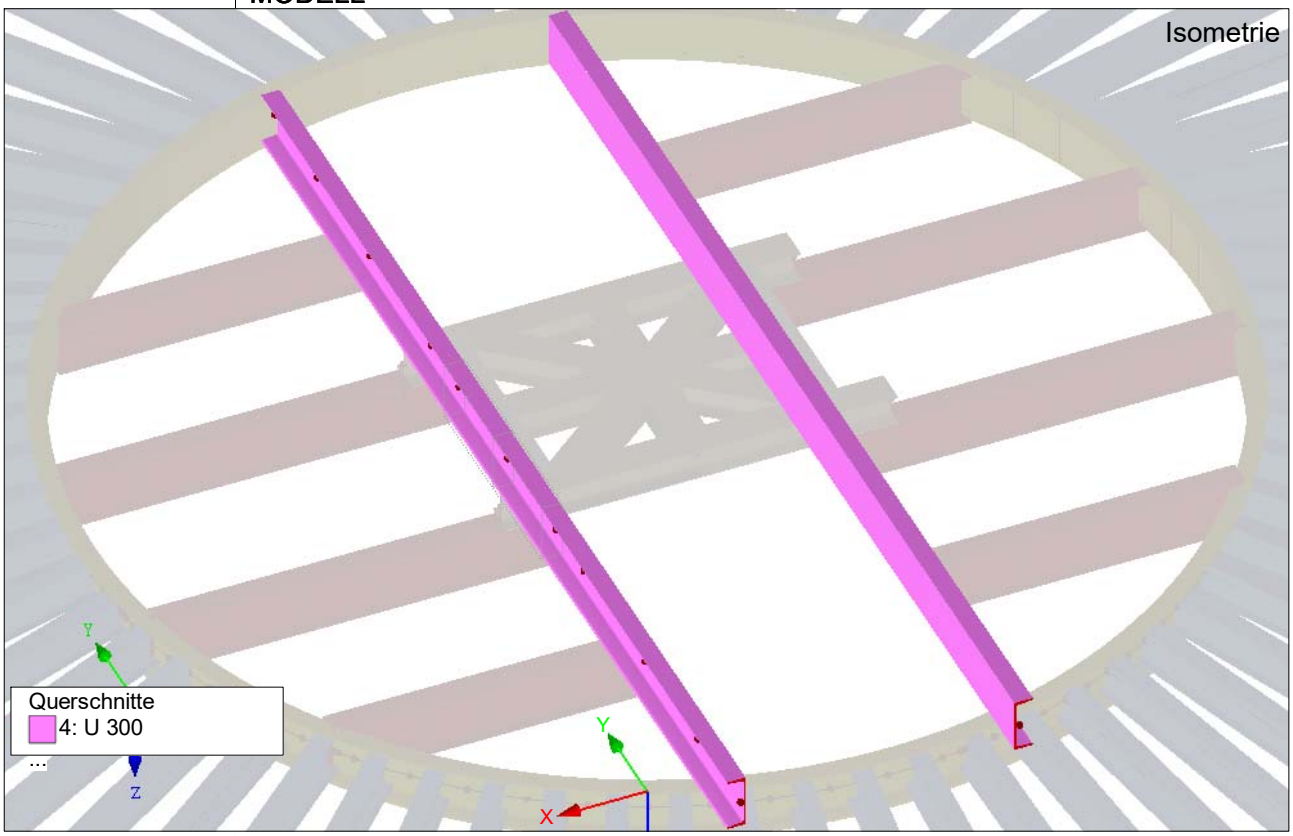


MODELL

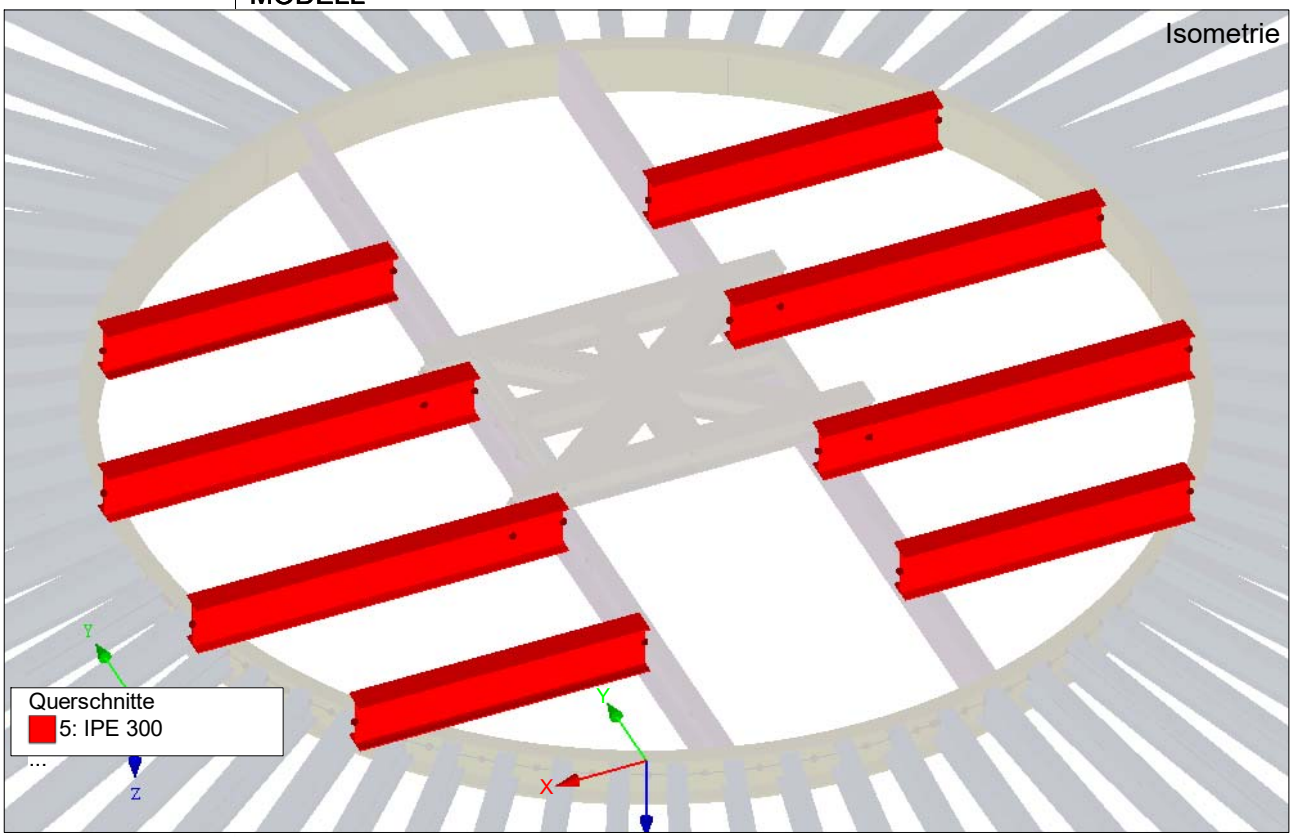
Isometrie



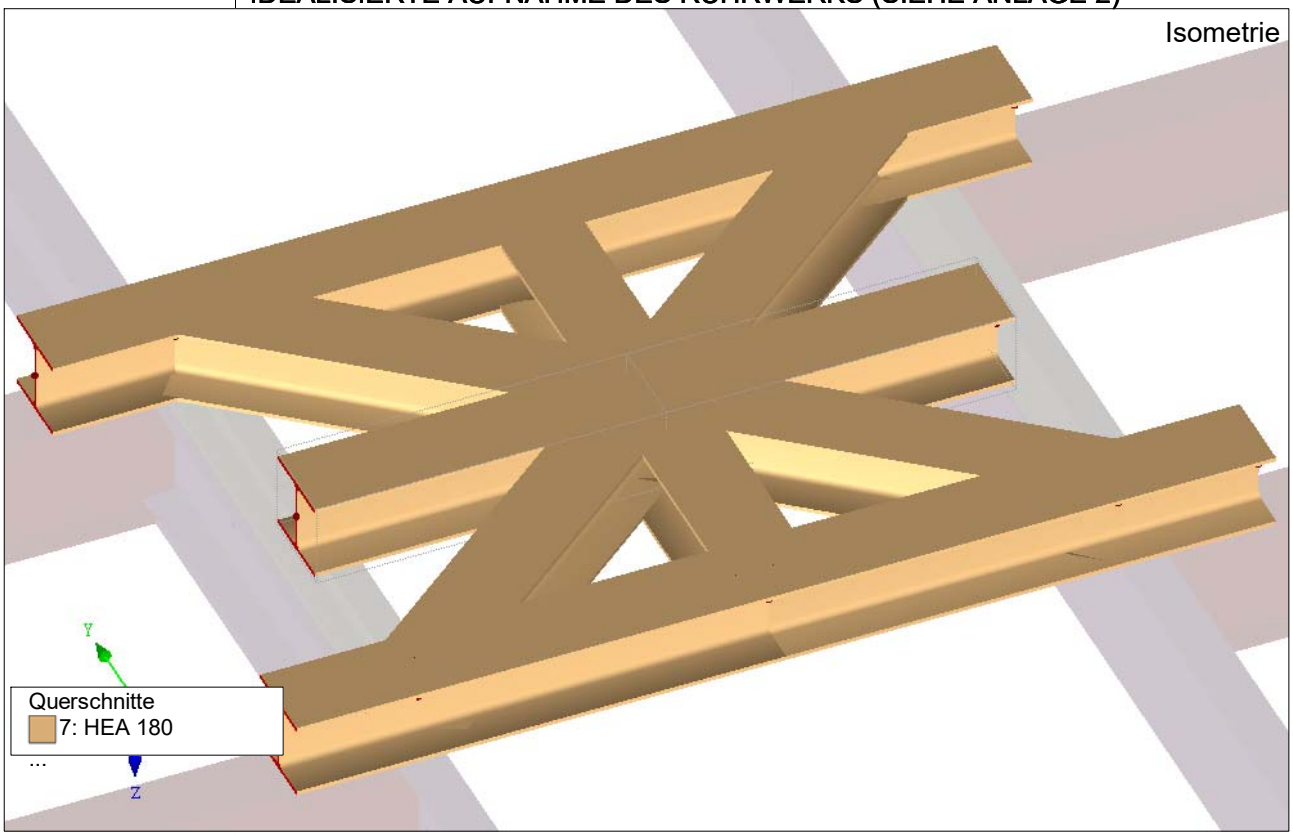
MODELL



MODELL



IDEALISIERTE AUFNAHME DES RÜHRWERKS (SIEHE ANLAGE 2)



INHALT

Grafik	Modell, Isometrie	1
Grafik	Modell, Isometrie	1
Grafik	Modell, Isometrie	2
Grafik	Modell, Isometrie	2
Grafik	Modell, Isometrie	3
Grafik	Modell, Isometrie	3
Grafik	Idealisierte Aufnahme des Rührwerks (siehe Anlage 2), Isometrie	4
	Modell-Basisangaben	6
	FE-Netz-Einstellungen	6
1	**Modell**	
1.3	Materialien	6
1.4	Flächen	6
1.8	Linienlager	7
1.8.2	Linienlager - Federn	7
1.13	Querschnitte	8
1.14	Stabendgelenke	8
1.15/1	Stabexzentrizitäten - Absolut	8
1.15/2	Stabexzentrizitäten - Relativ	8
1.17	Stäbe	8
1.19	Stabbettungen	11
1.21	Stabsätze	11
2	**Lastfälle und Kombinationen**	
2.1	Lastfälle	12
2.3	Kombinationsregeln	13
2.3.1	Ausschließlich der Lastfälle	13
2.5	Lastkombinationen	14
2.7	Ergebniskombinationen	14
3	**Lasten**	
	LF1 - Eigengewicht Dach - 3.2 Stablasten	16
	LF1 - Eigengewicht Dach - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	16
	LF1 - Eigengewicht Dach - 3.2/2 Stablasten - Lastausmitte - konzentrierte Kraft	16
Grafik	LF1 - LF1: Eigengewicht Dach, Isometrie	17
Grafik	LF1 - LF1: Eigengewicht Dach, Isometrie	17
	LF10 - Winddruck - 3.2 Stablasten	18
	LF10 - Winddruck - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	18
Grafik	LF10 - LF10: Winddruck, Isometrie	18
Grafik	LF10 - LF10: Winddruck, Isometrie	19
	LF11 - Windsog - 3.2 Stablasten	20
	LF11 - Windsog - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	20
Grafik	LF11 - LF11: Windsog, Isometrie	20
Grafik	LF11 - LF11: Windsog, Isometrie	21
	LF12 - Winddruck /-sog in X - 3.2 Stablasten	22
	LF12 - Winddruck /-sog in X - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	22
	LF12 - Winddruck /-sog in X - 3.2/2 Stablasten - Lastausmitte - konzentrierte Kraft	22
Grafik	LF12 - LF12: Winddruck /-sog in X, Isometrie	23
Grafik	LF12 - LF12: Winddruck /-sog in X, Isometrie	23
	LF13 - Winddruck /-sog in Y - 3.2 Stablasten	24
	LF13 - Winddruck /-sog in Y - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	24
	LF13 - Winddruck /-sog in Y - 3.2/2 Stablasten - Lastausmitte - konzentrierte Kraft	24
Grafik	LF13 - LF13: Winddruck /-sog in Y, Isometrie	25
	LF20 - Nutzlast - 3.2 Stablasten	26
	LF20 - Nutzlast - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	26
Grafik	LF20 - LF20: Nutzlast, Isometrie	26
Grafik	LF20 - LF20: Nutzlast, Isometrie	27
	LF21 - Nutzlast 1/2 in X - 3.2 Stablasten	28
	LF21 - Nutzlast 1/2 in X - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	28
Grafik	LF21 - LF21: Nutzlast 1/2 in X, Isometrie	28
Grafik	LF21 - LF21: Nutzlast 1/2 in X, Isometrie	29
	LF22 - Nutzlast 1/2 in Y - 3.2 Stablasten	30
	LF22 - Nutzlast 1/2 in Y - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	30
Grafik	LF22 - LF22: Nutzlast 1/2 in Y, Isometrie	30
	LF30 - Schnee - 3.2 Stablasten	31
	LF30 - Schnee - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	31
Grafik	LF30 - LF30: Schnee, Isometrie	31
Grafik	LF30 - LF30: Schnee, Isometrie	32
	LF31 - Schnee 1/2 in X - 3.2 Stablasten	33
	LF31 - Schnee 1/2 in X - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	33
	LF31 - Schnee 1/2 in X - 3.2/2 Stablasten - Lastausmitte - konzentrierte Kraft	33
Grafik	LF31 - LF31: Schnee 1/2 in X, Isometrie	34
Grafik	LF31 - LF31: Schnee 1/2 in X, Isometrie	34
	LF32 - Schnee 1/2 in Y - 3.2 Stablasten	35
	LF32 - Schnee 1/2 in Y - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	35
	LF32 - Schnee 1/2 in Y - 3.2/2 Stablasten - Lastausmitte - konzentrierte Kraft	35
Grafik	LF32 - LF32: Schnee 1/2 in Y, Isometrie	35
	LF50 - Unterdruck - 3.2 Stablasten	36
	LF50 - Unterdruck - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	36
	LF50 - Unterdruck - 3.4 Flächenlasten	36
Grafik	LF50 - LF50: Unterdruck, Isometrie	36
Grafik	LF50 - LF50: Unterdruck, Isometrie	37
	LF51 - Überdruck - 3.2 Stablasten	38
	LF51 - Überdruck - 3.2/1 Stablasten - Lastausmitte	38
	LF51 - Überdruck - 3.4 Flächenlasten	38
Grafik	LF51 - LF51: Überdruck, Isometrie	38
Grafik	LF51 - LF51: Überdruck, Isometrie	39
	LF100 - Rührwerk (Außer Betrieb) - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	40
Grafik	LF100 - LF100: Rührwerk (Außer Betrieb), Isometrie	40
	LF101 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	40
Grafik	LF101 - LF101: Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast), Isometrie	40
	LF102 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	41
Grafik	LF102 - LF102: Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast), Isometrie	41
	LF103 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	41
Grafik	LF103 - LF103: Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf), Isometrie	41
	LF104 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	42
Grafik	LF104 - LF104: Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast), Isometrie	42
	LF105 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	42
Grafik	LF105 - LF105: Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast), Isometrie	42
	LF106 - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	43
Grafik	LF106 - LF106: Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf), Isometrie	43
	LF202 - Kran in X (Fangfall) - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	43
Grafik	LF202 - LF202: Kran in X (Fangfall), Isometrie	43
	LF205 - Kran in Y (Fangfall) - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	44
Grafik	LF205 - LF205: Kran in Y (Fangfall), Isometrie	44
	LF206 - Rührwerk in X - Charakteristisch - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise Koordinatensystem	44
Grafik	LF206 - LF206: Rührwerk in X - Charakteristisch, Isometrie	44
	LF207 - Rührwerk in Y - Charakteristisch - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise Koordinatensystem	45
Grafik	LF207 - LF207: Rührwerk in Y - Charakteristisch, Isometrie	45
4	**Ergebnisse - Lastfälle, Lastkombinationen**	
4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	46
	Ergebnisse - Ergebniskombinationen	
4.12	Querschnitte - Schnittgrößen	56
Grafik	Schnittgrößen M_y, LK8: Testfall (Überdruck), Isometrie	57
Grafik	Schnittgrößen N, LK8: Testfall (Überdruck), Isometrie	58
Grafik	Schnittgrößen N, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	58
Grafik	Schnittgrößen N, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	59
Grafik	Schnittgrößen M_y, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	59
Grafik	Schnittgrößen N, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	60
Grafik	Schnittgrößen M_y, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	60
Grafik	Schnittgrößen M_y, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	61
Grafik	Schnittgrößen M_y, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	61
Grafik	Schnittgrößen N, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	62
Grafik	Schnittgrößen V_z, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	62
Grafik	Schnittgrößen V_z, EK1: GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10, Isometrie	63
Grafik	Globale Verformungen u, EK2: GZG - Charakteristisch, Isometrie	63
Grafik	Globale Verformungen u, EK2: GZG - Charakteristisch, Isometrie	64
	RF-STAHL EC3	
	FA1 - Spannungsnachweis	
1.1	Basisangaben	65

INHALT

1.2	Materialien	65	Grafik	RF-STAHL EC3 FA2 - Nachweis, Isometrie	73
1.3	Querschnitte	65		**FA3 - Schiefstellung**	
2.2	Nachweise querschnittsweise	65	1.1	Basisangaben	74
Grafik	RF-STAHL EC3 FA1 - Nachweis: Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis, Isometrie	67	1.2	Materialien	74
			1.3	Querschnitte	74
Grafik	RF-STAHL EC3 FA1 - Nachweis: Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis, Isometrie	67	1.9	Gebrauchstauglichkeitsparameter	74
			2.2	Nachweise querschnittsweise	74
Grafik	RF-STAHL EC3 FA1 - Nachweis: Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis, Isometrie	68	Grafik	RF-STAHL EC3 FA3 - Nachweis: Gebrauchstauglichkeit - Verformungen, Isometrie	75
Grafik	RF-STAHL EC3 FA1 - Nachweis: Tragfähigkeit - Querschnittsnachweis, Isometrie	68		**FA4 - Stabilität Sparren (Kranlasten)**	
	FA2 - Stabilität Sparren		1.1	Basisangaben	76
1.1	Basisangaben	69	1.2	Materialien	76
1.2	Materialien	69	1.3	Querschnitte	76
1.3	Querschnitte	69	1.5	Knicklängen - Stäbe	76
1.4	Zwischenabstützungen	69	1.9	Gebrauchstauglichkeitsparameter	77
1.5	Knicklängen - Stäbe	71	2.2	Nachweise querschnittsweise	77
1.9	Gebrauchstauglichkeitsparameter	72	Grafik	RF-STAHL EC3 FA4 - Nachweis, Isometrie	78
2.2	Nachweise querschnittsweise	72			

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname		:	623 420_Anlage 2_Stabwerk_2023-02-22
	Modelltyp		:	3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse		:	Nach unten
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen		:	Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen			
	☐ RF-ZUSCHNITT			
	☐ Rohrleitungsanalyse			
	☐ CQC-Regel anwenden			
	☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen			
	Erdbeschleunigung			
	g		:	10.00 m/s²

FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	:	0.250 m
	Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ε	:	0.001 m
	Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
	☒ Teilung auch für gerade Stäbe, die nicht in Flächen integriert sind, verwenden mit		:	Angestrebte Länge LFE der Finiten Elemente
	Mindestanzahl der Stabteilungen:		:	2
Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	:	1.800
	Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	:	0.50 °
	Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke ☒Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewich γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	1.4301 X5CrNi18-10 (C) (DUMMY)						
	20000.00	7692.31	0.300	0.00E+00	1.60E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
2	Baustahl S 235						
	21000.00	8076.92	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
1	Quadrangel	Standard	203,145,202,1	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
2	Quadrangel	Standard	206,201,203,3	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
3	Quadrangel	Standard	271,204,206,6	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
4	Quadrangel	Standard	274,207,271,9	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
5	Quadrangel	Standard	277,272,274,12	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
6	Quadrangel	Standard	280,275,277,15	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
7	Quadrangel	Standard	285,278,280,18	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
8	Quadrangel	Standard	288,281,285,21	1	Konstant	4.0	1.206	0.00

1.4 FLÄCHEN

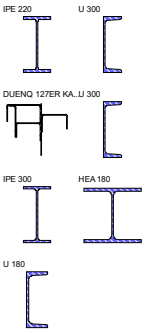
Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [mm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
9	Quadrangel	Standard	291,284,288,24	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
10	Quadrangel	Standard	294,287,291,27	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
11	Quadrangel	Standard	297,290,294,30	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
12	Quadrangel	Standard	300,293,297,33	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
13	Quadrangel	Standard	303,296,300,36	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
14	Quadrangel	Standard	306,299,303,39	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
15	Quadrangel	Standard	309,302,306,42	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
16	Quadrangel	Standard	312,305,309,45	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
17	Quadrangel	Standard	315,308,312,48	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
18	Quadrangel	Standard	318,311,315,51	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
19	Quadrangel	Standard	321,314,318,54	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
20	Quadrangel	Standard	283,317,321,57	1	Konstant	4.0	0.452	0.00
21	Quadrangel	Standard	327,320,324,60	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
22	Quadrangel	Standard	330,323,327,63	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
23	Quadrangel	Standard	333,326,330,66	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
24	Quadrangel	Standard	336,329,333,69	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
25	Quadrangel	Standard	339,332,336,72	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
26	Quadrangel	Standard	342,335,339,75	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
27	Quadrangel	Standard	345,338,342,78	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
28	Quadrangel	Standard	348,341,345,81	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
29	Quadrangel	Standard	351,344,348,84	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
30	Quadrangel	Standard	354,347,351,87	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
31	Quadrangel	Standard	357,350,354,90	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
32	Quadrangel	Standard	360,352,357,92	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
33	Quadrangel	Standard	363,355,360,95	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
34	Quadrangel	Standard	366,358,363,98	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
35	Quadrangel	Standard	369,361,366,101	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
36	Quadrangel	Standard	372,364,369,104	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
37	Quadrangel	Standard	375,367,372,107	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
38	Quadrangel	Standard	378,370,375,110	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
39	Quadrangel	Standard	381,373,378,113	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
40	Quadrangel	Standard	383,376,381,116	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
41	Quadrangel	Standard	386,380,383,120	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
42	Quadrangel	Standard	388,384,386,124	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
43	Quadrangel	Standard	390,397,388,137	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
44	Quadrangel	Standard	392,400,390,140	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
45	Quadrangel	Standard	394,404,392,144	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
46	Quadrangel	Standard	396,412,394,152	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
47	Quadrangel	Standard	399,430,396,170	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
48	Quadrangel	Standard	402,432,399,172	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
49	Quadrangel	Standard	405,434,402,174	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
50	Quadrangel	Standard	407,436,405,176	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
51	Quadrangel	Standard	409,438,407,178	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
52	Quadrangel	Standard	411,439,409,180	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
53	Quadrangel	Standard	414,440,411,182	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
54	Quadrangel	Standard	416,441,414,184	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
55	Quadrangel	Standard	418,442,416,186	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
56	Quadrangel	Standard	420,443,418,188	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
57	Quadrangel	Standard	422,444,420,190	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
58	Quadrangel	Standard	424,445,422,192	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
59	Quadrangel	Standard	426,446,424,194	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
60	Quadrangel	Standard	428,447,426,196	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
61	Quadrangel	Standard	431,448,428,198	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
62	Quadrangel	Standard	202,449,431,200	1	Konstant	4.0	1.206	0.00
63	Quadrangel	Standard	324,453,283,451	1	Konstant	4.0	0.754	0.00

1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs-system	Drehung β [°]	Wand in Z	Feste Stützung bzw. Einspannung u_X	u_Y	u_Z	φ_X	φ_Y	φ_Z
1	145,201,204,207,272, 275,278,281,284,287, 290,293,296,299,302, 305,308,311,314,317, 320,323,326,329,332, 335,338,341,344,347, 350,352,355,358,361, 364,367,370,373,376, 380,384,397,400,404, 412,430,432,434,436, 438-449,453	Global		☐	Feder	Feder	☒	☐	☐	☐

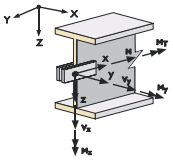
1.8.2 LINIENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Linien Nr.	Wegfeder [kN/m²] $C_{u,X'}$	$C_{u,Y'}$	$C_{u,Z'}$	Drehfeder [kNm/rad/m] $C_{\varphi,X'}$	$C_{\varphi,Y'}$	$C_{\varphi,Z'}$
1	145,201,204,207,272, 275,278,281,284,287, 290,293,296,299,302, 305,308,311,314,317, 320,323,326,329,332, 335,338,341,344,347, 350,352,355,358,361, 364,367,370,373,376, 380,384,397,400,404, 412,430,432,434,436, 438-449,453	100000.00	100000.00	-	-	-	-



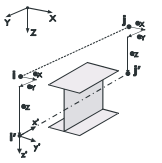
1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴] / A [cm²]	$I_{y/u}$ [cm⁴] / $A_{y/u}$ [cm²]	$I_{z/v}$ [cm⁴] / $A_{z/v}$ [cm²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm] Breite b	Höhe h
1	IPE 220							
	2	9.07 / 33.37	2772.00 / 16.93	204.90 / 12.01	0.00	0.00	110.0	220.0
2	U 300							
	2	37.40 / 58.80	8030.00 / 12.85	495.00 / 26.61	0.00	0.00	100.0	300.0
3	DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3							
	1	111.65 / 31.13	571.18 / 6.49	1111.01 / 7.63	17.07	0.00	224.0	190.0
4	U 300							
	2	37.40 / 58.80	8030.00 / 12.85	495.00 / 26.61	0.00	0.00	100.0	300.0
5	IPE 300							
	2	20.12 / 53.81	8356.00 / 26.81	603.80 / 19.82	0.00	0.00	150.0	300.0
7	HEA 180							
	2	14.80 / 45.25	2510.00 / 28.48	924.60 / 8.89	0.00	0.00	180.0	171.0
9	U 180							
	2	9.55 / 28.00	1350.00 / 7.14	114.00 / 12.38	0.00	0.00	70.0	180.0



1.14 STABENDGELENKE

Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/ u_x	u_y	u_z	Momentengelenk bzw. Feder[kNm/ φ_x	φ_y	φ_z	Kommentar
1	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	10.00	10.00	
2	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	9400.00	2000.00	
3	Lokal x,y,z	☐	☐	☐	☐	1000.00	1000.00	

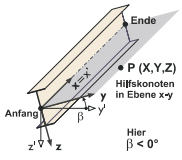


1.15/1 STABEXZENTRIZITÄTEN - ABSOLUT

Exz. Nr.	Bezugs-system	Stabanfang - Exzentrizität [mm] $e_{i,X}$	$e_{i,Y}$	$e_{i,Z}$	Stabend - Exzentrizität [mm] $e_{j,X}$	$e_{j,Y}$	$e_{j,Z}$	Stabendgelenklage Stabanfang	Stabende
1	Global	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	am Stab	am Stab

1.15/2 STABEXZENTRIZITÄTEN - RELATIV

Exz. Nr.	Querschnittsanordnung y-Achse	z-Achse	Querversatz vom Querschnitt des anderen Objekte Objekttyp	Objekt Nr.	y-Achse	z-Achse	Axial. Versatz vom anliegende Stabanfang	Stabende
1	Mitte	Mitte	Kein	0	Mitte	Mitte	☐	☐



1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	β [°]	Querschnitt Anfang	Ende	Gelenk Nr. Anfang	Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
1	114	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.532	Y
2	115	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.658	Y
3	117	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.658	Y
4	118	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.760	Y
5	138	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.887	X
6	121	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.658	Y
7	123	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.760	Y
8	126	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.532	Y
9	128	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.658	Y
10	165	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.300	X
11	166	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.300	X
16	147	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.604	Y
17	169	Balkenstab	Winkel	0.00	9	9	-	-	-	-	0.604	Y
18	173	Balkenstab	Winkel	0.00	9	9	-	-	-	-	0.604	Y
23	183	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	Z
24	185	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	Z
25	187	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	Z
26	189	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	Z
27	191	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	XZ
28	193	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	XZ
29	195	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	XZ
30	197	Starrstab	Winkel	0.00	0	0	-	-	-	-	0.245	XZ
92	451	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	0.754	XY
126	125	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.710	X
127	131	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.710	X
148	148	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.350	Y
150	150	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.710	X
153	130	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.604	Y
154	135	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.604	Y
157	155	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.604	Y
158	156	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.604	Y
271	1	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
272	3	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
273	6	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
274	9	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
275	12	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
276	15	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
277	18	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
278	21	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
279	24	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
280	27	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
281	30	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
282	33	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
283	36	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
284	39	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
285	42	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
286	45	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
287	48	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
288	51	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
289	54	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
290	57	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	0.452	XY
291	60	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
292	63	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
293	66	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
294	69	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
295	72	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
296	75	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
297	78	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
298	81	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
299	84	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
300	87	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
301	90	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
302	92	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
303	95	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
304	98	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
305	101	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
306	104	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
307	107	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
308	110	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
309	113	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
310	116	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
311	120	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
312	124	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
313	137	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
314	140	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
315	144	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
316	152	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
317	170	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
318	172	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
319	174	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
320	176	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
321	178	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
322	180	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
323	182	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
324	184	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
325	186	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
326	188	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
327	190	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
328	192	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
329	194	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
330	196	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
331	198	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
332	200	Balkenstab	Knoten	0 / x-y	3	3	-	-	-	-	1.206	XY
333	2	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
334	4	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
335	5	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.137	XY
336	7	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
337	8	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
338	10	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
339	11	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
340	13	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.061	XY
341	14	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.243	XY
342	16	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
343	17	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
344	19	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
345	20	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
346	22	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
347	23	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
348	25	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.289	XY
349	26	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.015	XY
350	28	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.254	XY
351	29	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
352	31	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.050	XY
353	32	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.015	XY
354	34	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.289	XY
355	35	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
356	37	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
357	38	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
358	40	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
359	41	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
360	43	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
361	44	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.243	XY
362	46	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.061	XY
363	47	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
364	49	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
365	50	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
366	52	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
367	53	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.137	XY
368	55	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
369	56	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
370	58	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
371	59	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
372	61	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.137	XY
373	62	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
374	64	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
375	65	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
376	67	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
377	68	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.061	XY
378	70	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.243	XY
379	71	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
380	73	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
381	74	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
382	76	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
383	77	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
384	79	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
385	80	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.289	XY
386	82	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.015	XY
387	83	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.254	XY
388	85	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
389	86	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.050	XY
390	88	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.015	XY
391	89	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.289	XY
392	91	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
393	93	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
394	94	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
395	96	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
396	97	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
397	99	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
398	100	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.243	XY
399	102	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.061	XY
400	103	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
401	105	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
402	106	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
403	108	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
404	109	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.137	XY
405	111	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
406	112	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.304	XY
544	139	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.350	Y
547	119	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	0.300	X
548	122	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.887	X
549	127	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.887	X
550	129	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	0.300	X
553	456	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.532	Y
554	457	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.760	Y
559	132	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.710	X
560	458	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.760	Y
568	464	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	0.300	X
570	466	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	1.887	X
571	467	Balkenstab	Winkel	0.00	5	5	-	-	-	-	0.300	X
572	468	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.350	Y
573	469	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.350	Y
574	470	Balkenstab	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	0.532	Y
577	471	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
578	472	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
579	473	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
580	474	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
581	475	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
582	476	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
583	477	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
584	478	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
585	479	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
586	480	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
587	481	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
588	482	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
589	483	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
590	484	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
591	485	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
592	486	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
593	487	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
594	488	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
595	489	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
596	490	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
597	491	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
598	492	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
599	493	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
600	494	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
601	495	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
602	496	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
603	497	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
604	498	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
605	499	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
606	500	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
607	501	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	XZ
608	502	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
609	503	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
610	504	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	

1.17 STÄBE

Stab Nr.	Linie Nr.	Stabtyp	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
611	505	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
612	506	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
613	507	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
614	508	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
615	509	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
616	510	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
617	511	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
618	512	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
619	513	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
620	514	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
621	515	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
622	516	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
623	517	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
624	518	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
625	519	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
626	520	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
627	521	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
628	522	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
629	523	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
630	524	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
631	525	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
632	526	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
633	527	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
634	528	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
635	529	Balkenstab	Winkel	0.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
636	530	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
637	531	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	
638	532	Balkenstab	Winkel	360.00	1	1	1	2	-	-	9.218	XZ
654	162	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.300	X
655	163	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.300	X
656	164	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.604	Y
657	533	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
658	534	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
659	535	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
660	536	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
661	142	Balkenstab	Winkel	0.00	9	9	-	-	-	-	0.604	Y
662	143	Balkenstab	Winkel	0.00	9	9	-	-	-	-	0.604	Y
663	146	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.964	XY
664	158	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.964	XY
665	159	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.964	XY
666	167	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.964	XY
667	168	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
668	171	Balkenstab	Winkel	0.00	7	7	-	-	-	-	0.751	X
669	537	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
670	538	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
671	539	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
672	540	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.084	XY
673	541	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.050	XY
674	542	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.254	XY
675	543	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.254	XY
676	544	Balkenstab	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	0.050	XY

1.19 STABBETTUNGEN

Bettung Nr.	Stab Nr.	$C_{1,x}$ [kN/m²]	$C_{1,y}$ [kN/m²]	$C_{1,z}$ [kN/m²]	$C_{2,x}$ [kN]	$C_{2,y}$ [kN]	$C_{2,z}$ [kN]	C_{φ} [kNm/rad/m]
1	577-638	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.21 STABSÄTZE

Satz Nr.	Stabsatz Bezeichnung	Typ	Stab Nr.	Länge [m]	Kommentar
44	Stabzug 43	Stabzug	577	9.218	
45	Stabzug 43	Stabzug	578	9.218	
46	Stabzug 43	Stabzug	579	9.218	
47	Stabzug 43	Stabzug	580	9.218	
48	Stabzug 43	Stabzug	581	9.218	
49	Stabzug 43	Stabzug	582	9.218	
50	Stabzug 43	Stabzug	583	9.218	
51	Stabzug 43	Stabzug	584	9.218	
52	Stabzug 43	Stabzug	585	9.218	
53	Stabzug 43	Stabzug	586	9.218	
54	Stabzug 43	Stabzug	587	9.218	
55	Stabzug 43	Stabzug	588	9.218	
56	Stabzug 43	Stabzug	589	9.218	
57	Stabzug 43	Stabzug	590	9.218	
58	Stabzug 43	Stabzug	591	9.218	
59	Stabzug 43	Stabzug	592	9.218	
60	Stabzug 43	Stabzug	593	9.218	
61	Stabzug 43	Stabzug	594	9.218	
62	Stabzug 43	Stabzug	595	9.218	
63	Stabzug 43	Stabzug	596	9.218	
64	Stabzug 43	Stabzug	597	9.218	
65	Stabzug 43	Stabzug	598	9.218	

1.21 STABSÄTZE

Satz Nr.	Stabsatz Bezeichnung	Typ	Stab Nr.	Länge [m]	Kommentar
66	Stabzug 43	Stabzug	599	9.218	
67	Stabzug 43	Stabzug	600	9.218	
68	Stabzug 43	Stabzug	601	9.218	
69	Stabzug 43	Stabzug	602	9.218	
70	Stabzug 43	Stabzug	603	9.218	
71	Stabzug 43	Stabzug	604	9.218	
72	Stabzug 43	Stabzug	605	9.218	
73	Stabzug 43	Stabzug	606	9.218	
74	Stabzug 43	Stabzug	607	9.218	
75	Stabzug 43	Stabzug	608	9.218	
76	Stabzug 43	Stabzug	609	9.218	
77	Stabzug 43	Stabzug	610	9.218	
78	Stabzug 43	Stabzug	611	9.218	
79	Stabzug 43	Stabzug	612	9.218	
80	Stabzug 43	Stabzug	613	9.218	
81	Stabzug 43	Stabzug	614	9.218	
82	Stabzug 43	Stabzug	615	9.218	
83	Stabzug 43	Stabzug	616	9.218	
84	Stabzug 43	Stabzug	617	9.218	
85	Stabzug 43	Stabzug	618	9.218	
86	Stabzug 43	Stabzug	619	9.218	
87	Stabzug 43	Stabzug	620	9.218	
88	Stabzug 43	Stabzug	621	9.218	
89	Stabzug 43	Stabzug	622	9.218	
90	Stabzug 43	Stabzug	623	9.218	
91	Stabzug 43	Stabzug	624	9.218	
92	Stabzug 43	Stabzug	625	9.218	
93	Stabzug 43	Stabzug	626	9.218	
94	Stabzug 43	Stabzug	627	9.218	
95	Stabzug 43	Stabzug	628	9.218	
96	Stabzug 43	Stabzug	629	9.218	
97	Stabzug 43	Stabzug	630	9.218	
98	Stabzug 43	Stabzug	631	9.218	
99	Stabzug 43	Stabzug	632	9.218	
100	Stabzug 43	Stabzug	633	9.218	
101	Stabzug 43	Stabzug	634	9.218	
102	Stabzug 43	Stabzug	635	9.218	
103	Stabzug 43	Stabzug	636	9.218	
104	Stabzug 43	Stabzug	637	9.218	
105	Stabzug 43	Stabzug	638	9.218	
107		Stabzug	154,158	1.208	
108	Rührwerkaufnahme	Stabzug	667,668	1.503	

2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 | DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht Dach	Ständig	☒	0.000	0.000	1.000
LF10	Winddruck	Wind	☐			
LF11	Windsog	Wind	☐			
LF12	Winddruck /-sog in X	Wind	☐			
LF13	Winddruck /-sog in Y	Wind	☐			
LF20	Nutzlast	Verkehrslasten - Kategorie H: Dächer	☐			
LF21	Nutzlast 1/2 in X	Verkehrslasten - Kategorie H: Dächer	☐			
LF22	Nutzlast 1/2 in Y	Verkehrslasten - Kategorie H: Dächer	☐			
LF30	Schnee	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	☐			
LF31	Schnee 1/2 in X	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	☐			
LF32	Schnee 1/2 in Y	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	☐			
LF50	Unterdruck	Ständig/Nutzlast	☐			
LF51	Überdruck	Ständig/Nutzlast	☐			
LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)	Ständig	☐			
LF101	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF103	Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)	Außergewöhnlich	☐			
LF104	Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF105	Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)	Ständig/Nutzlast	☐			
LF106	Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)	Außergewöhnlich	☐			
LF202	Kran in X (Fangfall)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☐			
LF205	Kran in Y (Fangfall)	Nutzlasten - Kategorie A: Wohn/Aufenthaltsräume	☐			
LF206	Rührwerk in X - Charakteristisch	Ständig/Nutzlast	☐			
LF207	Rührwerk in Y - Charakteristisch	Ständig/Nutzlast	☐			

2.3 KOMBINATIONSREGELN

Kombin Regel	Bezeichnung	EN 1990 | DIN Bemessungssituation	Einstellungen		
KR1	GZT	GZT (STR/GEO) - Ständig / Vorübergehend- Gl. 6.10	Berücksichtigen	:	☒Alternativ/gleichzeitig wirkende Lastfälle
			Nummerierung der generierten Kombinationen		Erste Nummer der generierten:
					9 - Lastkombinationen
					3 - Ergebniskombinationen
			Ergebniskombinationen		☒Zusätzlich 'Entweder-Oder'-Ergebniskombination (Ergebnisumhüllende) erzeugen
					☒Separate 'Entweder/Oder'-Ergebniskombination für jede Kombinationsregel erzeugen
			Generierte Lastkombinationen		
			Berechnungstheorie	:	II. Ordnung
KR2	GZG	GZG - Charakteristisch	Berücksichtigen	:	☐Günstige ständige Einwirkungen
					☒Alternativ/gleichzeitig wirkende Lastfälle
			Nummerierung der generierten Kombinationen		Erste Nummer der generierten:
					9 - Lastkombinationen
					3 - Ergebniskombinationen
			Ergebniskombinationen		☒Zusätzlich 'Entweder-Oder'-Ergebniskombination (Ergebnisumhüllende) erzeugen
					☒Separate 'Entweder/Oder'-Ergebniskombination für jede Kombinationsregel erzeugen
			Generierte Lastkombinationen		
			Berechnungstheorie	:	II. Ordnung
KR3	GZG	GZG - Häufig	Berücksichtigen	:	☐Günstige ständige Einwirkungen
					☒Alternativ/gleichzeitig wirkende Lastfälle
			Nummerierung der generierten Kombinationen		Erste Nummer der generierten:
					9 - Lastkombinationen
					3 - Ergebniskombinationen
			Ergebniskombinationen		☒Zusätzlich 'Entweder-Oder'-Ergebniskombination (Ergebnisumhüllende) erzeugen
					☒Separate 'Entweder/Oder'-Ergebniskombination für jede Kombinationsregel erzeugen
			Generierte Lastkombinationen		
			Berechnungstheorie	:	II. Ordnung
KR4	GZG	GZG - Quasi-ständig	Berücksichtigen	:	☐Günstige ständige Einwirkungen
					☒Alternativ/gleichzeitig wirkende Lastfälle
			Nummerierung der generierten Kombinationen		Erste Nummer der generierten:
					9 - Lastkombinationen
					3 - Ergebniskombinationen
			Ergebniskombinationen		☒Zusätzlich 'Entweder-Oder'-Ergebniskombination (Ergebnisumhüllende) erzeugen
					☒Separate 'Entweder/Oder'-Ergebniskombination für jede Kombinationsregel erzeugen
			Generierte Lastkombinationen		
			Berechnungstheorie	:	II. Ordnung

2.3.1 AUSSCHLIESSLICH DER LASTFÄLLE

Nr.	Lastfälle	Nicht kombinieren mit Lastfällen
KR1	LF51	LF10,LF11,LF20,LF21,LF30,LF31,LF40,LF41,
KR2	LF51	LF10,LF11,LF20,LF21,LF30,LF31,LF40,LF41,
KR3	LF51	LF10,LF11,LF20,LF21,LF30,LF31,LF40,LF41,
KR4	LF51	LF10,LF11,LF20,LF21,LF30,LF31,LF40,LF41,

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1	GZT	Max Vz Gesamt	1	1.35	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.35	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
			3	1.50	LF30	Schnee
LK2	GZT	Min Vz Gesamt	1	0.90	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF11	Windsog
			3	1.35	LF51	Überdruck
			4	0.90	LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)
LK3	GZT	Max Ungleichmäßig in X (G= 0,9)	1	0.90	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.90	LF12	Winddruck /-sog in X
			3	1.50	LF31	Schnee 1/2 in X
			4	0.90	LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)
LK4	GZT	Max Ungleichmäßig in X (G=1,35)	1	1.35	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.90	LF12	Winddruck /-sog in X
			3	1.50	LF31	Schnee 1/2 in X
			4	1.35	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
LK5	GZT	Einheben des Rührwerkes	1	1.35	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.35	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
			3	1.50	LF20	Nutzlast
LK6	GZT	Max Unterdruck	1	1.35	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF20	Nutzlast
			3	1.35	LF50	Unterdruck
			4	1.00	LF101	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)
LK7	GZT	Max Überdruck	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.35	LF51	Überdruck
			3	1.35	LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)
LK8	GZT	Testfall (Überdruck)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.50	LF51	Überdruck
			3	1.00	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
LK9	GZT	Max Ungleichmäßig in Y (G= 0,9)	1	0.90	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.90	LF13	Winddruck /-sog in Y
			3	1.50	LF32	Schnee 1/2 in Y
			4	0.90	LF104	Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)
LK10	GZT	Max Ungleichmäßig in Y (G=1,35)	1	1.35	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.35	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
			3	0.90	LF13	Winddruck /-sog in Y
			4	1.50	LF32	Schnee 1/2 in Y
LK20	G Ch	Max Vz Gesamt (Char)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)
			3	0.60	LF10	Winddruck
			4	0.50	LF30	Schnee
LK21	G Ch	Min Vz Gesamt (Char)	1	0.90	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.60	LF11	Windsog
			3	1.00	LF51	Überdruck
			4	0.90	LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)
LK22	G Ch	Max Ungleichmäßig in X (Char)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF31	Schnee 1/2 in X
			3	1.00	LF206	Rührwerk in X - Charakteristisch
LK23	G Ch	Ständige Situation mit Überdruck (Char)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF51	Überdruck
			3	1.00	LF102	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)
LK24	G Ch	Ständige Situation mit Unterdruck (Char)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF50	Unterdruck
			3	1.00	LF101	Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)
LK25	G Ch	Max Ungleichmäßig in Y (Char)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF32	Schnee 1/2 in Y
			3	1.00	LF207	Rührwerk in Y - Charakteristisch
LK26	AGE'	Rückwärtslauf in X	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF50	Unterdruck
			3	1.00	LF103	Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)
LK27	AGE'	Rückwärtslauf in Y	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	1.00	LF50	Unterdruck
			3	1.00	LF106	Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)
LK32		Montagezustand - Kran in X - Fangfall	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.36	LF12	Winddruck /-sog in X
			3	1.00	LF202	Kran in X (Fangfall)
LK35		Montagezustand - Kran in Y - Fangfall	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	0.36	LF13	Winddruck /-sog in Y
			3	1.00	LF205	Kran in Y (Fangfall)
LK36		Schnee NDT (yS = 2,09x1,1 = 2,3)	1	1.00	LF1	Eigengewicht Dach
			2	2.09	LF30	Schnee
			3	1.00	LF100	Rührwerk (Außer Betrieb)

2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn. kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10	LK1/s oder bis LK10
EK2	GZG - Charakteristisch	LK20/s oder bis LK25
EK3	GZT (EQU) - A	LK26/s oder LK27/s oder LK36/s

2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn. kombin.	Bezeichnung	Belastung
	Außergewöhnlich	
EK4	Montage der Isolierung	LK32/s oder LK35/s

LF1
Eigengewicht Dach

3.2 STABLASTEN

LF1: Eigengewicht Dach

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
5	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.600	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
6	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	0.600	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
85	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	0.665	kN/m	☒
							p_2	0.154	kN/m	
86	Stäbe	577,622, 623,637	Kraft	n x P	ZL	Wahre Länge	P	1.200	kN	☐
							n	4		
							A	0.150	m	
							B	2.600	m	
	Laufsteg									
87	Stäbe	577,622, 623,637	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	4.000	kN	☐
							A	0.150	m	
	Brücke									

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF1: Eigengewicht Dach

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
5	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
6	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
85	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
86	Stäbe	577,622, 623,637	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.2/2 STABLASTEN - LASTAUSMITTE - KONZENTRIERTE KRAFT

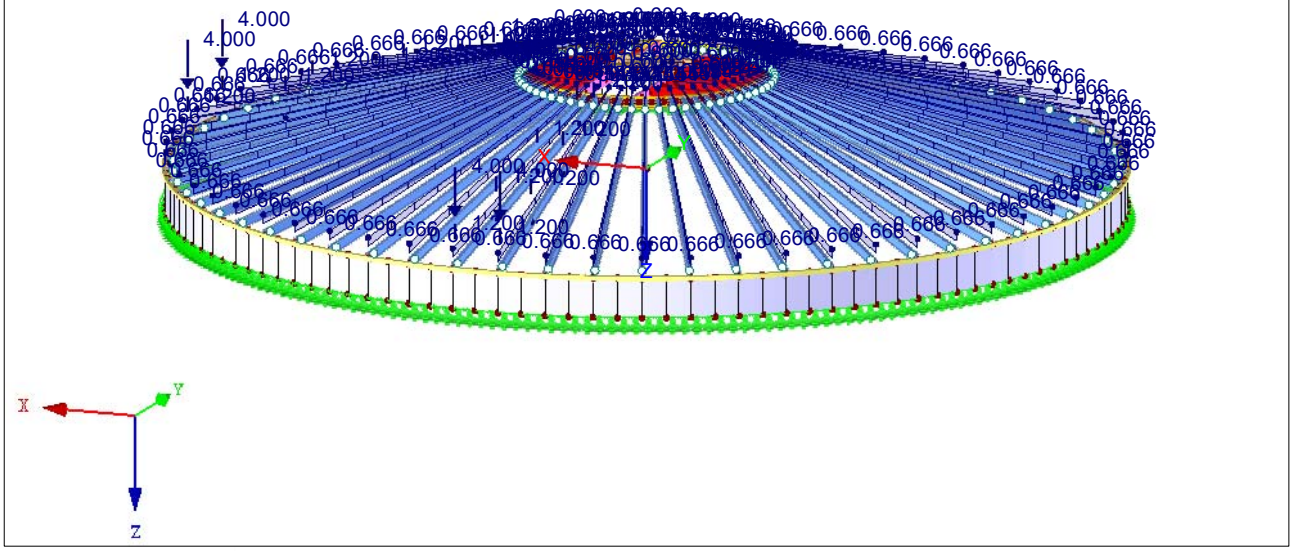
LF1: Eigengewicht Dach

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz e_Y [mm]	Absoluter Versatz e_Z [mm]	Relativer Versatz y-Achse	Relativer Versatz z-Achse	
87	Stäbe	577,622,623,637	0.0	0.0	Mitte	Mitte	

LF1: EIGENGEWICHT DACH

LF1 : Eigengewicht Dach
Belastung [kN/m], [kN]

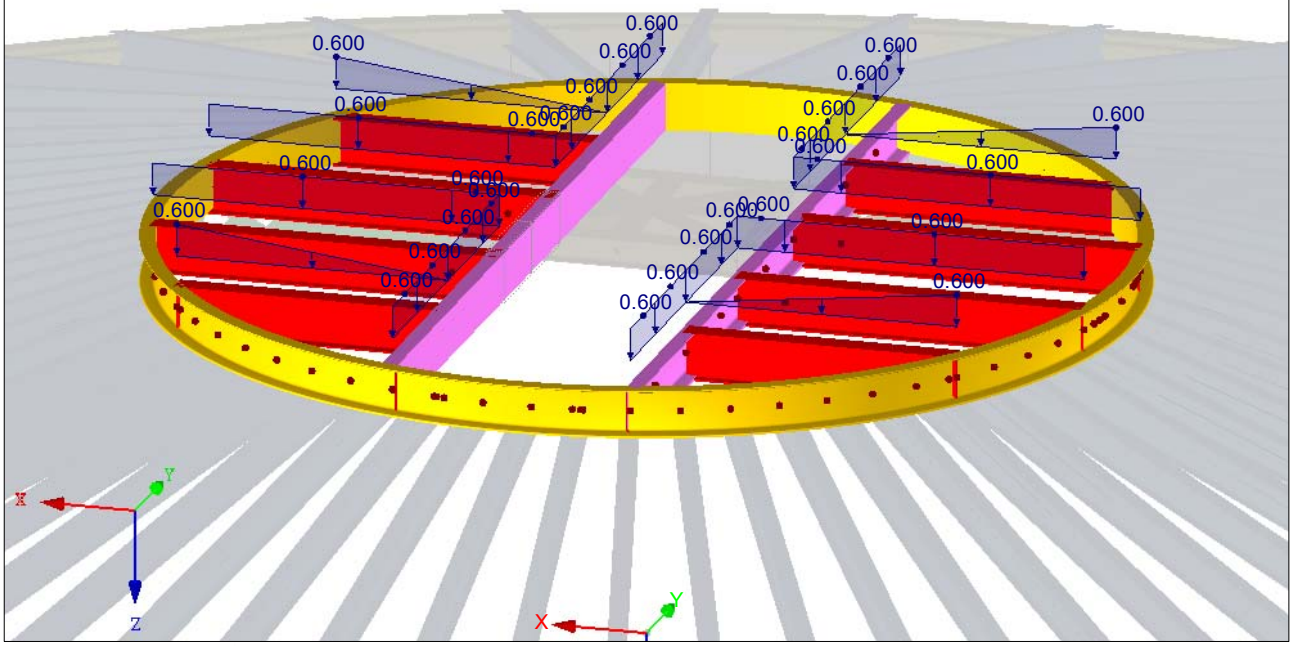
Isometrie



LF1: EIGENGEWICHT DACH

LF1 : Eigengewicht Dach
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF10
Winddruck

3.2 STABLASTEN

LF10: Winddruck

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.200	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
3	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	0.200	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
149	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	0.375	kN/m	☒
							p_2	0.087	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

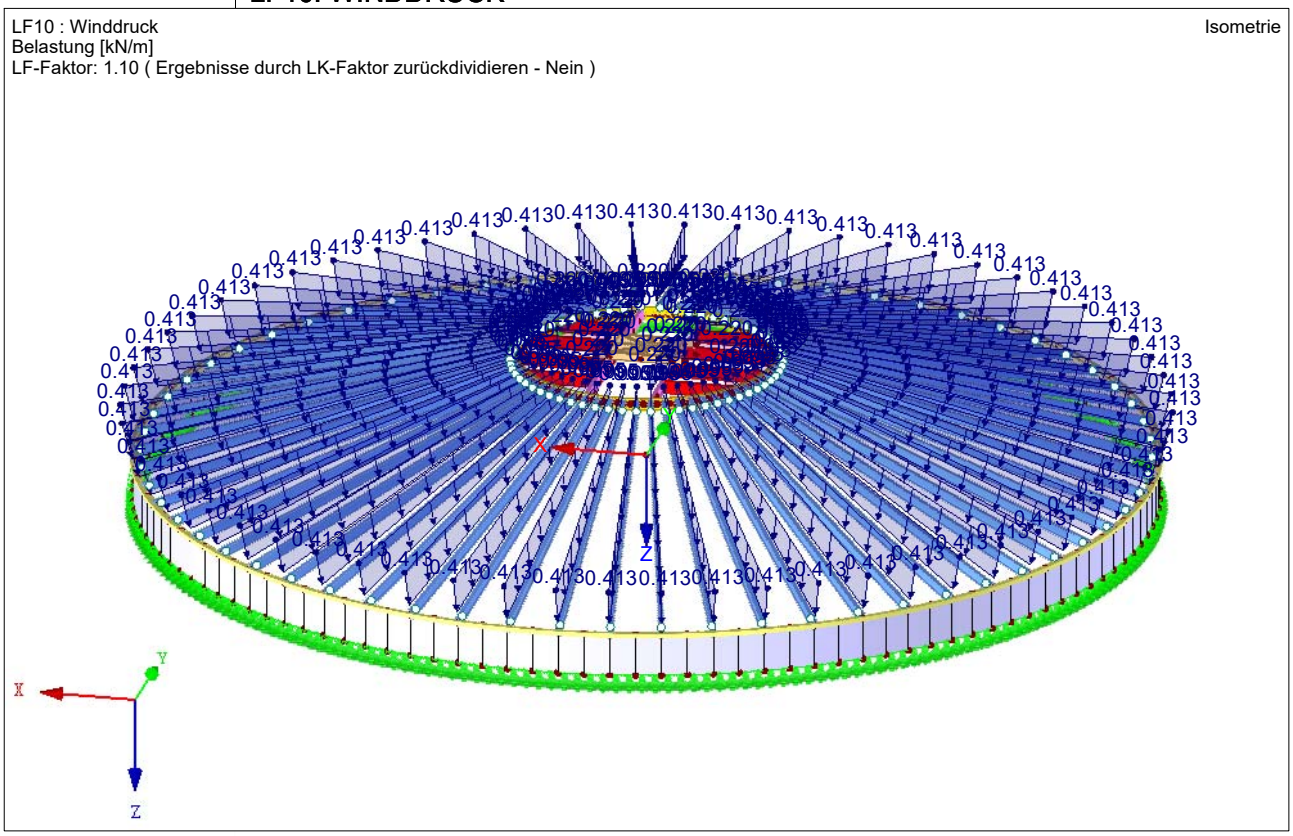
LF10: Winddruck

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
2	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
149	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

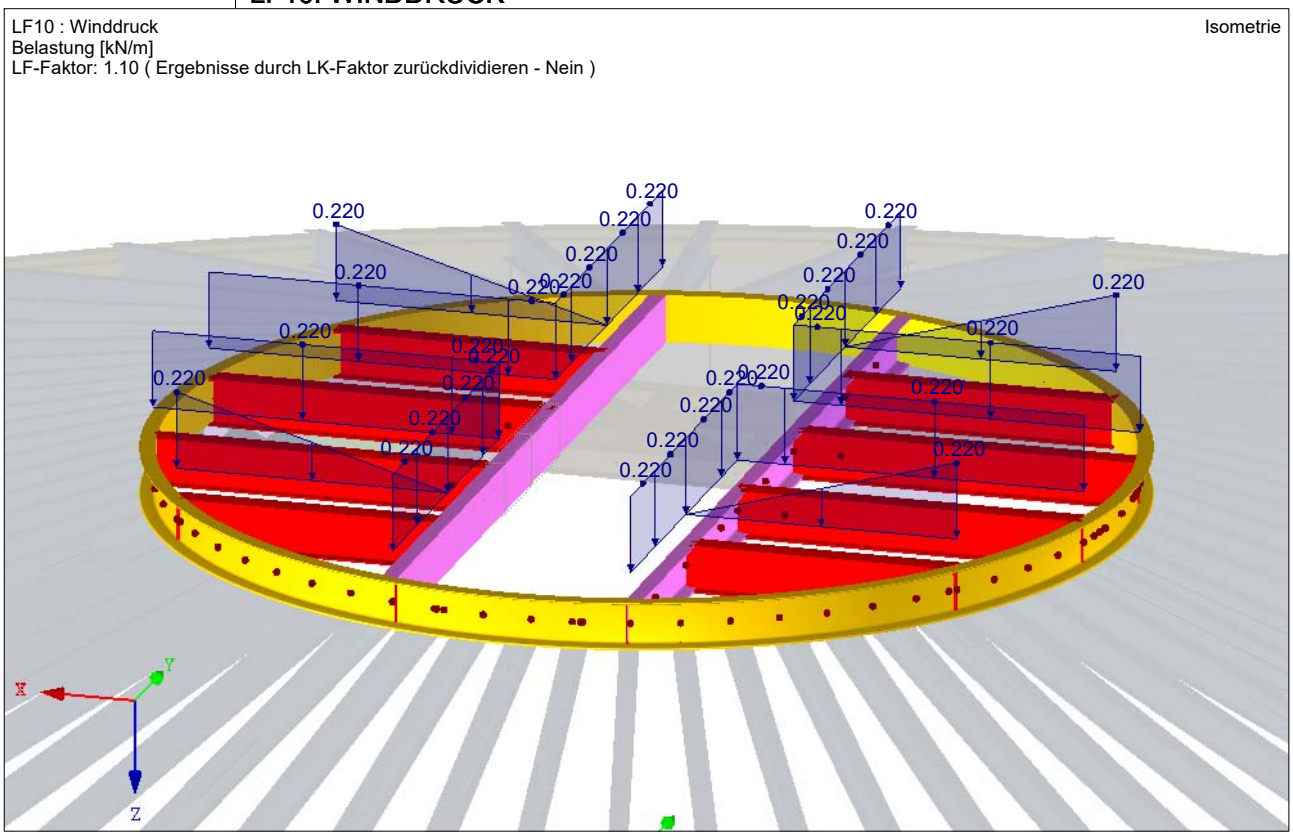
LF10: WINDDRUCK

LF10 : Winddruck
Belastung [kN/m]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

Isometrie



LF10: WINDDRUCK



LF11
Windsog

3.2 STABLASTEN

LF11: Windsog

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	-0.400	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
3	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	-0.400	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
149	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	-0.750	kN/m	☒
							p_2	-0.174	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

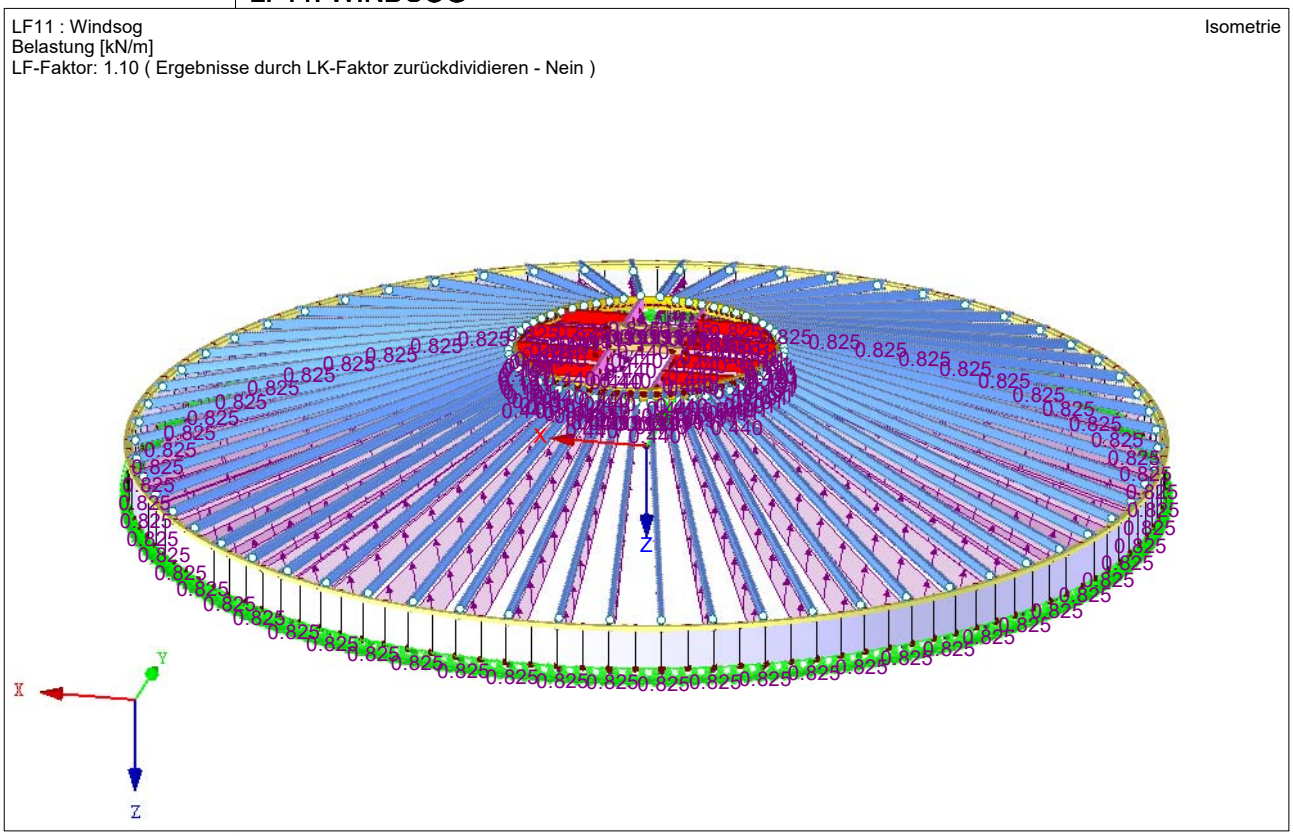
LF11: Windsog

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
2	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
149	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

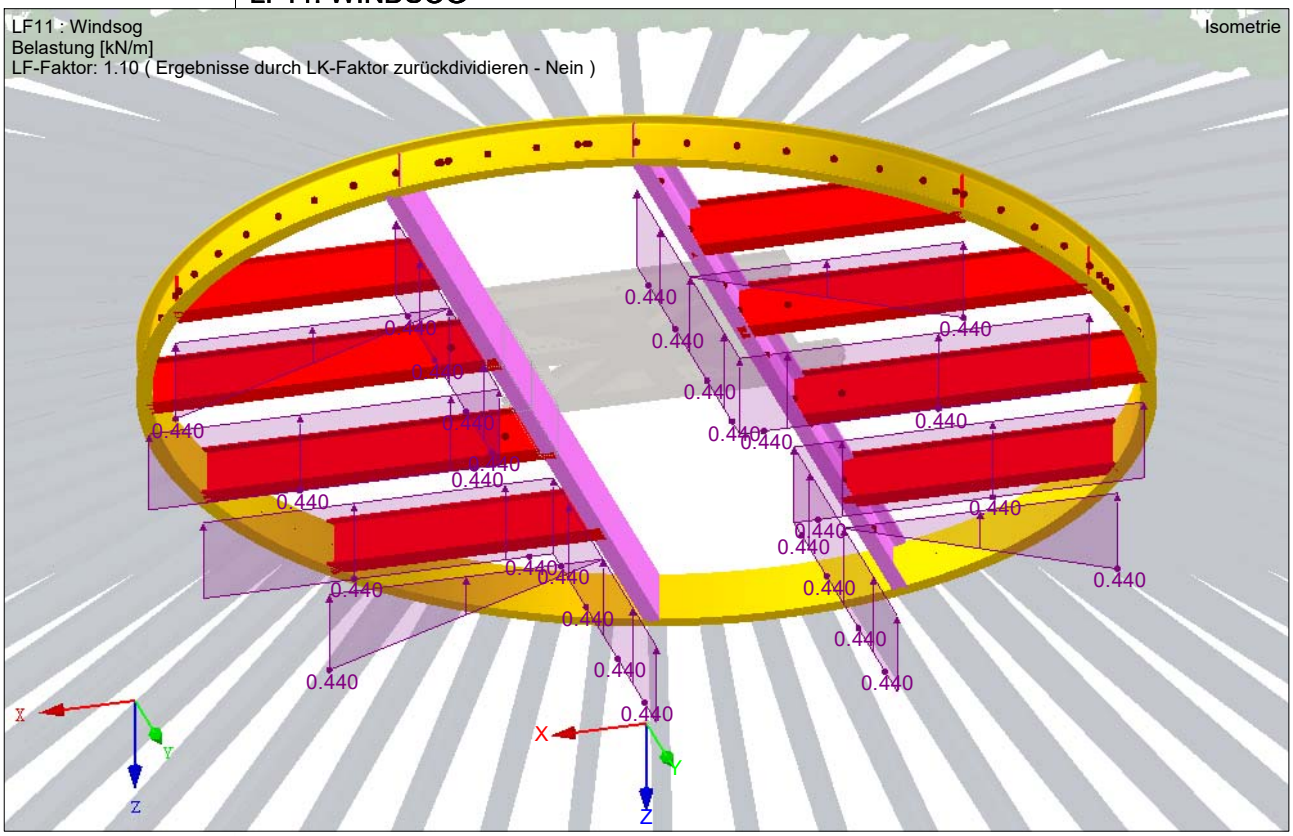
LF11: WINDSOG

LF11 : Windsog
Belastung [kN/m]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

Isometrie



LF11: WINDSOG



LF12
Winddruck /-sog in X

3.2 STABLASTEN

LF12: Winddruck /-sog in X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
1	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.200	kN/m	☐
	5-9,126,148,154,158,547,548,553,559,560,568,572									
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	-0.400	kN/m	☐
	1-4,127,150,153,157,544,549,550,554,570,571,573,574									
3	Stabsätze	44-58, 90-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	0.375	kN/m	☒
							p_2	0.087	kN/m	
4	Stabsätze	59-89	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	-0.750	kN/m	☒
							p_2	-0.174	kN/m	
5	Stäbe	591	Kraft	n x P	z	Wahre Länge	P	1.500	kN	☐
							n	4		
							A	0.150	m	
							B	2.600	m	
	Walkway									
6	Stäbe	592	Kraft	n x P	z	Wahre Länge	P	-1.500	kN	☐
							n	4		
							A	0.150	m	
							B	2.600	m	
	Walkway									
7	Stäbe	591	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	3.000	kN	☐
							A	0.150	m	
	Brücke									
8	Stäbe	592	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	-3.000	kN	☐
							A	0.150	m	
	Brücke									

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF12: Winddruck /-sog in X

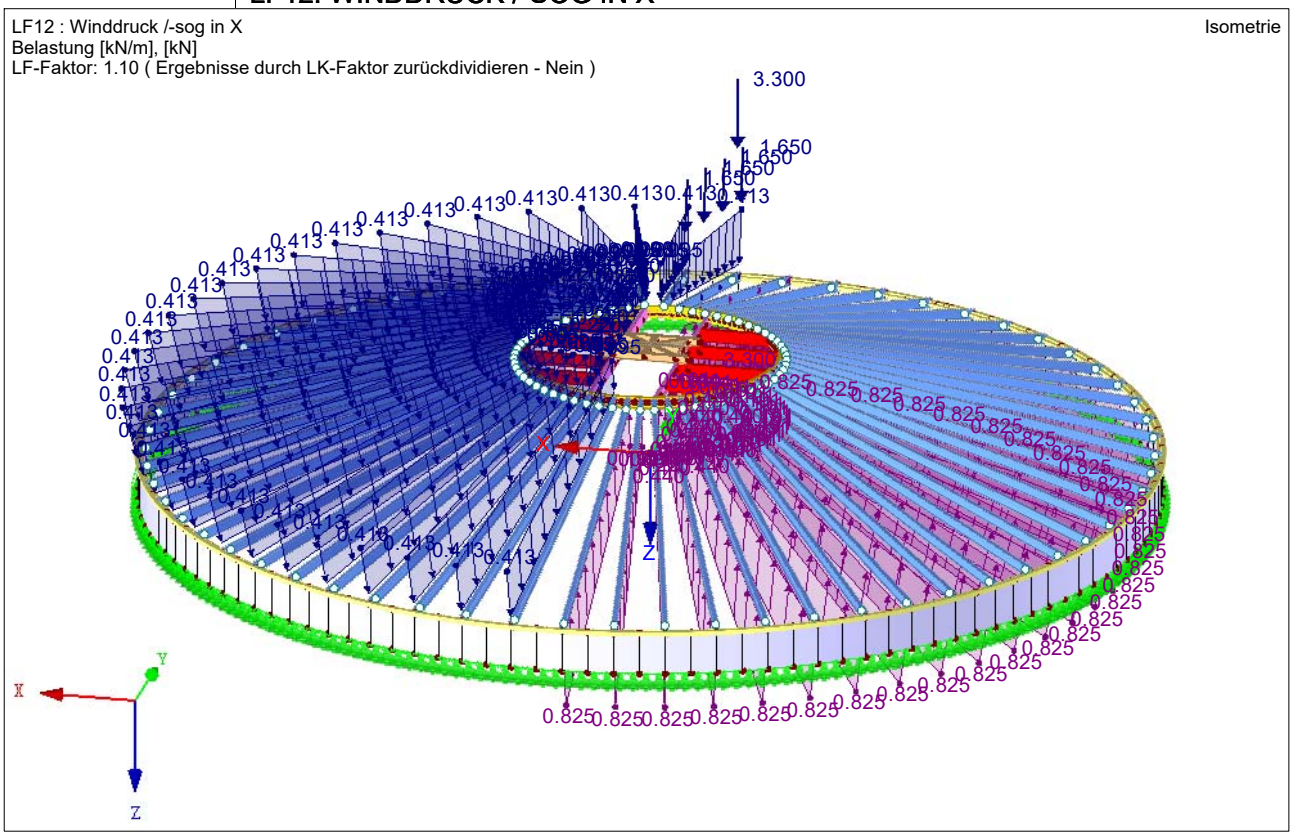
Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
1	Stäbe	5-9,126, 148,154, 158,547, 548,553, 559,560, 568,572	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
2	Stäbe	1-4,127, 150,153, 157,544, 549,550, 554,570, 571,573, 574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stabsätze	44-58, 90-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
4	Stabsätze	59-89	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
5	Stäbe	591	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
6	Stäbe	592	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.2/2 STABLASTEN - LASTAUSMITTE - KONZENTRIERTE KRAFT

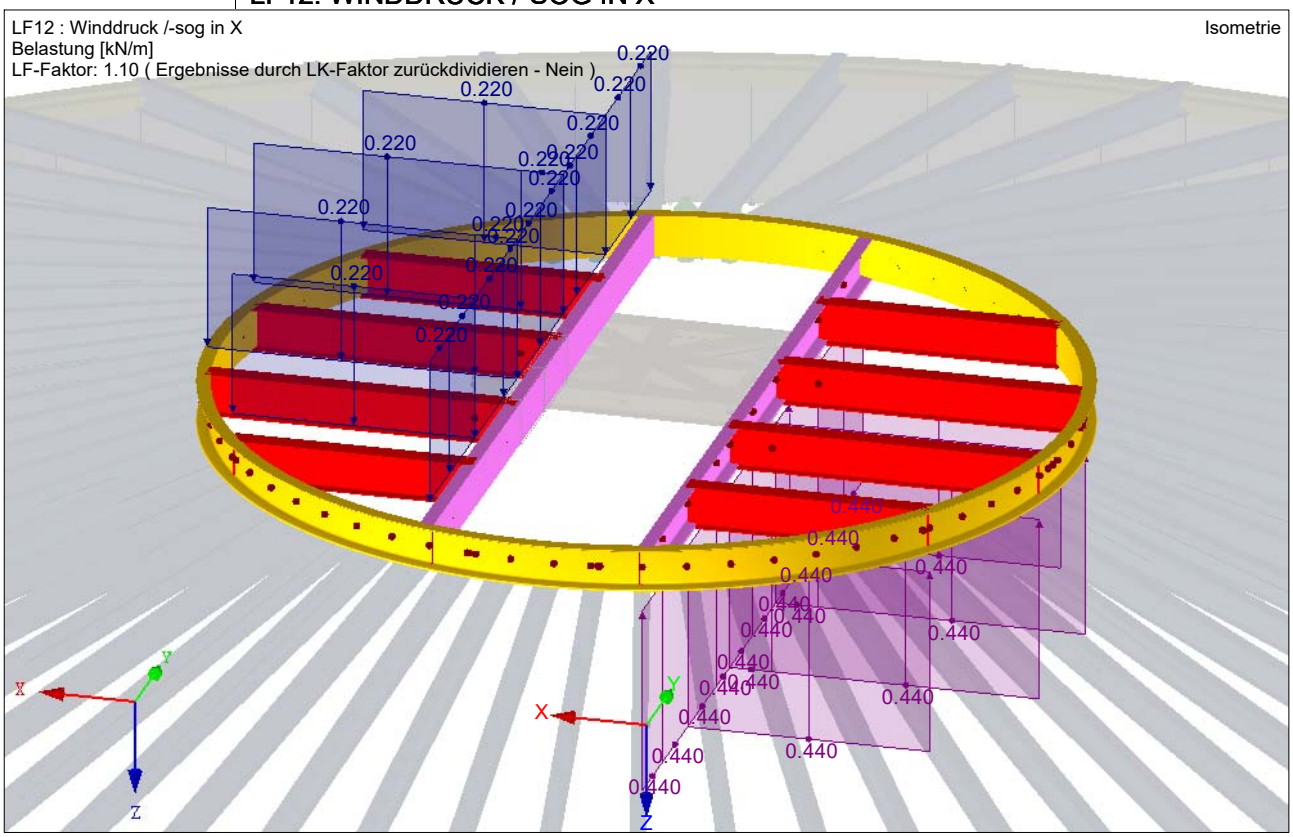
LF12: Winddruck /-sog in X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz e_Y [mm]	Absoluter Versatz e_Z [mm]	Relativer Versatz y-Achse	Relativer Versatz z-Achse	
7	Stäbe	591	0.0	0.0	Mitte	Mitte	
8	Stäbe	592	0.0	0.0	Mitte	Mitte	

LF12: WINDDRUCK /-SOG IN X



LF12: WINDDRUCK /-SOG IN X



LF13
Winddruck /-sog in Y

3.2 STABLASTEN

LF13: Winddruck /-sog in Y

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	-0.400	kN/m	☐
	1,2,8,9,148,150,548,550,554,559,560,568,570,573									
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.200	kN/m	☐
	3-7,126,127,544,547,549,553,571,572,574									
149	Stabsätze	74-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	-0.750	kN/m	☒
							p_2	-0.174	kN/m	
150	Stabsätze	44-73	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	0.375	kN/m	☒
							p_2	0.087	kN/m	
151	Stäbe	637	Kraft	n x P	z	Wahre Länge	P	-1.500	kN	☐
							n	4		
							A	0.150	m	
							B	2.600	m	
	Walkway									
152	Stäbe	577	Kraft	n x P	z	Wahre Länge	P	1.500	kN	☐
							n	4		
							A	0.150	m	
							B	2.600	m	
	Walkway									
153	Stäbe	637	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	-3.000	kN	☐
							A	0.150	m	
	Brücke									
154	Stäbe	577	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	3.000	kN	☐
							A	0.150	m	
	Brücke									

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF13: Winddruck /-sog in Y

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
2	Stäbe	1,2,8,9, 148,150, 548,550, 554,559, 560,568, 570,573	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stäbe	3-7,126, 127,544, 547,549, 553,571, 572,574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
149	Stabsätze	74-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
150	Stabsätze	44-73	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
151	Stäbe	637	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
152	Stäbe	577	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.2/2 STABLASTEN - LASTAUSMITTE - KONZENTRIERTE KRAFT

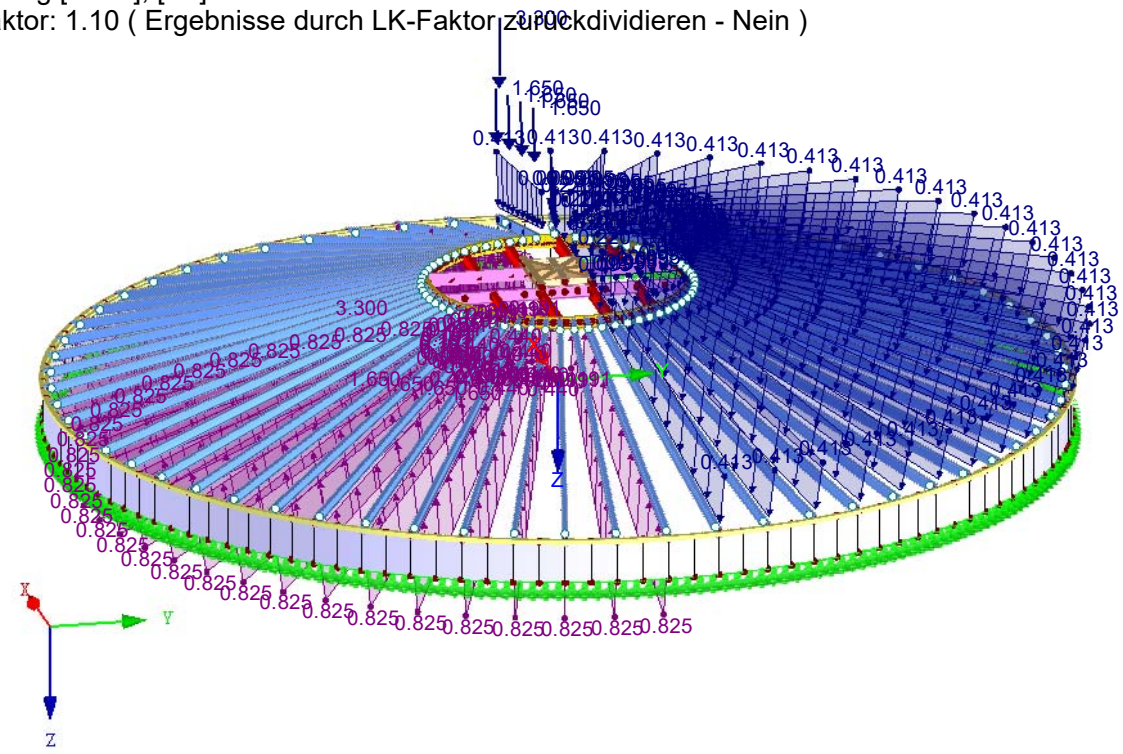
LF13: Winddruck /-sog in Y

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz e_Y [mm]	Absoluter Versatz e_Z [mm]	Relativer Versatz y-Achse	Relativer Versatz z-Achse	
153	Stäbe	637	0.0	0.0	Mitte	Mitte	
154	Stäbe	577	0.0	0.0	Mitte	Mitte	

LF13: WINDDRUCK /-SOG IN Y

LF13 : Winddruck /-sog in Y
Belastung [kN/m], [kN]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

Isometrie



LF20
Nutzlast

3.2 STABLASTEN

LF20: Nutzlast

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	2.000	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
4	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	2.000	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

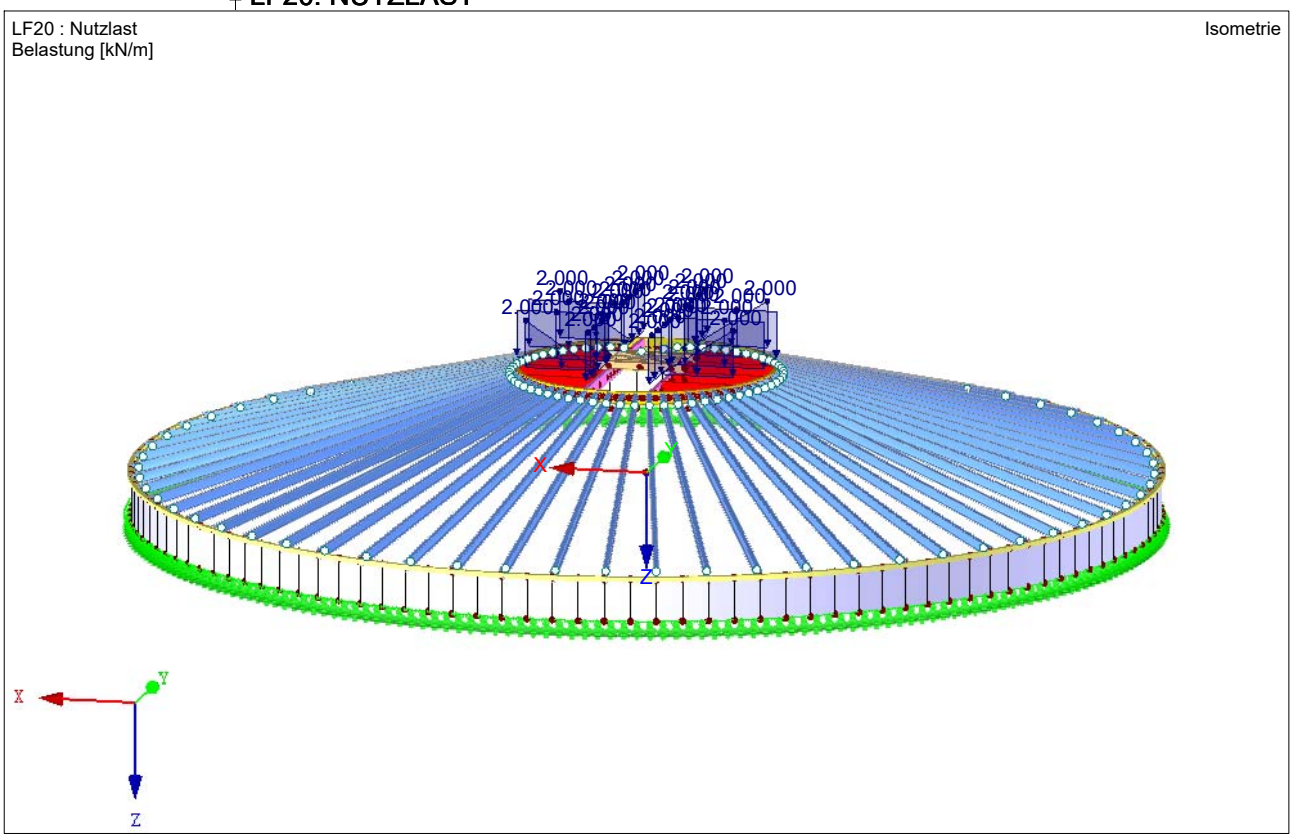
LF20: Nutzlast

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
3	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
4	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

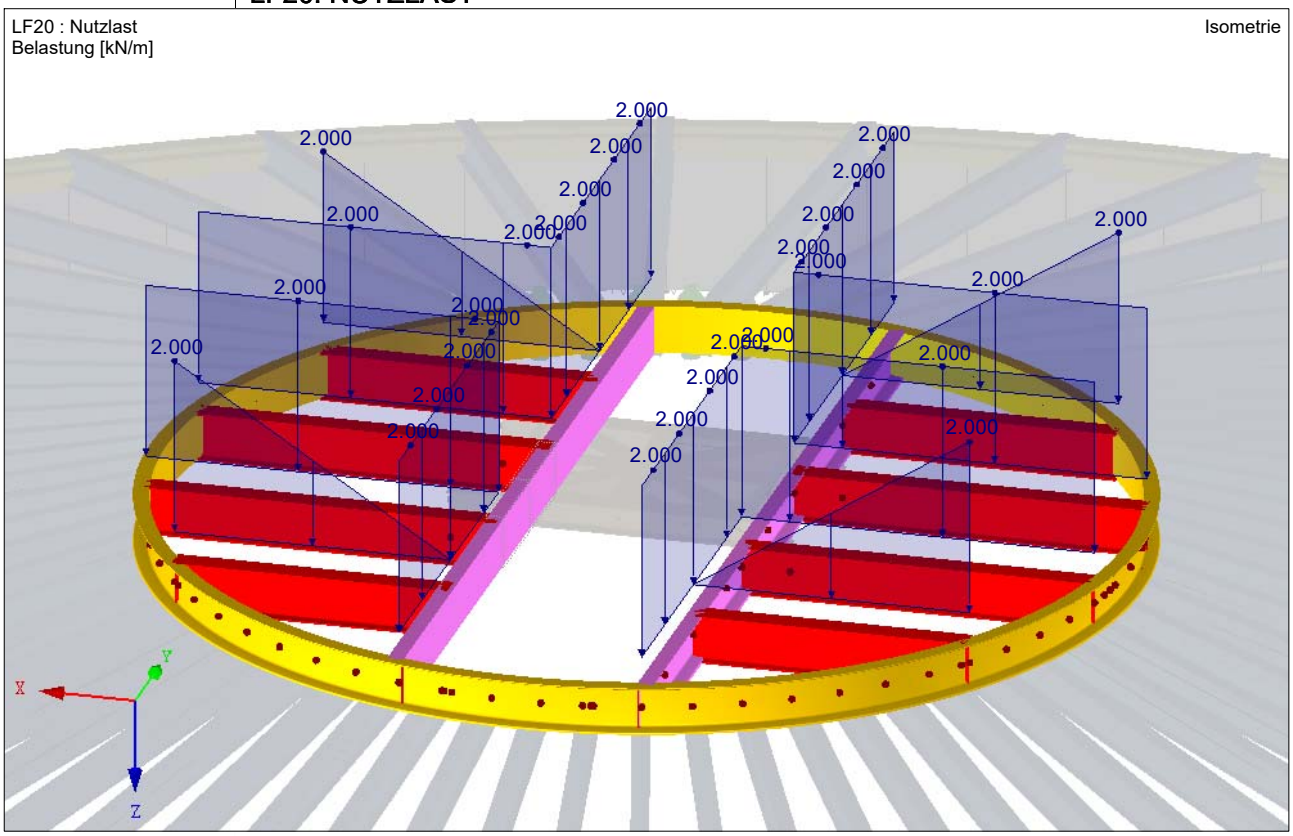
LF20: NUTZLAST

LF20 : Nutzlast
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF20: NUTZLAST



LF21
Nutzlast 1/2 in X

3.2 STABLASTEN

LF21: Nutzlast 1/2 in X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	2.000	kN/m
	5-9,126,148,154,158,547,548,553,559,560,568,572								
5	Stäbe	577,637	Kraft	n x P	ZL	Wahre Länge	P	1.000	kN
							n	4	
							A	0.000	m
							B	3.000	m
	Laufsteg								

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

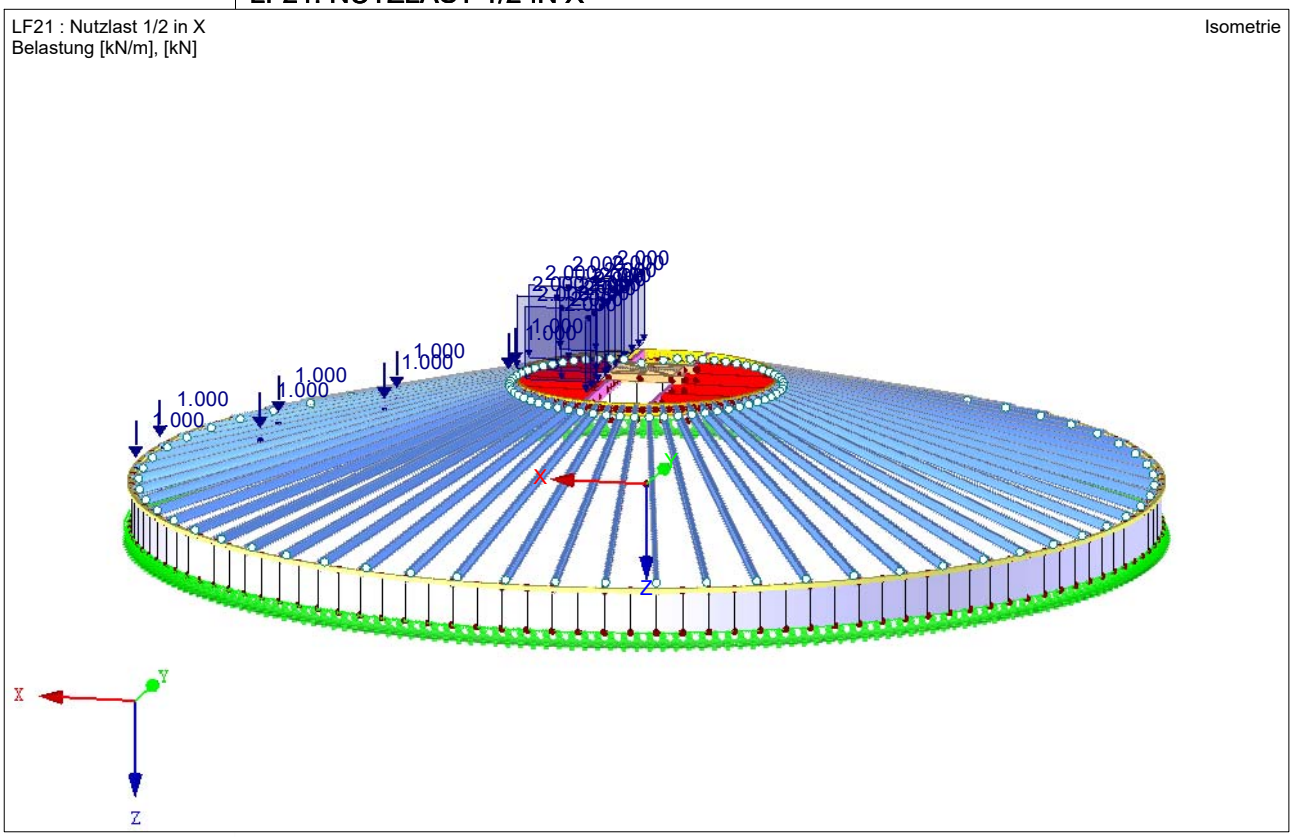
LF21: Nutzlast 1/2 in X

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
3	Stäbe	5-9,126, 148,154, 158,547, 548,553, 559,560, 568,572	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
5	Stäbe	577,637	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

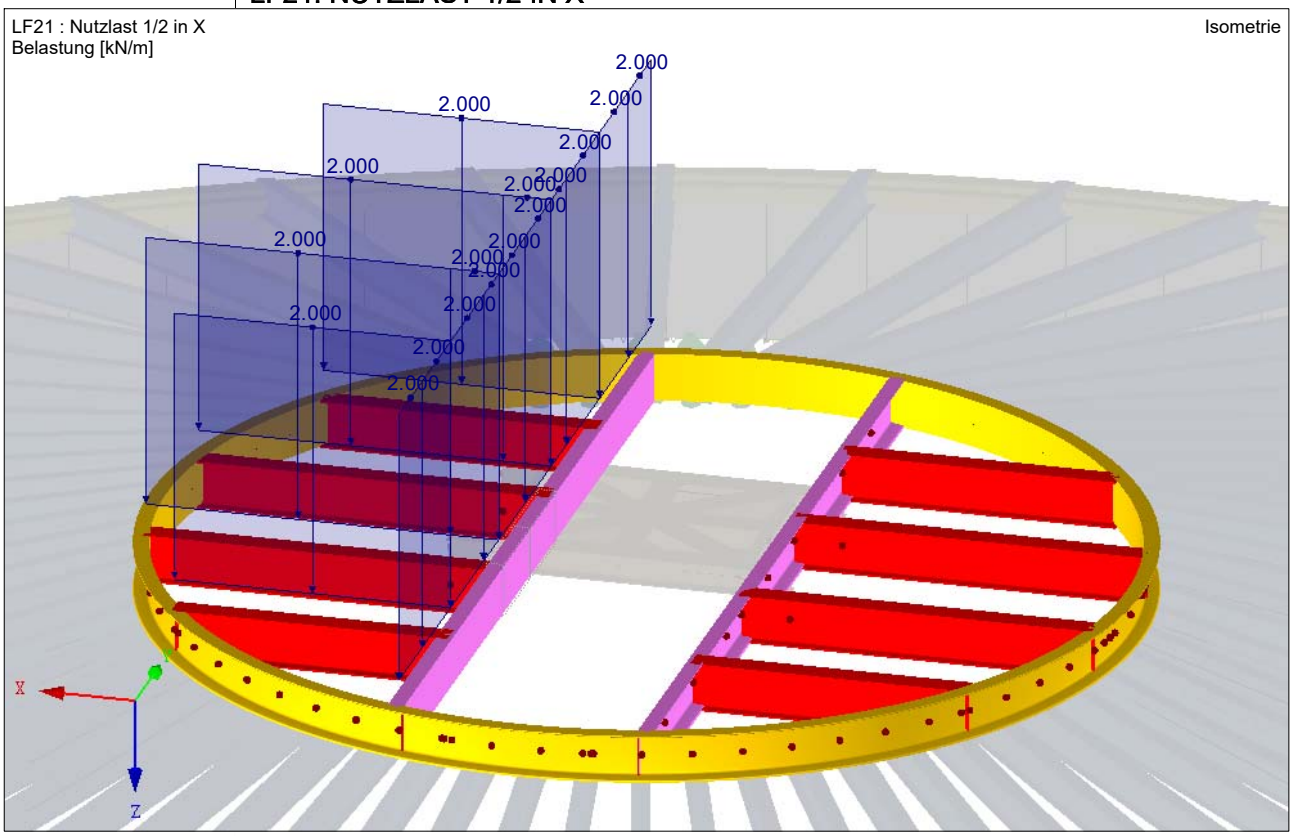
LF21: NUTZLAST 1/2 IN X

LF21 : Nutzlast 1/2 in X
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie



LF21: NUTZLAST 1/2 IN X



LF22
Nutzlast 1/2 in Y

3.2 STABLASTEN

LF22: Nutzlast 1/2 in Y

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	2.000	kN/m
	1,2,8,9,148,150,548,550,554,559,560,568,570,573								
5	Stäbe	621,624	Kraft	n x P	ZL	Wahre Länge	P	1.000	kN
							n	4	
							A	0.000	m
							B	3.000	m
	Laufsteg								

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

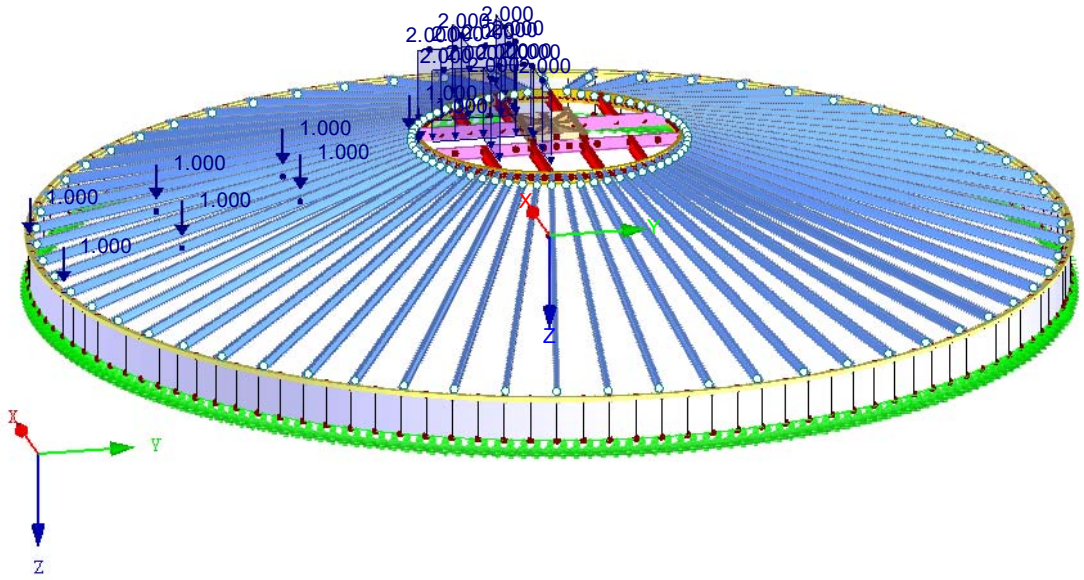
LF22: Nutzlast 1/2 in Y

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
3	Stäbe	1,2,8,9, 148,150, 548,550, 554,559, 560,568, 570,573	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
5	Stäbe	621,624	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

LF22: NUTZLAST 1/2 IN Y

LF22 : Nutzlast 1/2 in Y
Belastung [kN/m], [kN]

Isometrie



LF30
Schnee

3.2 STABLASTEN

LF30: Schnee

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.800	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
4	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	0.800	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
85	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	ZP	Projizierte Länge	p_1	0.823	kN/m	☒
							p_2	0.190	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

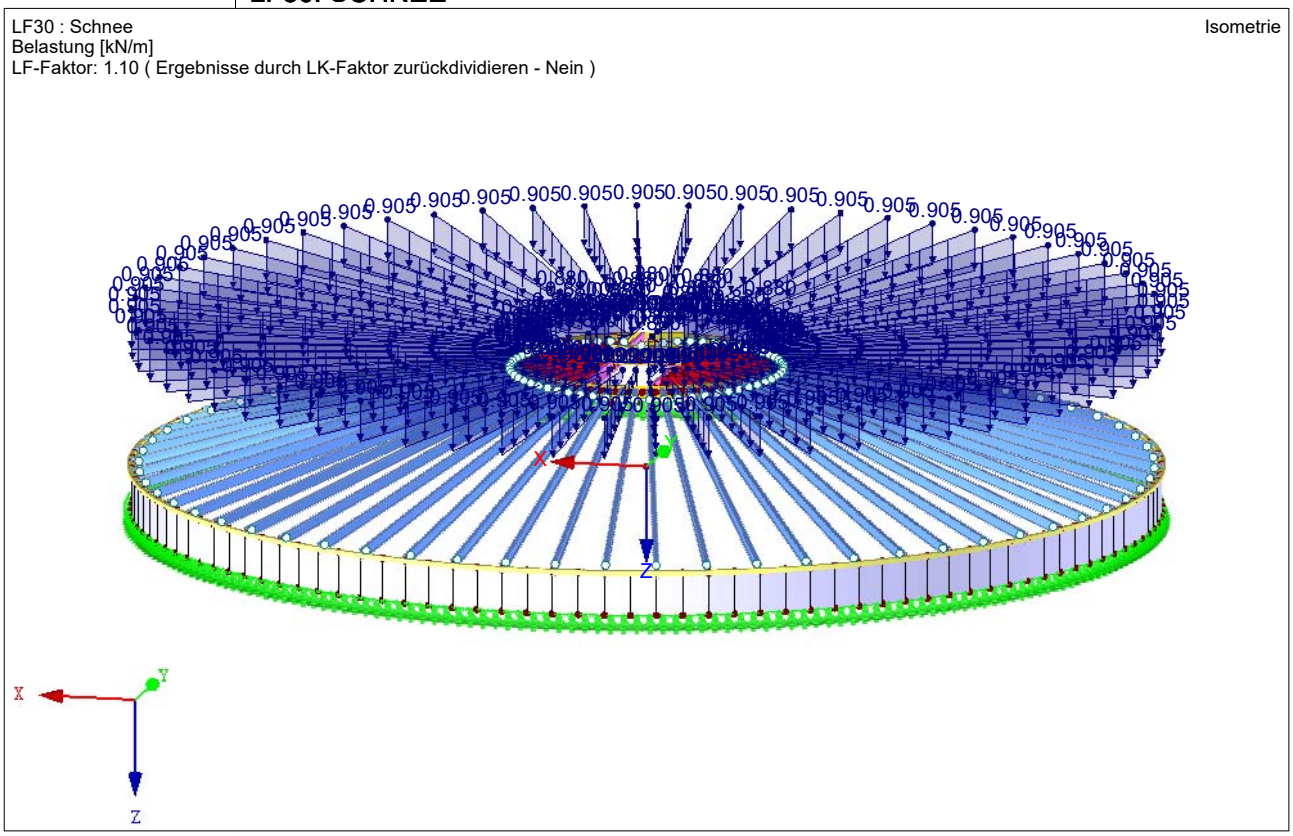
LF30: Schnee

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
3	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
4	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
85	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

LF30: SCHNEE

LF30 : Schnee
Belastung [kN/m]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

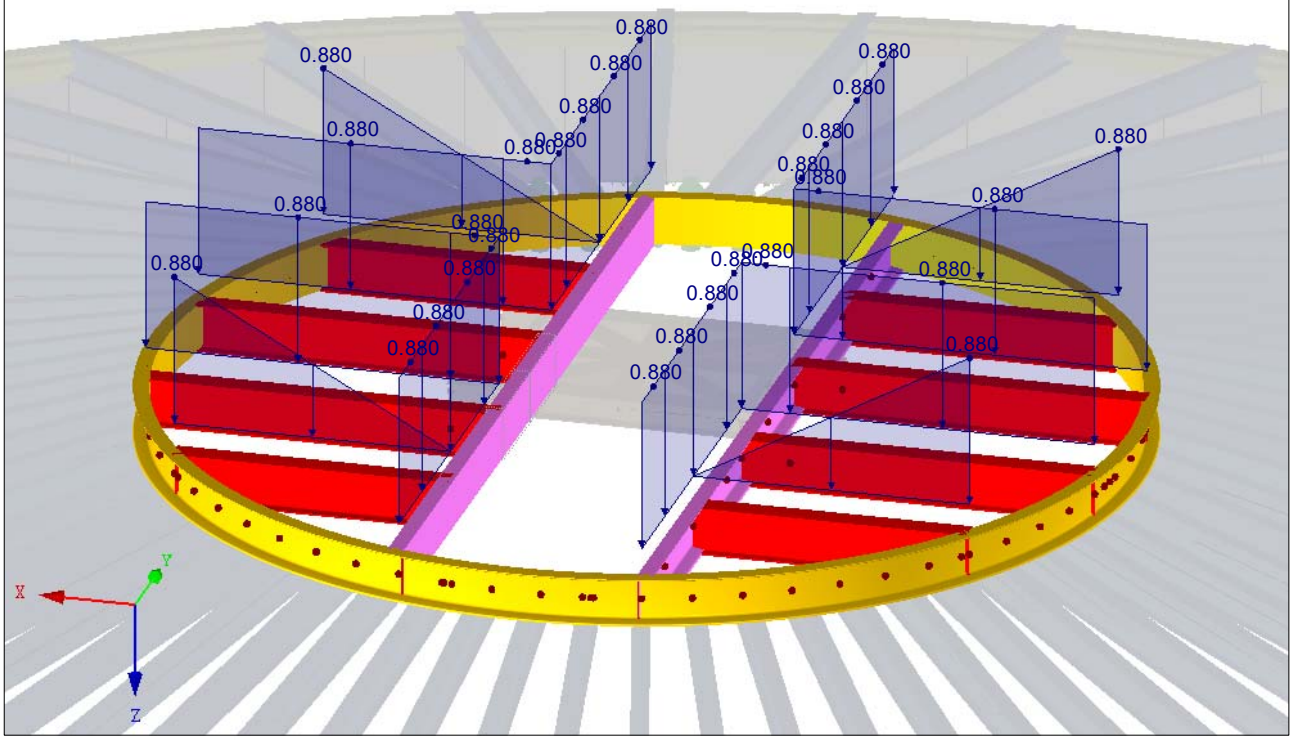
Isometrie



LF30: SCHNEE

LF30 : Schnee
Belastung [kN/m]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

Isometrie



LF31
Schnee 1/2 in X

3.2 STABLASTEN

LF31: Schnee 1/2 in X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
1	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.800	kN/m	☐
	5-9,126,148,154,158,547,548,553,559,560,568,572									
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.400	kN/m	☐
	1-4,127,150,153,157,544,549,550,554,570,571,573,574									
3	Stabsätze	44-58, 90-105	Kraft	Trapezförmig	ZP	Projizierte Länge	p_1	0.823	kN/m	☒
							p_2	0.190	kN/m	
4	Stabsätze	59-89	Kraft	Trapezförmig	ZP	Projizierte Länge	p_1	0.411	kN/m	☒
							p_2	0.095	kN/m	
5	Stäbe	577,637	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	1.000	kN	☐
							A	0.150	m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF31: Schnee 1/2 in X

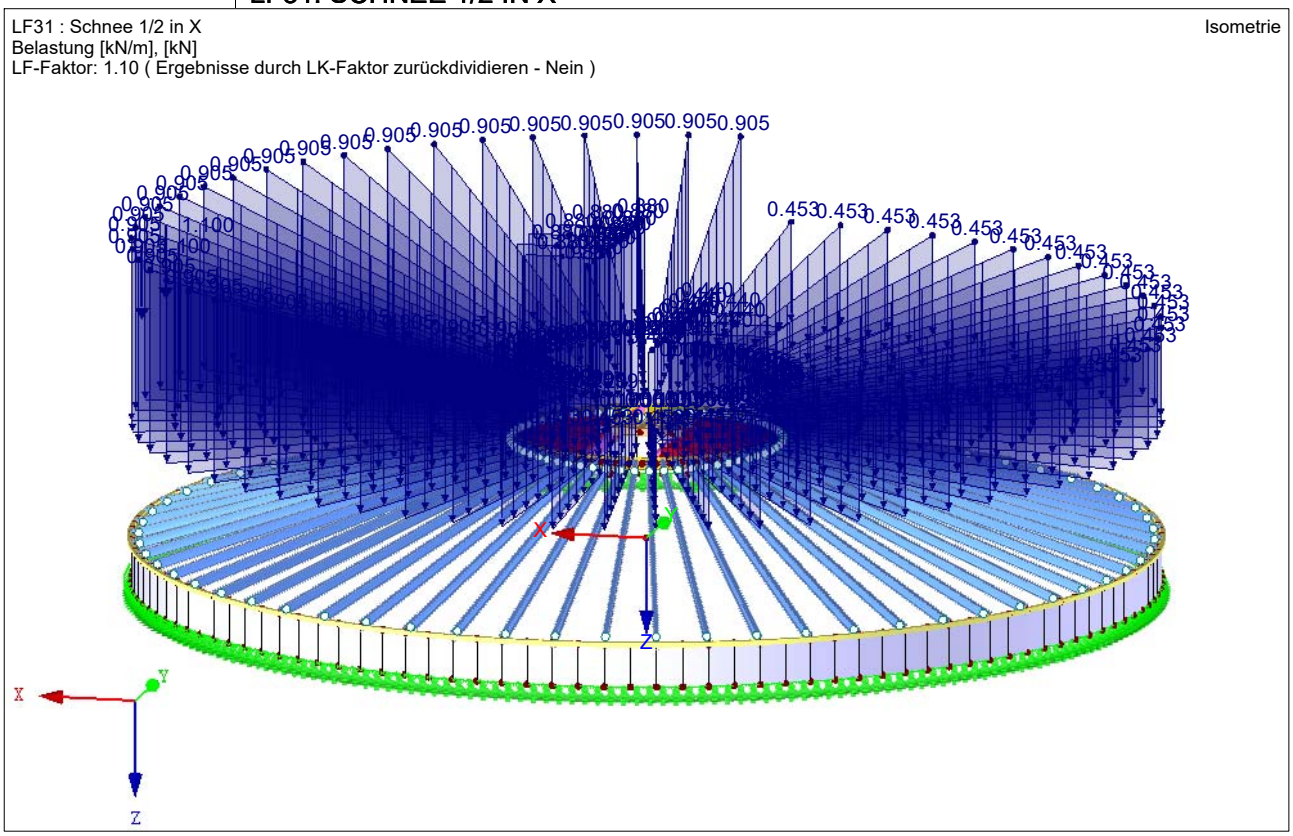
Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
1	Stäbe	5-9,126, 148,154, 158,547, 548,553, 559,560, 568,572	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
2	Stäbe	1-4,127, 150,153, 157,544, 549,550, 554,570, 571,573, 574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stabsätze	44-58, 90-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
4	Stabsätze	59-89	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.2/2 STABLASTEN - LASTAUSMITTE - KONZENTRIERTE KRAFT

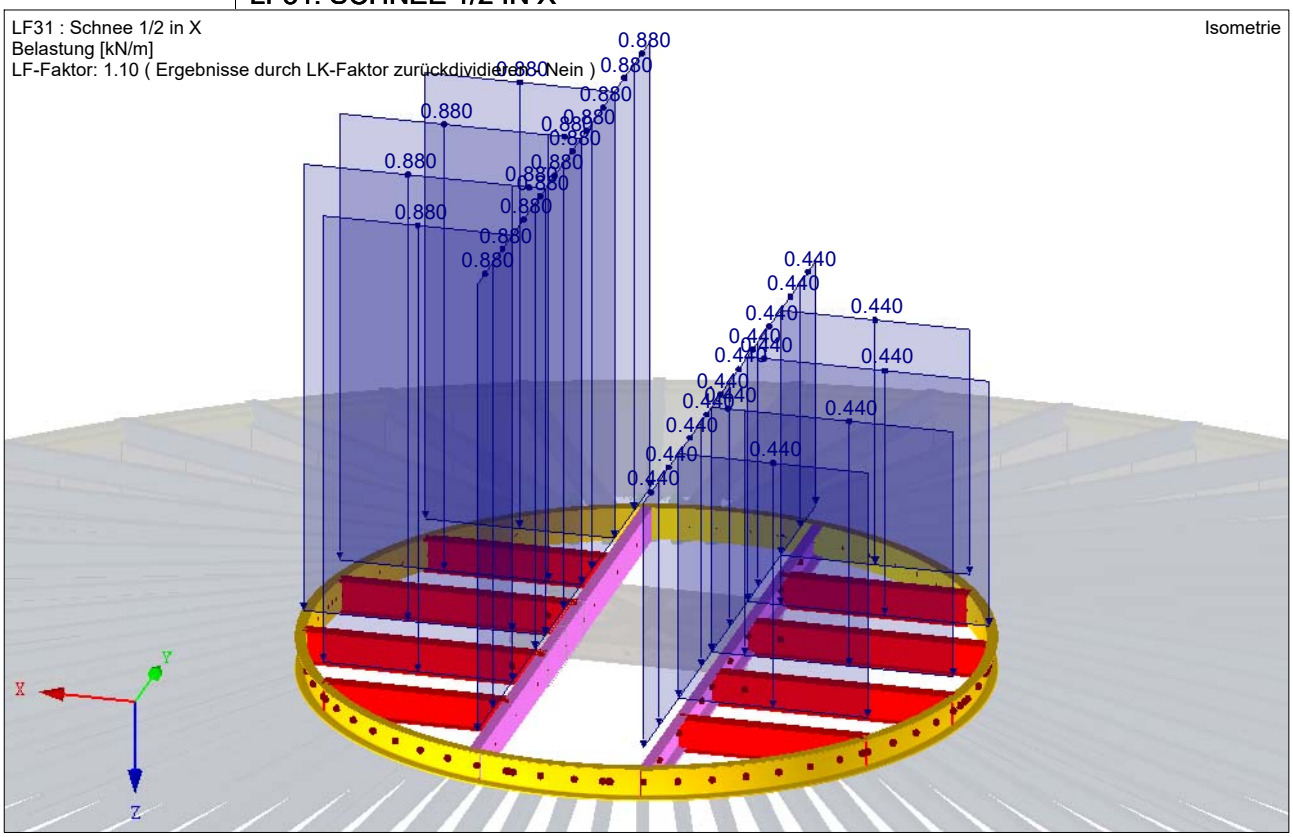
LF31: Schnee 1/2 in X

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz e_Y [mm]	Absoluter Versatz e_Z [mm]	Relativer Versatz y-Achse	Relativer Versatz z-Achse	
5	Stäbe	577,637	0.0	0.0	Mitte	Mitte	

LF31: SCHNEE 1/2 IN X



LF31: SCHNEE 1/2 IN X



LF32
Schnee 1/2 in Y

3.2 STABLASTEN

LF32: Schnee 1/2 in Y

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
3	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.800	kN/m	☐
	1,2,8,9,148,150,548,550,554,559,560,568,570,573									
4	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.400	kN/m	☐
	3-7,126,127,544,547,549,553,571,572,574									
85	Stabsätze	74-104	Kraft	Trapezförmig	ZP	Projizierte Länge	p_1	0.823	kN/m	☒
							p_2	0.190	kN/m	
86	Stabsätze	44-73,105	Kraft	Trapezförmig	ZP	Projizierte Länge	p_1	0.411	kN/m	☒
							p_2	0.095	kN/m	
87	Stäbe	622,623	Kraft	Punktuell	ZL	Wahre Länge	P	1.000	kN	☐
							A	0.150	m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF32: Schnee 1/2 in Y

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
3	Stäbe	1,2,8,9, 148,150, 548,550, 554,559, 560,568, 570,573	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
4	Stäbe	3-7,126, 127,544, 547,549, 553,571, 572,574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
85	Stabsätze	74-104	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
86	Stabsätze	44-73,105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.2/2 STABLASTEN - LASTAUSMITTE - KONZENTRIERTE KRAFT

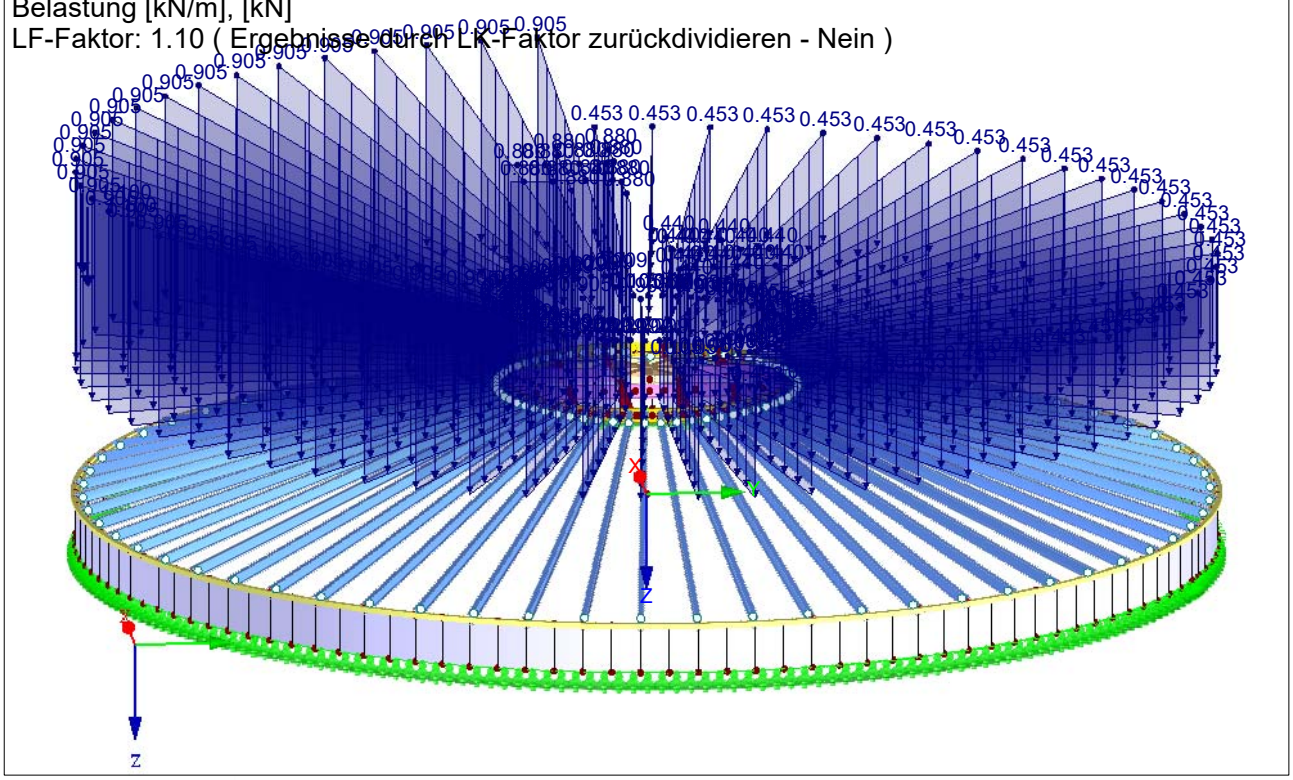
LF32: Schnee 1/2 in Y

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz e_Y [mm]	Absoluter Versatz e_Z [mm]	Relativer Versatz y-Achse	Relativer Versatz z-Achse	
87	Stäbe	622,623	0.0	0.0	Mitte	Mitte	

LF32: SCHNEE 1/2 IN Y

LF32 : Schnee 1/2 in Y
Belastung [kN/m], [kN]
LF-Faktor: 1.10 (Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren - Nein)

Isometrie



LF50
Unterdruck

3.2 STABLASTEN

LF50: Unterdruck

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
2	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	0.100	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
3	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	0.100	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
85	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	0.399	kN/m	☒
							p_2	0.092	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF50: Unterdruck

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
2	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
85	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.4 FLÄCHENLASTEN

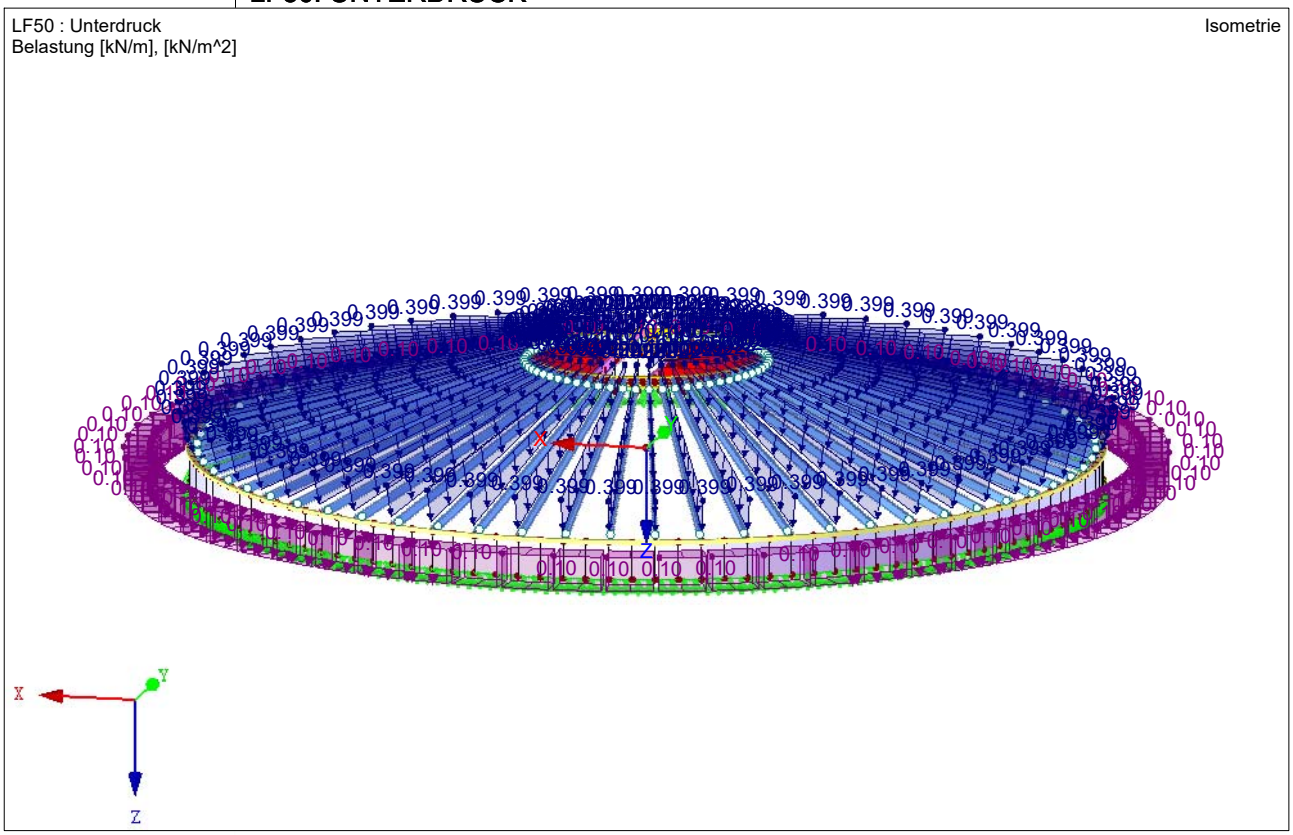
LF50: Unterdruck

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	1-63	Kraft	Konstant	z	p	-0.10	kN/m²

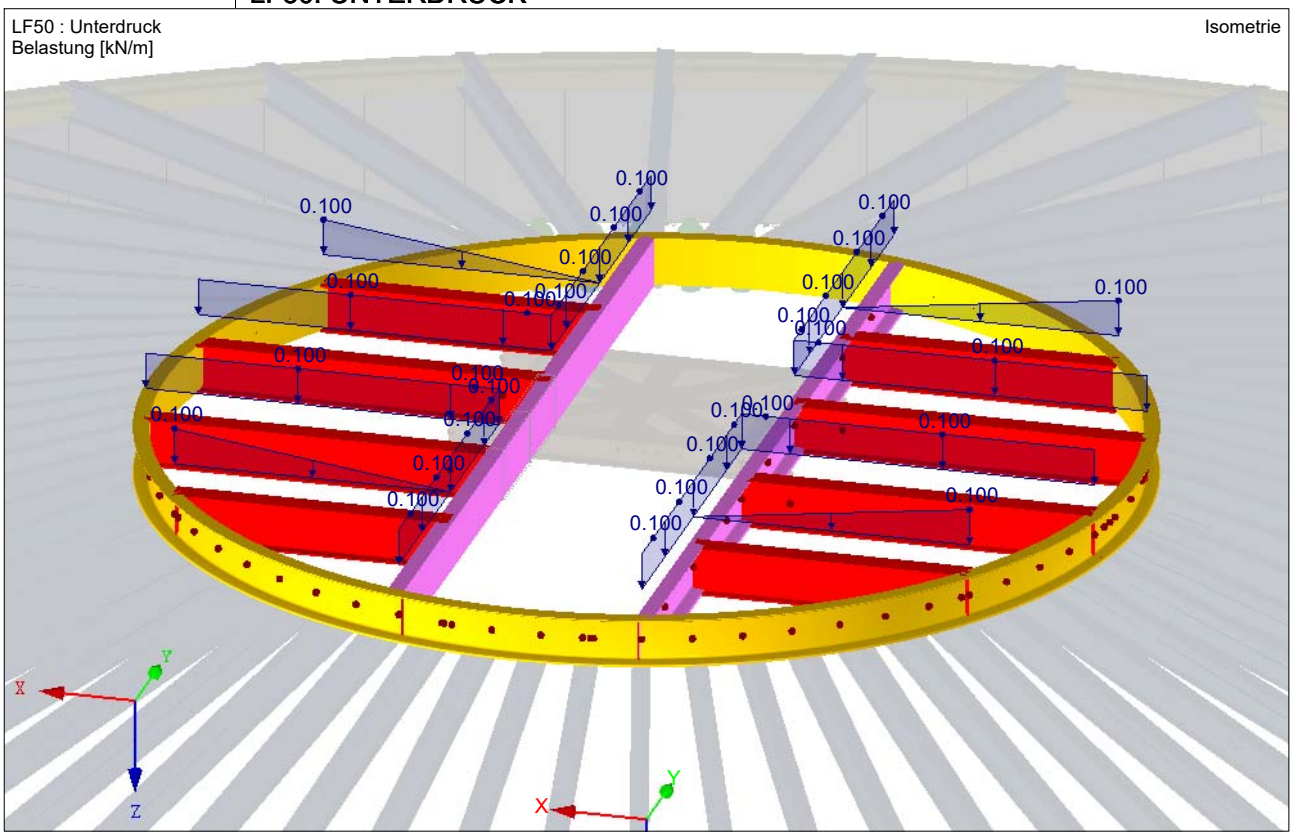
LF50: UNTERDRUCK

LF50 : Unterdruck
Belastung [kN/m], [kN/m^2]

Isometrie



LF50: UNTERDRUCK



LF51
Überdruck

3.2 STABLASTEN

LF51: Überdruck

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Bezugs-Länge	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit	Über ges. Länge
1	Stäbe		Kraft	Konstant	ZL	Wahre Länge	p	-1.000	kN/m	☐
	1-9,148,544,547-550,553,554,560,568,570-574									
2	Stäbe	126,127, 150,559	Kraft	Trapezförmig	ZL	Wahre Länge	p_1	-1.000	kN/m	☒
							p_2	0.000	kN/m	
3	Stabsätze	44-105	Kraft	Trapezförmig	z	Wahre Länge	p_1	-3.630	kN/m	☒
							p_2	-0.840	kN/m	

3.2/1 STABLASTEN - LASTAUSMITTE

LF51: Überdruck

Nr.	Beziehe auf	An Stäben Nr.	Absoluter Versatz Stabanfan e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabanfan e_Z [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Y [mm]	Absoluter Versatz Stabende e_Z [mm]	Relativer Versatz Stabanfan y-Achse	Relativer Versatz Stabanfan z-Achse	Relativer Versatz Stabende y-Achse	Relativer Versatz Stabende z-Achse
1	Stäbe	1-9,148, 544, 547-550, 553,554, 560,568, 570-574	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
2	Stäbe	126,127, 150,559	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte
3	Stabsätze	44-105	0.0	0.0	0.0	0.0	Mitte	Mitte	Mitte	Mitte

3.4 FLÄCHENLASTEN

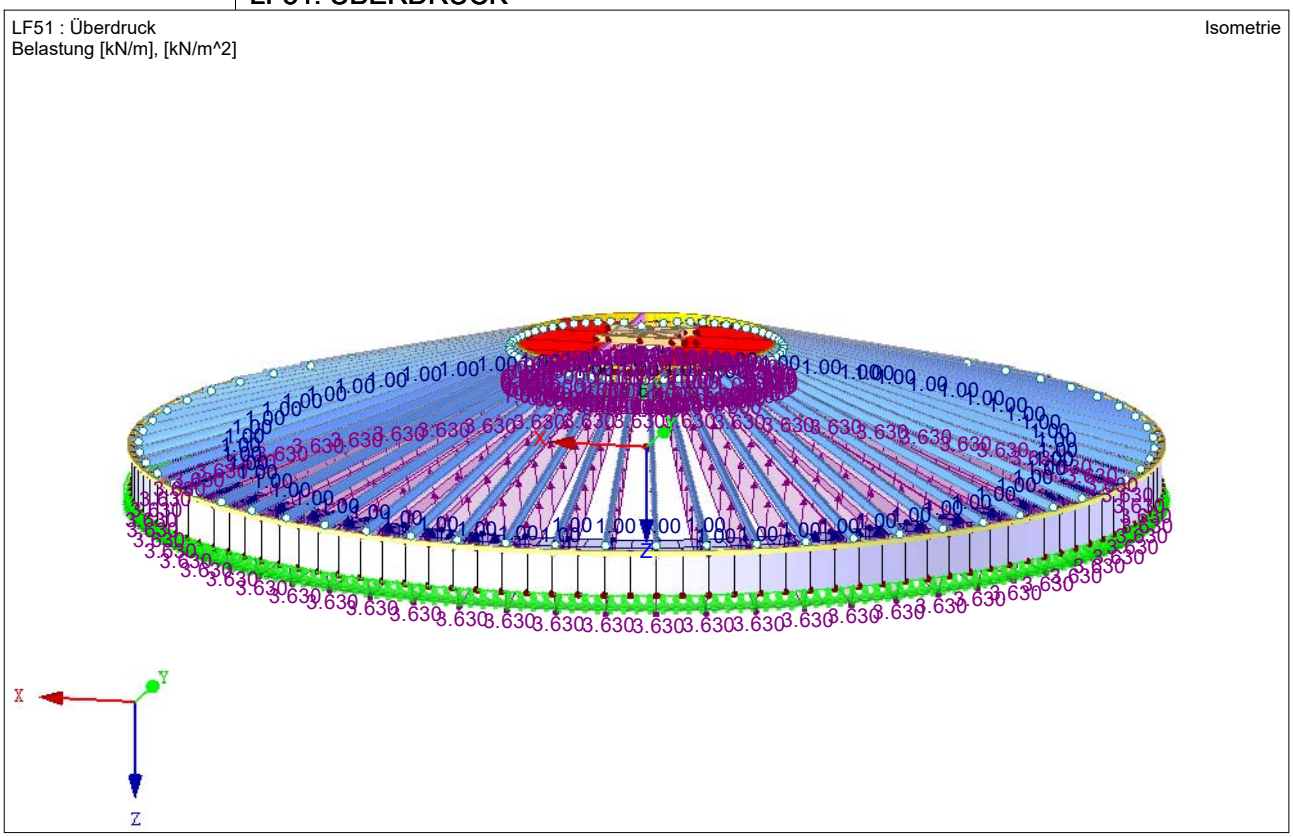
LF51: Überdruck

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter Symbol	Wert	Einheit
1	1-63	Kraft	Konstant	z	p	1.00	kN/m²

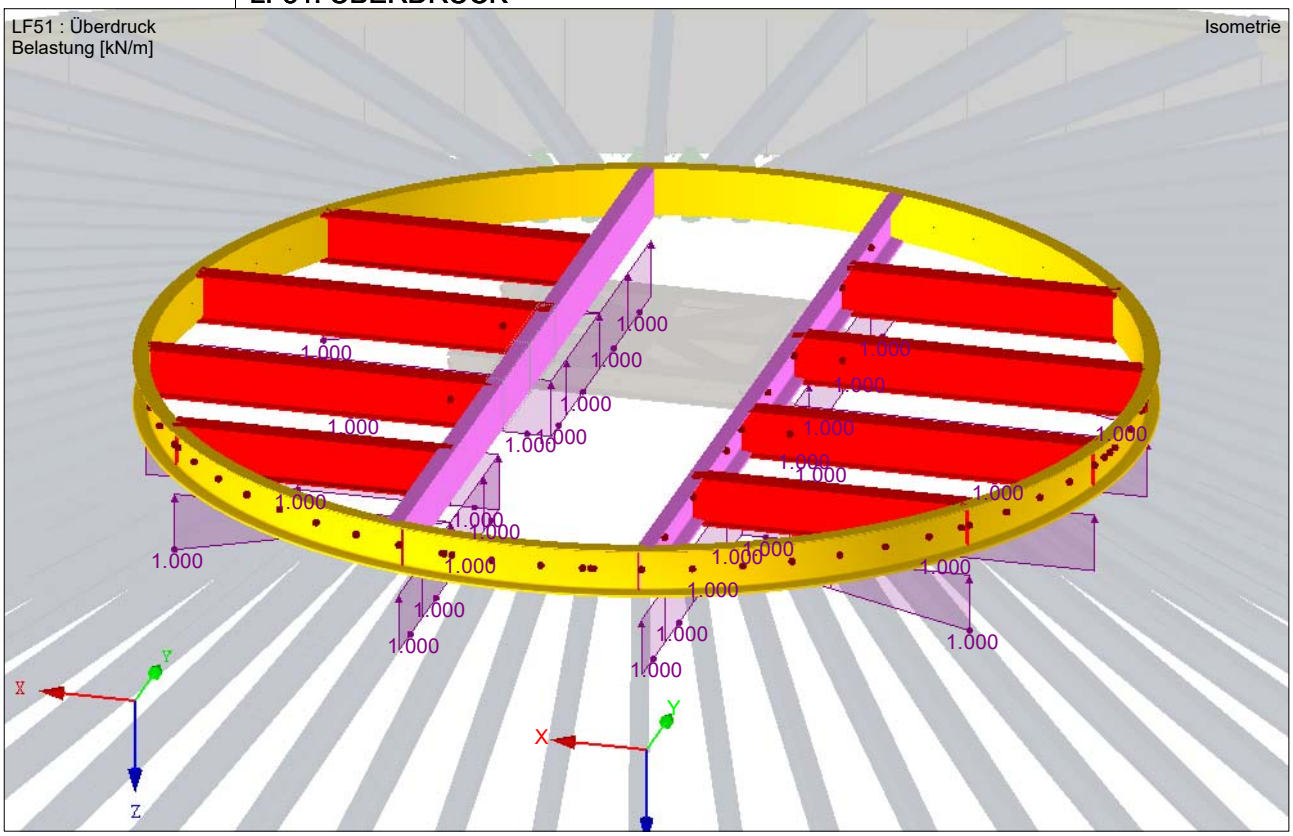
LF51: ÜBERDRUCK

LF51 : Überdruck
Belastung [kN/m], [kN/m^2]

Isometrie



LF51: ÜBERDRUCK



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

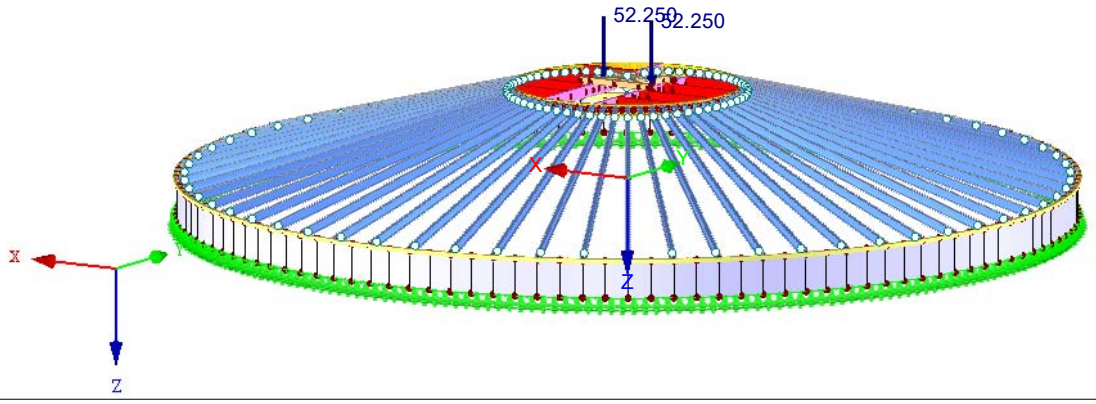
LF100
Rührwerk (Außer Betrieb)

LF100: Rührwerk (Außer Betrieb)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
3	176,177	0 | Globales XYZ	0.000	0.000	52.250	0.000	0.000	0.000
	104,5 kN / 2							

LF100: RÜHRWERK (AUSSER BETRIEB)

LF100 : Rührwerk (Außer Betrieb) — Isometrie
Belastung [kN]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

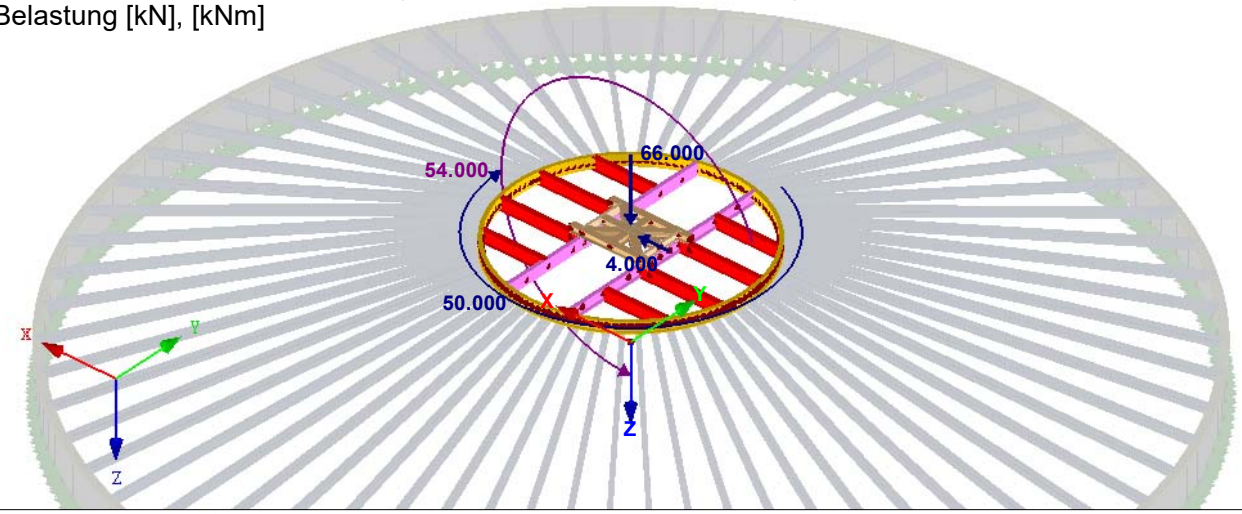
LF101
Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)

LF101

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	4.000	0.000	66.000	0.000	-54.000	50.000

LF101: RÜHRWERK IN X - BETRIEB (STATISCH - MAXIMALE VERTIKALLAST)

LF101 : Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast) — Isometrie
Belastung [kN], [kNm]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

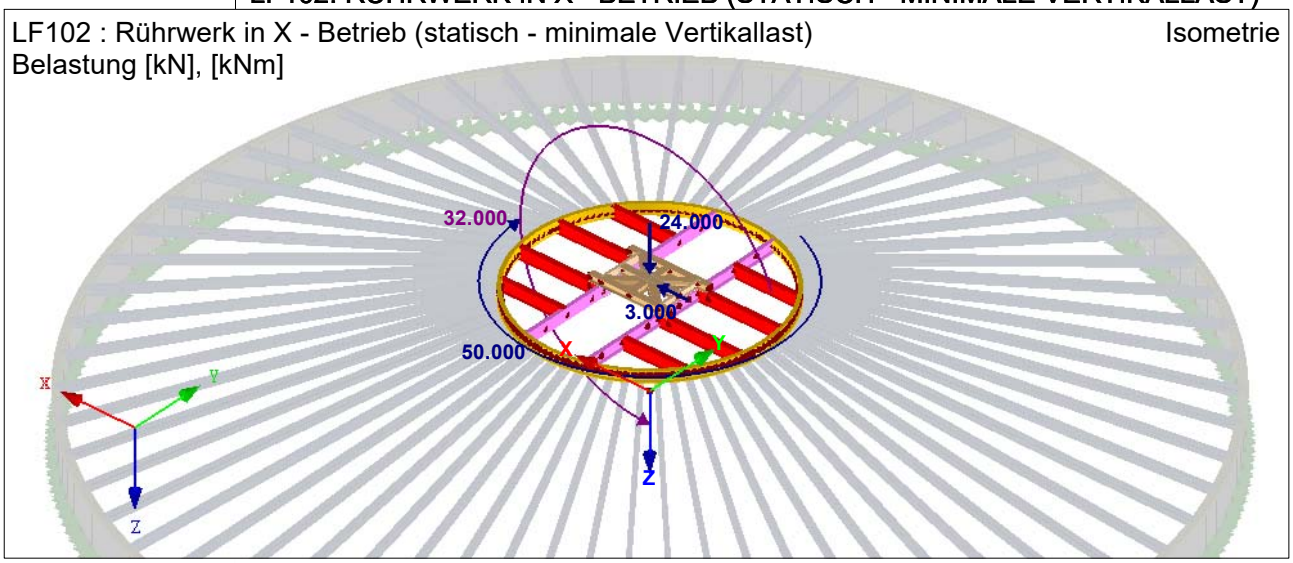
LF102

LF102
Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	3.000	0.000	24.000	0.000	-32.000	50.000

LF102: RÜHRWERK IN X - BETRIEB (STATISCH - MINIMALE VERTIKALLAST)

LF102 : Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast) — Isometrie
Belastung [kN], [kNm]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

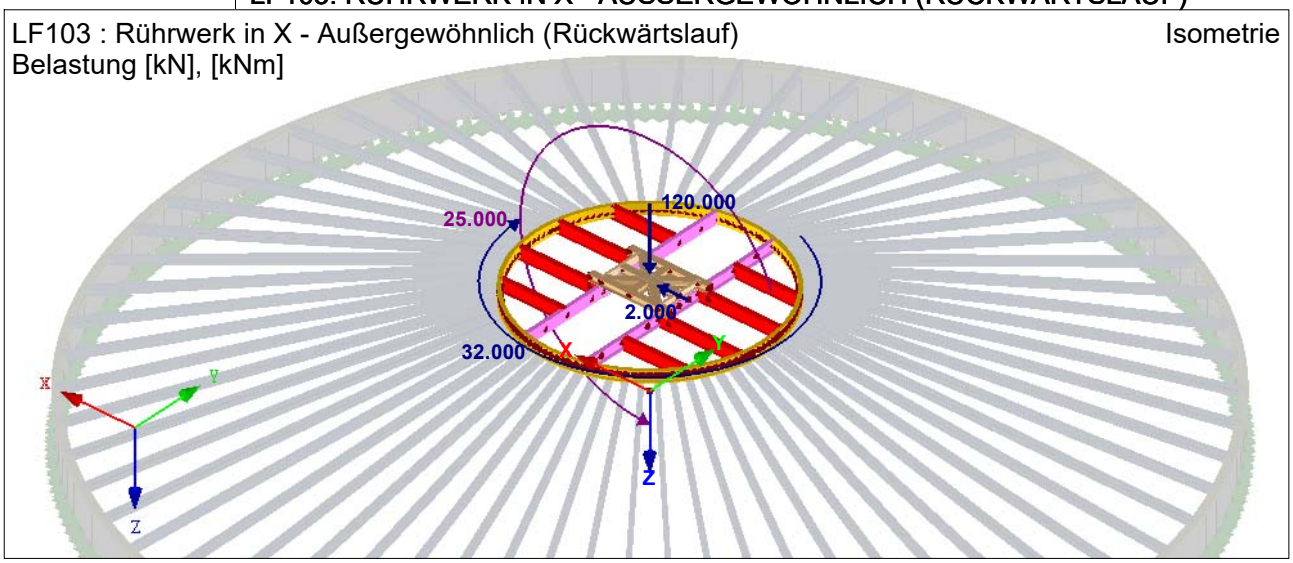
LF103

LF103
Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	2.000	0.000	120.000	0.000	-25.000	32.000

LF103: RÜHRWERK IN X - AUSSERGEWÖHNLICH (RÜCKWÄRTSLAUF)

LF103 : Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf) — Isometrie
Belastung [kN], [kNm]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

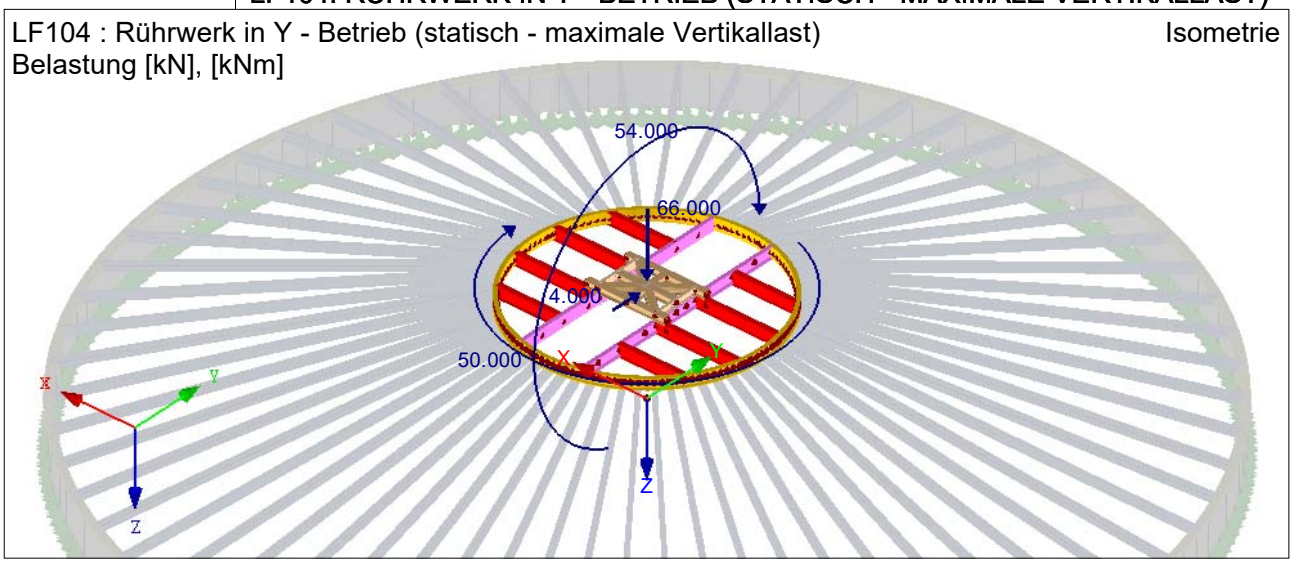
LF104

LF104
Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	0.000	4.000	66.000	54.000	0.000	50.000

LF104: RÜHRWERK IN Y - BETRIEB (STATISCH - MAXIMALE VERTIKALLAST)

LF104 : Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast) Isometrie
Belastung [kN], [kNm]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

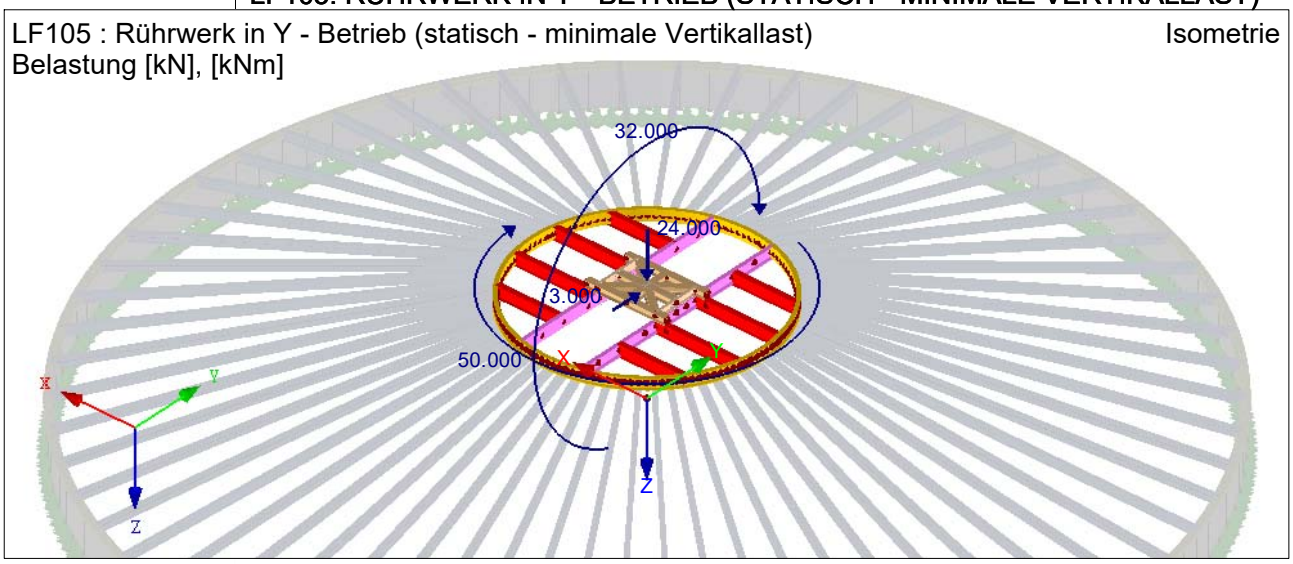
LF105

LF105
Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	0.000	3.000	24.000	32.000	0.000	50.000

LF105: RÜHRWERK IN Y - BETRIEB (STATISCH - MINIMALE VERTIKALLAST)

LF105 : Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast) Isometrie
Belastung [kN], [kNm]



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF106
Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)

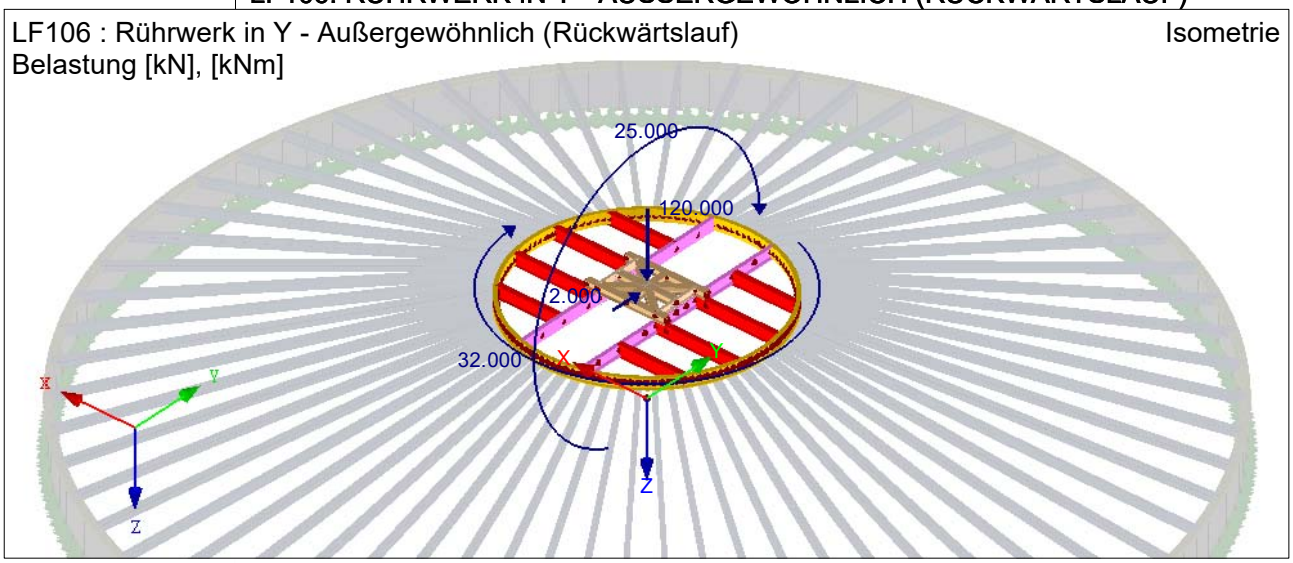
LF106

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	0.000	2.000	120.000	25.000	0.000	32.000

LF106: RÜHRWERK IN Y - AUSSERGEWÖHNLICH (RÜCKWÄRTSLAUF)

LF106 : Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)
Belastung [kN], [kNm]

Isometrie



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF202
Kran in X (Fangfall)

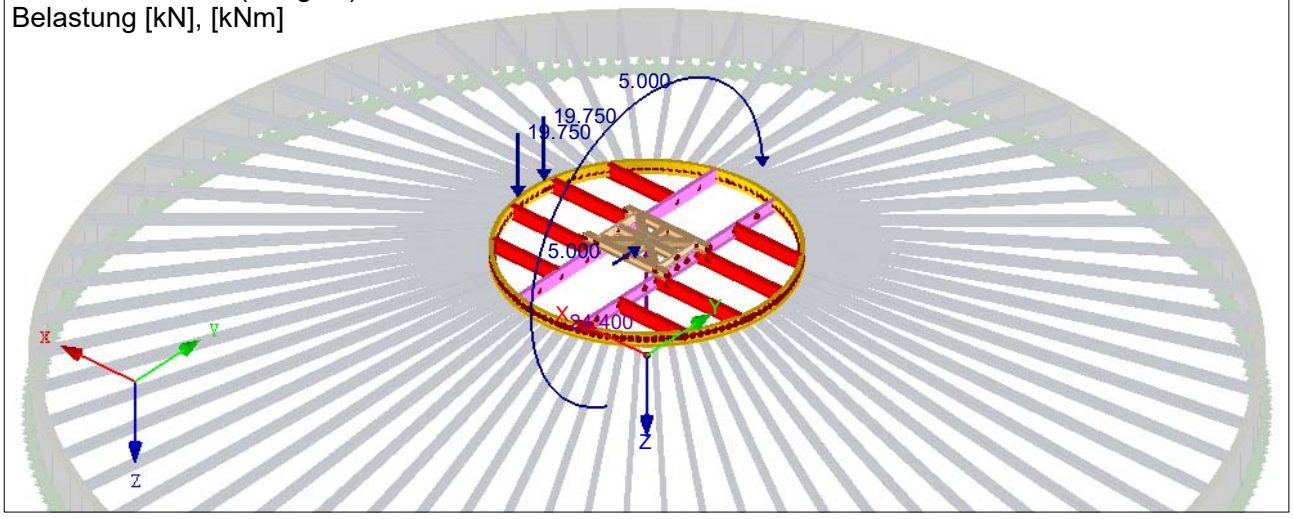
LF202: Kran in X (Fangfall)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	610,612	0 | Globales XYZ	0.000	0.000	19.750	0.000	0.000	0.000
	FA (200 kg Kontergewicht)							
2	196	0 | Globales XYZ	0.000	5.000	-24.400	5.000	0.000	0.000
	FB (200 kg Kontergewicht)							

LF202: KRAN IN X (FANGFALL)

LF202 : Kran in X (Fangfall)
Belastung [kN], [kNm]

Isometrie



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF205
Kran in Y (Fangfall)

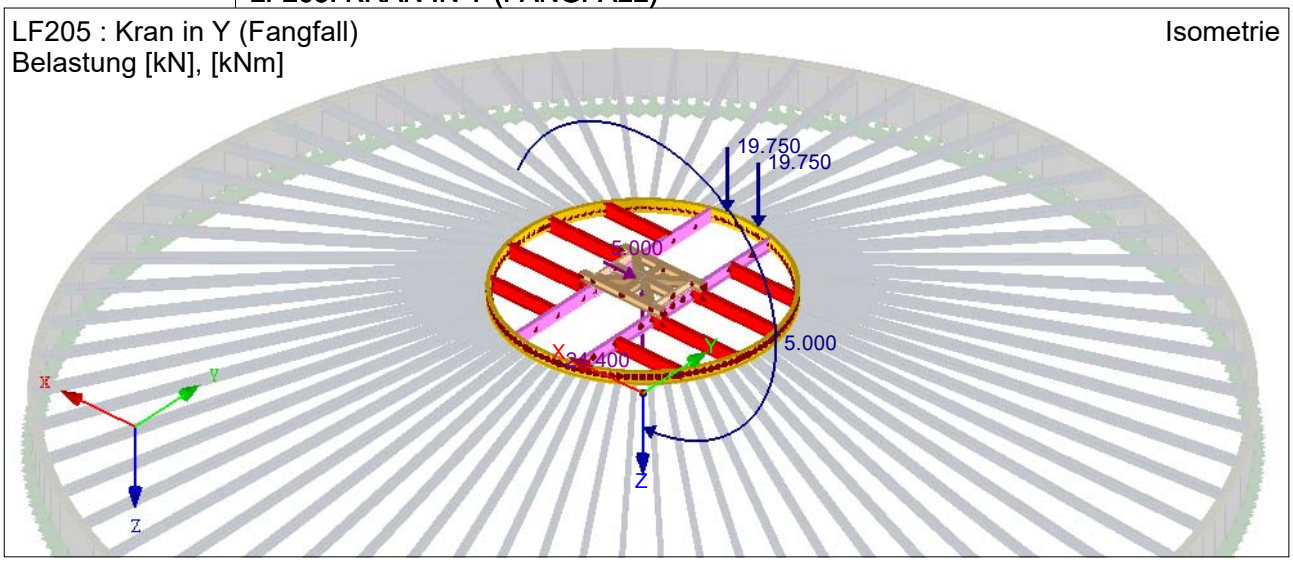
LF205: Kran in Y (Fangfall)

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	622,624	0 | Globales XYZ	0.000	0.000	19.750	0.000	0.000	0.000
	FA (200 kg Kontergewicht)							
2	196	0 | Globales XYZ	-5.000	0.000	-24.400	0.000	5.000	0.000
	FB (200 kg Konstergewicht)							

LF205: KRAN IN Y (FANGFALL)

LF205 : Kran in Y (Fangfall)
Belastung [kN], [kNm]

Isometrie



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE KOORDINATENSYSTEM

LF206
Rührwerk in X - Charakteristisch

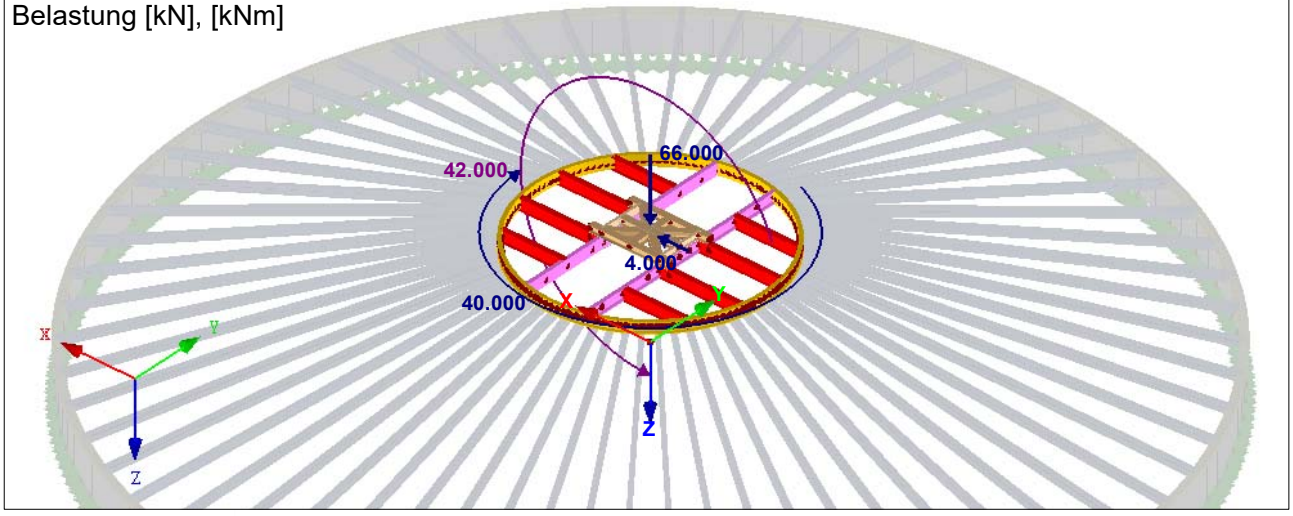
LF206: Rührwerk in X - Charakteristisch

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	4.000	0.000	66.000	0.000	-42.000	40.000

LF206: RÜHRWERK IN X - CHARAKTERISTISCH

LF206 : Rührwerk in X - Charakteristisch
Belastung [kN], [kNm]

Isometrie



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE KOORDINATENSYSTEM

LF207
Rührwerk in Y - Charakteristisch

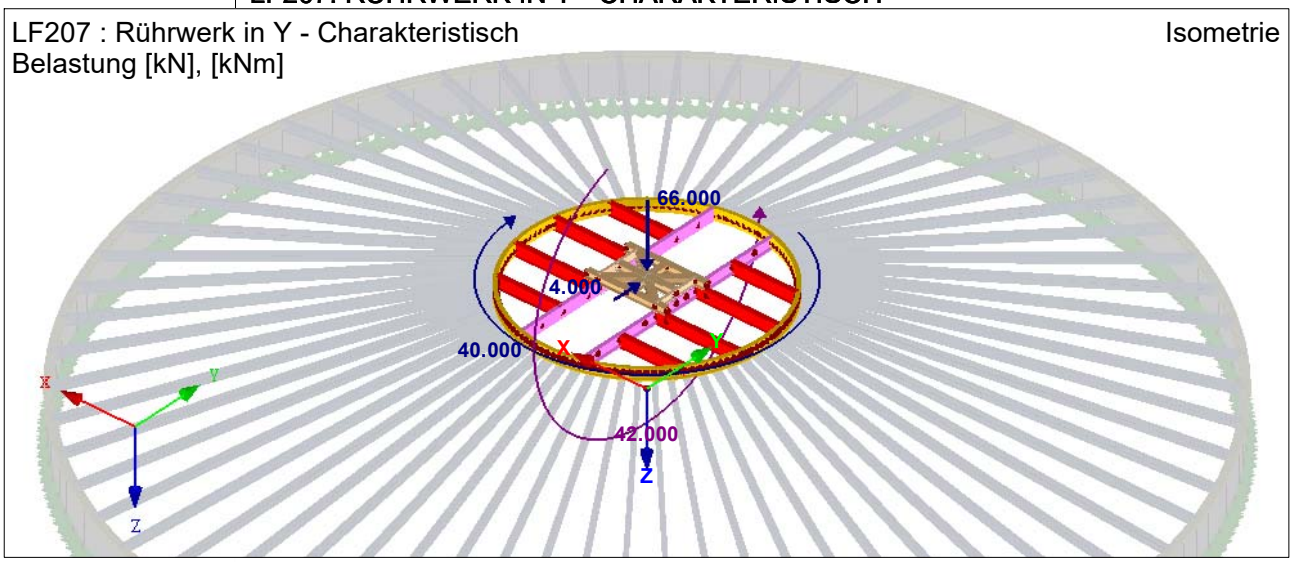
LF207: Rührwerk in Y - Charakteristisch

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
2	196	0 | Globales XYZ	0.000	4.000	66.000	-42.000	0.000	40.000

LF207: RÜHRWERK IN Y - CHARAKTERISTISCH

LF207 : Rührwerk in Y - Charakteristisch
Belastung [kN], [kNm]

Isometrie



4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht Dach			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	456.89	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	456.89	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-170.527	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-169.874	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-3.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 4335 (X: 6.815, Y: -0.693, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung in Y	3.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 3831 (X: 0.347, Y: -6.841, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung in Z	23.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3831 (X: 0.347, Y: -6.841, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	23.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 3831 (X: 0.347, Y: -6.841, Z: -1.352 m)
Max. Verdrehung um X	7.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 718 (X: 0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	7.5	mrad	Stab Nr. 637, x: 0.000 m
Max. Verdrehung um Z	0.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1376 (X: 0.402, Y: -11.897, Z: 0.500 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	6.503E+196 017		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF10 - Winddruck			
Berechnungsstatus :			
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 4.42%).			
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 43.40%).			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	144.95	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	144.95	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3398 (X: -6.516, Y: -2.796, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Y	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3974 (X: 3.123, Y: -6.366, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Z	5.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	5.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verdrehung um X	1.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-1.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.1	mrad	Stab Nr. 356, x: 0.114 m
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.977E+196 020		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF11 - Windsog			
Berechnungsstatus :			
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 3.28%).			
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 3.38%).			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-289.90	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-289.90	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 3398 (X: -6.516, Y: -2.796, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 3974 (X: 3.123, Y: -6.366, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Z	-10.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	10.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Max. Verdrehung um X	-3.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	3.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.3	mrad	Stab Nr. 356, x: 0.114 m
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.173E+196 024		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF12 - Winddruck /-sog in X

Berechnungsstatus :
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 6.37%).

Summe Belastung in Richtung X	-36.02	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-36.02	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-73.12	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-73.12	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-1158.730	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-4.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 3330 (X: -6.003, Y: -1.234, Z: -1.545 m)
Max. Verschiebung in Y	4.5	mm	Stab Nr. 592, x: 4.609 m
Max. Verschiebung in Z	-20.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 3186 (X: -6.003, Y: 1.234, Z: -1.545 m)
Max. Verschiebung vektoriell	20.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3186 (X: -6.003, Y: 1.234, Z: -1.545 m)
Max. Verdrehung um X	6.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 656 (X: -0.603, Y: 11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	5.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 682 (X: -11.660, Y: 2.396, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-2.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2727 (X: -0.201, Y: 3.957, Z: -2.125 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.840E+196 022		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF13 - Winddruck /-sog in Y

Berechnungsstatus :
Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 0.89%).

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	-36.15	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	-36.15	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	-79.64	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-79.64	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	1165.500	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	4.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 4333 (X: 7.294, Y: -0.742, Z: -1.223 m)
Max. Verschiebung in Y	-4.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 3726 (X: -1.536, Y: -5.933, Z: -1.545 m)
Max. Verschiebung in Z	-20.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3906 (X: 1.536, Y: -5.933, Z: -1.545 m)
Max. Verschiebung vektoriell	21.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 3906 (X: 1.536, Y: -5.933, Z: -1.545 m)
Max. Verdrehung um X	5.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 5 (X: 2.984, Y: 0.303, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Y	-6.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 746 (X: 11.843, Y: -1.204, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	3.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 4383 (X: 3.962, Y: 0.000, Z: -2.125 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	4.308E+196 022		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF20 - Nutzlast			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	42.73	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	42.73	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 684 (X: -11.843, Y: 1.204, Z: 0.000 m)
Max. Verschiebung in Y	0.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 133 (X: -1.803, Y: 11.767, Z: 0.000 m)
Max. Verschiebung in Z	2.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	2.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um X	1.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 129 (X: 0.000, Y: 11.904, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-1.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 358 (X: 11.889, Y: -0.603, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 143 (X: -2.813, Y: -1.042, Z: -2.383 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.608E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF21 - Nutzlast 1/2 in X			
Berechnungsstatus : Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung -96.93%).			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	35.20	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	35.20	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-95.982	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 4336 (X: 6.576, Y: -0.669, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung in Y	-0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 3473 (X: -5.227, Y: -3.638, Z: -1.481 m)
Max. Verschiebung in Z	7.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 4336 (X: 6.576, Y: -0.669, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 4336 (X: 6.576, Y: -0.669, Z: -1.417 m)
Max. Verdrehung um X	0.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 121 (X: 1.204, Y: 11.843, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	2.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 746 (X: 11.843, Y: -1.204, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3808 (X: -0.188, Y: -3.717, Z: -2.189 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.039E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF22 - Nutzlast 1/2 in Y			
Berechnungsstatus : Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung -98.72%).			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	32.78	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	32.78	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-92.871	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Max. Verschiebung in X	0.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 2357 (X: 5.227, Y: 3.638, Z: -1.481 m)
Max. Verschiebung in Y	1.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 3760 (X: -1.001, Y: -6.533, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung in Z	7.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 3760 (X: -1.001, Y: -6.533, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 3760 (X: -1.001, Y: -6.533, Z: -1.417 m)
Max. Verdrehung um X	2.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 714 (X: -1.803, Y: -11.767, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	0.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 321 (X: 1.836, Y: -2.372, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 4312 (X: 3.645, Y: -0.749, Z: -2.189 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.162E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF30 - Schnee			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	326.45	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	326.45	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verschiebung in Y	1.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 654 (X: 0.603, Y: 11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verschiebung in Z	11.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	11.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verdrehung um X	3.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-3.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	0.3	mrad	Stab Nr. 356, x: 0.114 m
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.652E+196 019		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF31 - Schnee 1/2 in X			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	250.89	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	250.89	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-443.875	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-2.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 4337 (X: 6.336, Y: -0.644, Z: -1.481 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 2500 (X: 3.496, Y: 5.609, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung in Z	13.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2177 (X: 6.336, Y: 0.644, Z: -1.481 m)
Max. Verschiebung vektoriell	14.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 4337 (X: 6.336, Y: -0.644, Z: -1.481 m)
Max. Verdrehung um X	3.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 720 (X: 1.803, Y: -11.767, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	4.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 626 (X: 11.843, Y: 1.204, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-1.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2691 (X: 0.201, Y: 3.957, Z: -2.125 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.250E+196 019		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF32 - Schnee 1/2 in Y				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	249.29	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	249.29	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	-442.841	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	20.780	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	1.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3436 (X: -5.779, Y: -3.208, Z: -1.417 m)
	Max. Verschiebung in Y	2.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 3797 (X: -0.323, Y: -6.361, Z: -1.481 m)
	Max. Verschiebung in Z	13.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3725 (X: -1.596, Y: -6.166, Z: -1.481 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	14.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3725 (X: -1.596, Y: -6.166, Z: -1.481 m)
	Max. Verdrehung um X	4.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-3.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3343 (X: -11.128, Y: -3.492, Z: -0.064 m)
	Max. Verdrehung um Z	-1.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 4347 (X: 3.942, Y: -0.401, Z: -2.125 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
	Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	3		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.437E+196 019		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF50 - Unterdruck				
	Berechnungsstatus : Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung -1.76%). Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 7.25%).			
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	137.86	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	137.86	kN	Abweichung -0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3254 (X: -7.091, Y: 0.000, Z: -1.288 m)
	Max. Verschiebung in Y	0.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3974 (X: 3.123, Y: -6.366, Z: -1.288 m)
	Max. Verschiebung in Z	4.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	5.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
	Max. Verdrehung um X	1.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.1	mrad	Stab Nr. 356, x: 0.114 m
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
	Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	3		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.657E+196 019		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF51 - Überdruck				
	Berechnungsstatus : Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung X sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 3.91%). Die Summe der Lasten und die Summe der Lagerkräfte in Richtung Y sind nicht im Gleichgewicht (Abweichung 22.22%).			
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	-1255.25	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	-1255.25	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.001	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-6.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3398 (X: -6.516, Y: -2.796, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Y	-5.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 3974 (X: 3.123, Y: -6.366, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Z	-43.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	43.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verdrehung um X	-13.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	14.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-1.2	mrad	Stab Nr. 356, x: 0.114 m
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	4		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.122E+196040		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF100 - Rührwerk (Außer Betrieb)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	104.50	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	104.50	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 3176 (X: -8.360, Y: 1.718, Z: -0.901 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 3711 (X: -2.441, Y: -9.427, Z: -0.580 m)
Max. Verschiebung in Z	9.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	9.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um X	2.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 129 (X: 0.000, Y: 11.904, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-3.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 358 (X: 11.889, Y: -0.603, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2139 (X: 0.752, Y: -1.143, Z: -2.383 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.957E+196021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF101 - Rührwerk in X - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)			
Summe Belastung in Richtung X	4.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	4.00	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	66.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	66.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-0.032	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-58.982	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	50.014	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-2.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3185 (X: -6.238, Y: 1.282, Z: -1.481 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 3716 (X: -2.139, Y: -8.262, Z: -0.901 m)
Max. Verschiebung in Z	7.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 592 (X: 0.751, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.4	mm	Stab Nr. 17, x: 0.604 m
Max. Verdrehung um X	2.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 113 (X: 2.396, Y: 11.660, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	-2.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.278E+196 021		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF102 - Rührwerk in X - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)				
	Summe Belastung in Richtung X	3.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	3.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	24.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	24.00	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	-0.019	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-35.766	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	50.005	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-1.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3186 (X: -6.003, Y: 1.234, Z: -1.545 m)
	Max. Verschiebung in Y	-0.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 3719 (X: -1.958, Y: -7.563, Z: -1.095 m)
	Max. Verschiebung in Z	3.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 2114 (X: 1.759, Y: -0.604, Z: -2.383 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	3.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 1878 (X: 1.523, Y: 0.604, Z: -2.383 m)
	Max. Verdrehung um X	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 1469 (X: 2.593, Y: 11.618, Z: 1.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
	Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
	Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	3		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.060E+196 022		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF103 - Rührwerk in X - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)				
	Summe Belastung in Richtung X	2.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	2.00	kN	Abweichung -0.00%
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	120.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	120.00	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	-0.009	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-27.470	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	32.016	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	-2.3	mm	Stab Nr. 605, x: 4.609 m
	Max. Verschiebung in Y	-1.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3713 (X: -2.320, Y: -8.961, Z: -0.708 m)
	Max. Verschiebung in Z	11.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 4414 (X: 0.188, Y: 0.151, Z: -2.628 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	11.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 4414 (X: 0.188, Y: 0.151, Z: -2.628 m)
	Max. Verdrehung um X	3.4	mrad	FE-Netzknoten Nr. 121 (X: 1.204, Y: 11.843, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Y	-3.7	mrad	FE-Netzknoten Nr. 358 (X: 11.889, Y: -0.603, Z: 0.000 m)
	Max. Verdrehung um Z	-0.9	mrad	Stab Nr. 560, x: 0.285 m
	Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
	Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
	Anzahl der Laststufen	1		
	Anzahl der Iterationen	3		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.073E+196 021		
	Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF104 - Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - maximale Vertikallast)				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	4.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	4.00	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	66.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	66.00	kN	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	58.981	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	-0.051	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	50.014	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	1.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 4296 (X: 7.417, Y: -1.524, Z: -1.159 m)
	Max. Verschiebung in Y	-1.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3724 (X: -1.657, Y: -6.398, Z: -1.417 m)

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Max. Verschiebung in Z	7.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um X	3.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um Y	2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 231 (X: -11.767, Y: 1.803, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.274E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF105 - Rührwerk in Y - Betrieb (statisch - minimale Vertikallast)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	3.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	3.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	24.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	24.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	35.765	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.030	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	50.005	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 4297 (X: 7.181, Y: -1.476, Z: -1.223 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 3726 (X: -1.536, Y: -5.933, Z: -1.545 m)
Max. Verschiebung in Z	3.4	mm	Stab Nr. 351, x: 0.076 m
Max. Verschiebung vektoriell	3.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 70 (X: -0.303, Y: 2.984, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um X	1.8	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um Y	0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 842 (X: -11.660, Y: 2.396, Z: 0.250 m)
Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.060E+196 022		
Unendlich-Norm	7.685E+15		

Lastfall LF106 - Rührwerk in Y - Außergewöhnlich (Rückwärtslauf)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	2.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	2.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	120.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	120.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	27.469	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-0.015	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	32.016	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	2.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 4294 (X: 7.889, Y: -1.621, Z: -1.030 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 3718 (X: -2.019, Y: -7.796, Z: -1.030 m)
Max. Verschiebung in Z	12.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 587 (X: 0.000, Y: 0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	12.1	mm	Stab Nr. 16, x: 0.604 m
Max. Verdrehung um X	3.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 121 (X: 1.204, Y: 11.843, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	3.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 235 (X: -11.889, Y: 0.603, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	-0.9	mrad	Stab Nr. 4, x: 0.285 m
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Determinante der Steifigkeitsmatrix	5.072E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF202 - Kran in X (Fangfall)			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	5.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	5.00	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	15.10	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	15.10	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	11.298	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-117.496	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-2.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 4305 (X: 5.296, Y: -1.088, Z: -1.739 m)
Max. Verschiebung in Y	-0.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2359 (X: 4.832, Y: 3.363, Z: -1.610 m)
Max. Verschiebung in Z	11.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2217 (X: 5.296, Y: 1.088, Z: -1.739 m)
Max. Verschiebung vektoriell	11.9	mm	FE-Netzknoten Nr. 2217 (X: 5.296, Y: 1.088, Z: -1.739 m)
Max. Verdrehung um X	2.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 329 (X: 2.276, Y: -1.954, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Y	-4.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 158 (X: 2.963, Y: -0.469, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 3880 (X: 0.564, Y: -3.679, Z: -2.189 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.157E+196 022		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF205 - Kran in Y (Fangfall)			
Summe Belastung in Richtung X	-5.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	-5.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	15.10	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	15.10	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	117.400	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	11.298	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 3043 (X: -4.832, Y: 3.363, Z: -1.610 m)
Max. Verschiebung in Y	-2.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 2614 (X: 1.295, Y: 5.001, Z: -1.803 m)
Max. Verschiebung in Z	11.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 2793 (X: -1.355, Y: 5.234, Z: -1.739 m)
Max. Verschiebung vektoriell	11.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 2793 (X: -1.355, Y: 5.234, Z: -1.739 m)
Max. Verdrehung um X	4.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 58 (X: 0.604, Y: 2.938, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Y	2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 80 (X: 1.587, Y: 2.546, Z: -2.383 m)
Max. Verdrehung um Z	1.3	mrad	FE-Netzknoten Nr. 2188 (X: 3.702, Y: 0.377, Z: -2.189 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.157E+196 022		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF206 - Rührwerk in X - Charakteristisch			
Summe Belastung in Richtung X	4.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	4.00	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	66.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	66.00	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-0.020	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	-46.990	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	40.011	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 3184 (X: -6.474, Y: 1.330, Z: -1.417 m)
Max. Verschiebung in Y	-1.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 3715 (X: -2.200, Y: -8.495, Z: -0.837 m)
Max. Verschiebung in Z	7.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 592 (X: 0.751, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 592 (X: 0.751, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um X	1.9	mrad	Stab Nr. 284, x: 0.603 m
Max. Verdrehung um Y	-2.2	mrad	FE-Netzknoten Nr. 358 (X: 11.889, Y: -0.603, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	1.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		

4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einh	Kommentar
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.303E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Lastfall LF207 - Rührwerk in Y - Charakteristisch			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	4.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	4.00	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	66.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	66.00	kN	Abweichung -0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-36.955	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.000, Y:0.000, Z:-1.368 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.033	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	40.011	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-1.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 3179 (X: -7.653, Y: 1.573, Z: -1.095 m)
Max. Verschiebung in Y	1.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 2607 (X: 1.717, Y: 6.631, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung in Z	7.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 586 (X: 0.000, Y: -0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verschiebung vektoriell	7.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 586 (X: 0.000, Y: -0.604, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um X	-2.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Max. Verdrehung um Y	-2.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 354 (X: 11.767, Y: -1.803, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	1.0	mrad	FE-Netzknoten Nr. 196 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: -2.628 m)
Maximale Stabverzerrung	0.00000	-	Stab Nr. 0, x: 0.000 m
Maximale Flächenverzerrung	0.00000	-	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		N, V_y, V_z, M_y, M_z, M_T
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	3		
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	3.418E+15		
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.762E+03		
Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.313E+196 021		
Unendlich-Norm	7.685E+15		
Gesamt			
Berechnungsstatus: Problem in LF10, LF11, LF12, LF13, LF21, LF22, LF50, LF51			
Max. Verschiebung in X	-6.0	mm	LF51, FE-Netzknoten Nr. 3398 (X: -6.516, Y: -2.796, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Y	-5.9	mm	LF51, FE-Netzknoten Nr. 3974 (X: 3.123, Y: -6.366, Z: -1.288 m)
Max. Verschiebung in Z	-43.1	mm	LF51, FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verschiebung vektoriell	43.7	mm	LF51, FE-Netzknoten Nr. 2967 (X: -4.720, Y: 4.965, Z: -1.352 m)
Max. Verdrehung um X	-13.8	mrad	LF51, FE-Netzknoten Nr. 716 (X: -0.603, Y: -11.889, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Y	14.1	mrad	LF51, FE-Netzknoten Nr. 686 (X: -11.904, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Max. Verdrehung um Z	3.0	mrad	LF13, FE-Netzknoten Nr. 4383 (X: 3.962, Y: 0.000, Z: -2.125 m)
Sonstige Einstellungen:			
Anzahl 1D-Finite-Elemente	3156		
Anzahl 2D-Finite-Elemente	1488		
Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
Anzahl FE-Netzknoten	4557		
Anzahl der Gleichungen	27342		
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...:			
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	0		
Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
Optionen:			
Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	☒		
Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem teilen	☐		
Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	☒		
Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	☐		
Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	☒		
Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erfordert	☐		
Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
Platten-Biegetheorie	Kirchhoff		
Solver-Version	64-bit		
Genauigkeit und Toleranz:			

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Standardeinstellung ändern ☐

■ 4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

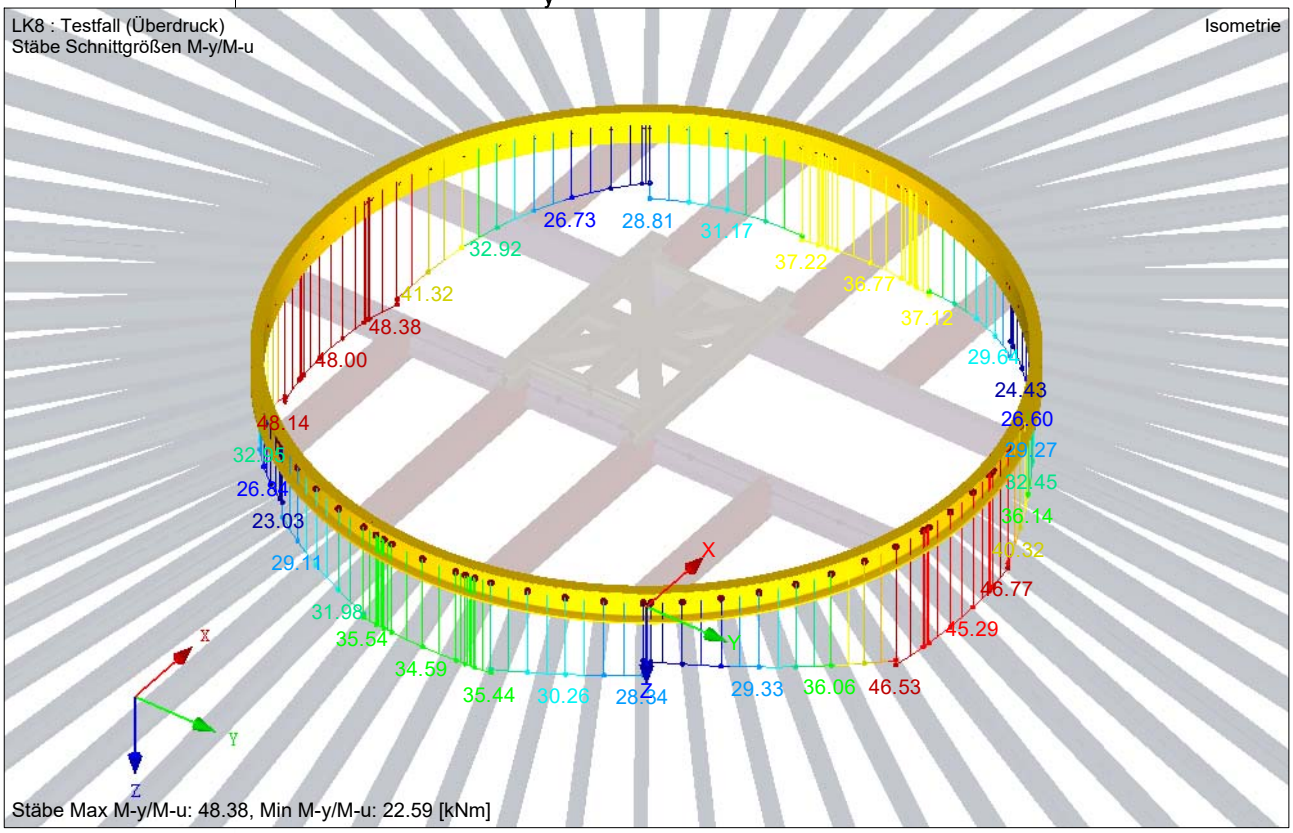
Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]		Kräfte [kN] N	V_y / V_u	V_z / V_v	Momente [kNm] M_T	M_y / M_u	M_z / M_v	Zugehörige Lastfälle
	Querschnitt-Nr. 1: IPE 220										
609	EK1		9.218	MAX N	▷ 42.36	0.16	11.47	0.00	12.32	-0.16	LK 2
637	EK1	352	0.000	MIN N	▷ -50.15	0.03	21.20	0.00	-0.35	0.00	LK 4
619	EK1	281	9.218	MAX V_y	-33.68	▷ 6.17	-3.58	0.00	-2.21	-4.02	LK 4
591	EK1	120	9.218	MIN V_y	-23.92	▷ -6.54	-9.17	-0.03	-2.65	3.95	LK 3
577	EK1	4	0.000	MAX V_z	-45.24	-0.02	▷ 23.21	0.00	-0.32	0.00	LK 10
615	EK1	264	0.000	MIN V_z	36.81	0.02	▷ -15.75	0.00	0.27	0.00	LK 2
623	EK1	297	9.218	MAX M_T	-37.89	6.10	-10.69	▷ 0.03	-1.70	-3.58	LK 4
613	EK1		8.719	MIN M_T	-29.21	2.20	-4.74	▷ -0.03	-14.62	-0.66	LK 4
577	EK1		4.484	MAX M_y	-40.79	-0.01	-0.06	0.00	▷ 28.91	0.02	LK 10
615	EK1		3.986	MIN M_y	37.27	0.00	-0.04	0.00	▷ -28.68	-0.02	LK 2
591	EK1	120	9.218	MAX M_z	-23.92	-6.54	-9.17	-0.03	-2.65	▷ 3.95	LK 3
619	EK1	281	9.218	MIN M_z	-33.68	6.17	-3.58	0.00	-2.21	▷ -4.02	LK 4
	Querschnitt-Nr. 2: U 300										
372	EK1		0.068	MAX N	▷ 384.49	-1.17	0.82	0.36	31.63	3.27	LK 2
404	EK1		0.068	MIN N	▷ -375.23	-0.35	2.63	-0.63	6.90	-3.13	LK 4
349	EK1	112	0.000	MAX V_y	-317.13	▷ 41.91	19.33	-1.17	-8.85	1.30	LK 4
390	EK1	301	0.015	MIN V_y	-325.43	▷ -42.06	-16.92	0.93	-5.48	1.21	LK 4
335	EK4	13	0.000	MAX V_z	-165.16	6.41	▷ 19.57	0.88	15.63	-0.41	LK 32
404	EK4	349	0.137	MIN V_z	-165.88	-5.87	▷ -19.25	-0.88	15.74	-0.46	LK 32
386	EK1	289	0.000	MAX M_T	374.82	-25.83	-3.44	▷ 2.89	45.62	0.07	LK 2
390	EK1	301	0.015	MIN M_T	374.38	29.88	0.96	▷ -2.94	46.82	1.47	LK 2
391	EK1	305	0.000	MAX M_y	300.00	-10.60	-1.66	1.96	▷ 48.38	1.72	LK 8
369	EK1	82	0.000	MIN M_y	-126.15	11.70	0.89	-1.58	▷ -30.21	0.85	LK 3
354	EK1	144	0.000	MAX M_z	382.86	-5.93	1.63	1.61	43.71	▷ 4.75	LK 2
348	EK1	104	0.289	MIN M_z	-320.01	9.61	19.40	-0.56	-3.01	▷ -6.58	LK 4
	Querschnitt-Nr. 3: DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3										
332	EK1		0.603	MAX N	▷ 379.32	0.11	-0.06	0.00	-2.17	-1.45	LK 1
303	EK1		0.603	MIN N	▷ -288.11	0.32	-0.09	0.00	1.45	0.92	LK 2
331	EK1	348	0.000	MAX V_u	368.48	▷ 20.54	-10.93	-0.14	0.22	5.54	LK 1
272	EK1	12	1.206	MIN V_u	367.55	▷ -20.50	10.91	0.14	0.22	5.53	LK 1
271	EK1	4	1.206	MAX V_v	369.89	-19.32	▷ 13.70	0.17	0.63	4.73	LK 4
332	EK1	352	0.000	MIN V_v	370.26	19.34	▷ -13.71	-0.17	0.63	4.74	LK 4
274	EK1	28	1.206	MAX M_T	339.27	-17.97	10.59	▷ 0.17	0.26	4.19	LK 4
329	EK1	340	0.000	MIN M_T	340.94	18.06	-10.63	▷ -0.17	0.26	4.21	LK 4
286	EK1		0.603	MAX M_u	-285.28	0.06	-0.02	0.01	▷ 1.51	1.26	LK 2
317	EK1		0.603	MIN M_u	374.03	-0.01	-0.05	0.00	▷ -2.17	-1.50	LK 1
330	EK1	348	1.206	MAX M_v	368.44	-20.33	10.73	0.11	0.22	▷ 5.54	LK 1
289	EK1	141	0.000	MIN M_v	-279.89	-15.00	10.99	0.11	-0.72	▷ -4.21	LK 2
	Querschnitt-Nr. 4: U 300 | EN 10279										
158	EK1	162	0.000	MAX N	▷ 126.49	0.00	26.30	0.00	9.56	0.31	LK 8
572	EK1	162	0.350	MIN N	▷ -46.65	10.40	18.03	0.02	35.81	-5.94	LK 4
554	EK1		0.570	MAX V_y	-46.32	▷ 10.83	22.39	0.06	23.59	-0.10	LK 1
4	EK1		0.190	MIN V_y	-46.16	▷ -11.04	-23.21	-0.05	22.84	-0.09	LK 1
158	EK1	162	0.000	MAX V_z	62.99	0.31	▷ 36.61	0.00	0.85	-0.16	LK 4
154	EK1	165	0.604	MIN V_z	71.15	0.33	▷ -36.76	0.00	1.39	-0.34	LK 10
554	EK1		0.570	MAX M_T	-41.24	9.70	23.32	▷ 0.08	33.46	-0.13	LK 5
560	EK1		0.190	MIN M_T	-40.47	-9.45	-23.45	▷ -0.08	34.72	-0.14	LK 5
148	EK1	165	0.000	MAX M_y	13.45	2.48	-15.03	-0.02	▷ 48.83	1.09	LK 8
553	EK1	104	0.000	MIN M_y	-42.16	-1.64	24.93	-0.03	▷ -13.67	0.09	LK 4
4	EK1	22	0.760	MAX M_z	-46.16	-10.95	-24.80	-0.03	9.15	▷ 6.19	LK 1
544	EK1	161	0.000	MIN M_z	-46.20	-10.97	-21.68	-0.01	34.95	▷ -6.04	LK 1
	Querschnitt-Nr. 5: IPE 300										
568	EK1	574	0.300	MAX N	▷ 80.26	-0.75	-8.32	0.00	9.35	-0.19	LK 8
5	EK1	576	0.000	MIN N	▷ -39.21	-1.73	-16.28	0.00	23.12	-1.22	LK 1
127	EK1		0.733	MAX V_y	-13.26	▷ 4.78	8.45	-0.02	-7.55	0.85	LK 1
150	EK1		0.733	MIN V_y	-13.11	▷ -4.66	8.03	0.02	-7.14	-0.85	LK 1
570	EK1	241	0.000	MAX V_z	-35.47	-1.42	▷ 25.91	-0.02	-10.85	-1.76	LK 5
548	EK1	349	1.887	MIN V_z	-35.77	1.34	▷ -25.42	0.02	-9.50	-1.66	LK 5
150	EK1	11	1.710	MAX M_T	-12.03	-4.11	10.80	▷ 0.05	0.04	3.27	LK 4
127	EK1	22	1.710	MIN M_T	-12.11	4.21	11.23	▷ -0.05	0.04	-3.38	LK 4
548	EK1	574	0.000	MAX M_y	-35.82	1.37	-17.11	0.00	▷ 30.65	0.92	LK 5
549	EK1	226	0.000	MIN M_y	-36.35	1.57	22.18	0.03	▷ -20.94	1.91	LK 4
127	EK1	210	0.000	MAX M_z	-13.27	4.76	10.08	0.00	-14.29	▷ 4.35	LK 1
150	EK1	257	0.000	MIN M_z	-13.12	-4.64	9.67	0.00	-13.59	▷ -4.27	LK 1
	Querschnitt-Nr. 7: HEA 180										
657	EK1	606	0.000	MAX N	▷ 40.63	4.80	4.62	0.00	10.95	2.57	LK 2
10	EK1	608	0.300	MIN N	▷ -84.83	0.01	4.87	0.00	3.59	-0.68	LK 5
658	EK1		0.376	MAX V_y	-21.51	▷ 8.21	14.93	0.00	2.34	0.71	LK 6
16	EK1	587	0.604	MIN V_y	-0.14	▷ -24.23	-2.56	0.01	0.00	3.57	LK 7
658	EK1	607	0.000	MAX V_z	-21.52	8.20	▷ 15.11	0.01	-3.30	3.79	LK 6
667	EK3	592	0.751	MIN V_z	0.50	-6.24	▷ -30.36	0.00	0.02	0.63	LK 26
668	EK1	196	0.000	MAX M_T	0.27	-8.79	7.15	▷ 0.05	-5.30	-5.72	LK 3
667	EK1	196	0.000	MIN M_T	0.20	-8.78	-11.49	▷ -0.04	8.74	-5.71	LK 3
667	EK3	196	0.000	MAX M_y	0.44	-6.24	-30.10	0.01	▷ 22.74	-4.06	LK 26
658	EK4	607	0.000	MIN M_y	-8.51	0.62	2.81	0.00	▷ -8.65	0.35	LK 32
658	EK1	607	0.000	MAX M_z	-21.52	8.20	15.11	0.01	-3.30	▷ 3.79	LK 6
16	EK1	196	0.000	MIN M_z	-0.17	-24.23	-2.37	0.02	1.49	▷ -11.07	LK 7
	Querschnitt-Nr. 9: U 180										

4.12 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Ergebniskombinationen

Stab Nr.	EK	Knoten Nr.	Stelle x [m]		Kräfte [kN] N	V_y / V_u	V_z / V_v	Momente [kNm] M_T	M_y / M_u	M_z / M_v	Zugehörige Lastfälle
18	EK4	593	0.000	MAX N	▷ 22.31	0.13	1.27	0.00	-1.09	0.01	LK 35
662	EK1	592	0.000	MIN N	▷ -90.09	0.26	-6.59	-0.02	4.65	0.05	LK 5
661	EK1		0.403	MAX V_y	-44.02	▷ 2.33	2.04	0.01	1.42	-0.20	LK 7
661	EK1		0.403	MIN V_y	-83.14	▷ -0.36	4.72	0.01	2.90	0.02	LK 4
17	EK3	609	0.000	MAX V_z	-68.97	0.76	▷ 15.52	0.01	-2.84	0.20	LK 26
662	EK3	608	0.604	MIN V_z	-62.74	1.27	▷ -15.16	-0.01	-2.62	-0.41	LK 26
661	EK1	606	0.000	MAX M_T	-87.25	0.12	10.11	▷ 0.02	-0.16	0.10	LK 8
662	EK1	608	0.604	MIN M_T	-88.95	-0.13	-10.11	▷ -0.02	-0.10	0.11	LK 8
662	EK3	592	0.000	MAX M_y	-62.74	1.26	-15.00	-0.01	▷ 6.50	0.36	LK 26
17	EK1	609	0.000	MIN M_y	-53.63	1.34	14.88	0.01	▷ -3.23	0.36	LK 6
661	EK1	606	0.000	MAX M_z	-44.02	2.31	2.14	0.01	0.57	▷ 0.74	LK 7
661	EK1	593	0.604	MIN M_z	-44.02	2.32	1.99	0.01	1.82	▷ -0.67	LK 7

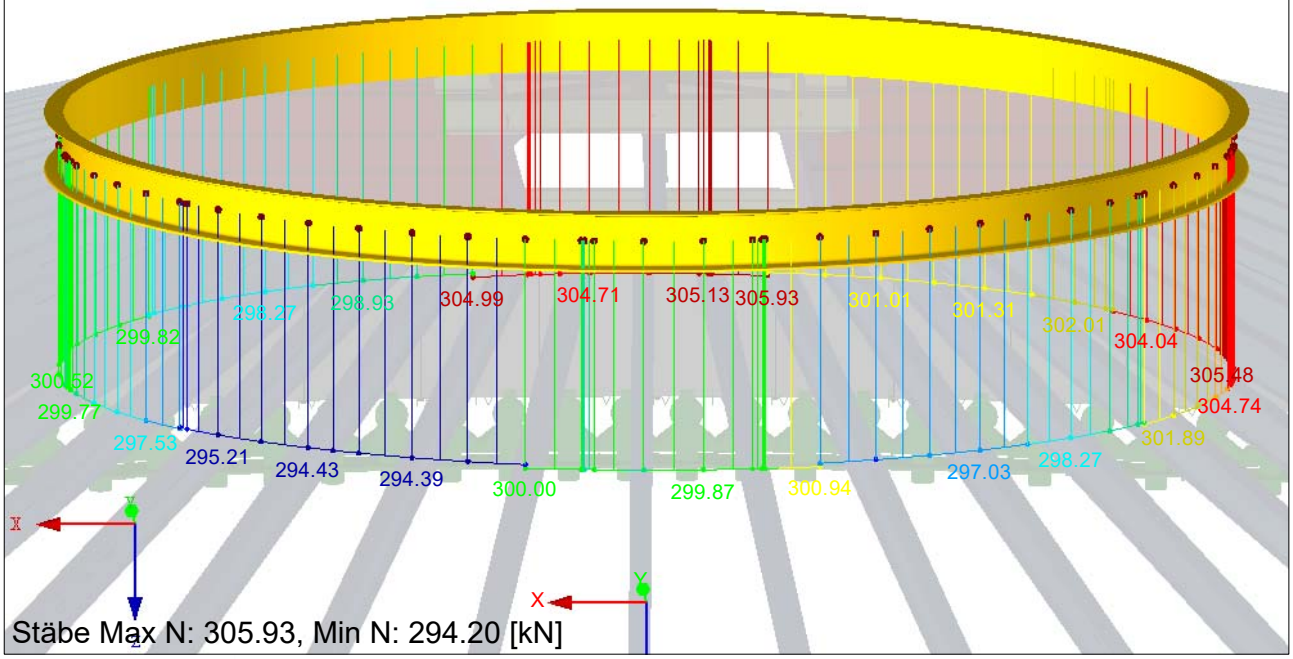
SCHNITTGRÖSSEN M_y



SCHNITTGRÖSSEN N

LK8 : Testfall (Überdruck)
Stäbe Schnittgrößen N

Isometrie

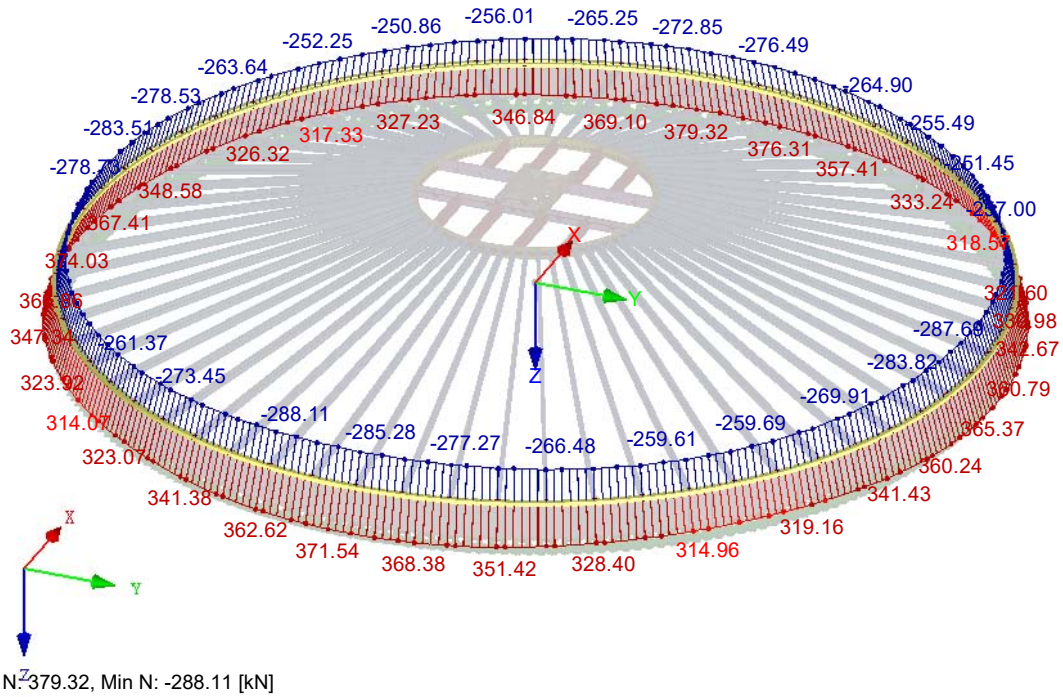


Stäbe Max N: 305.93, Min N: 294.20 [kN]

SCHNITTGRÖSSEN N

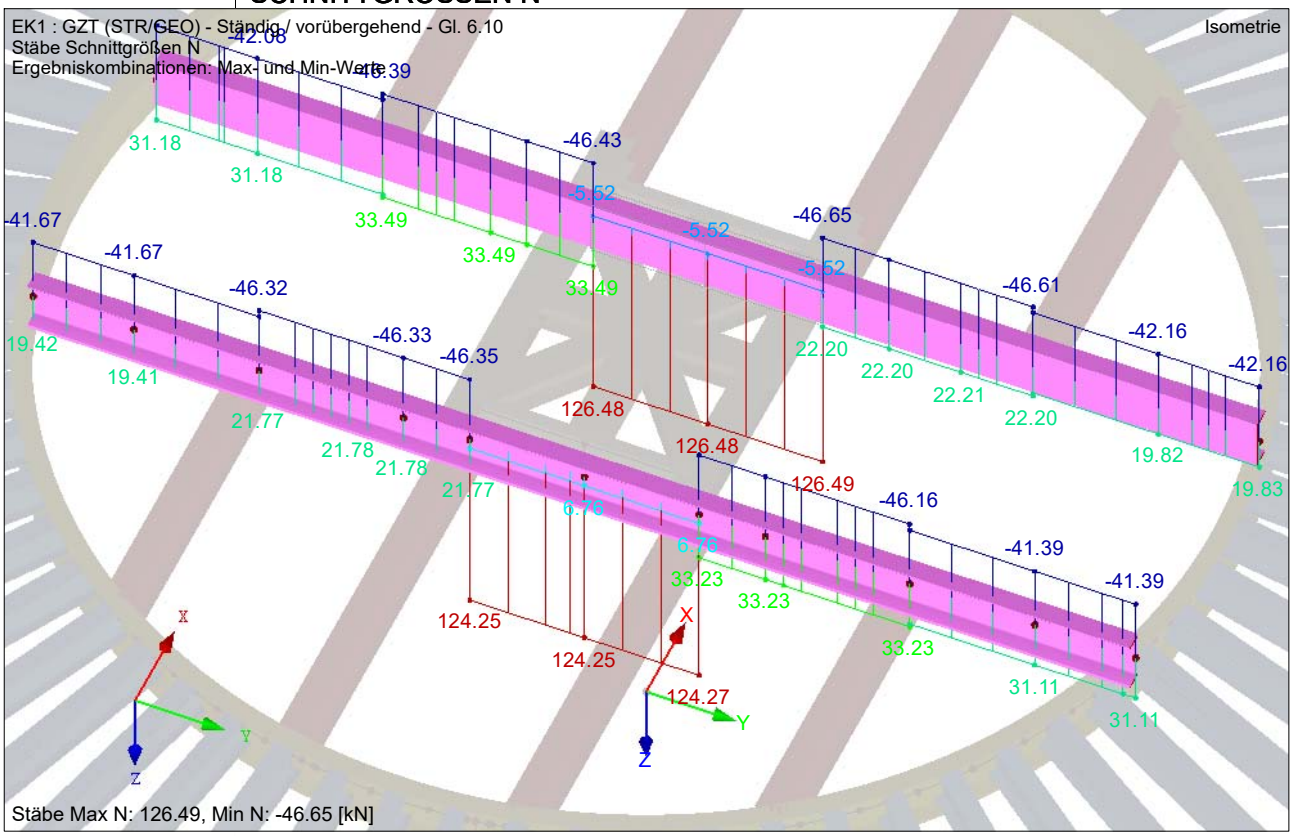
EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

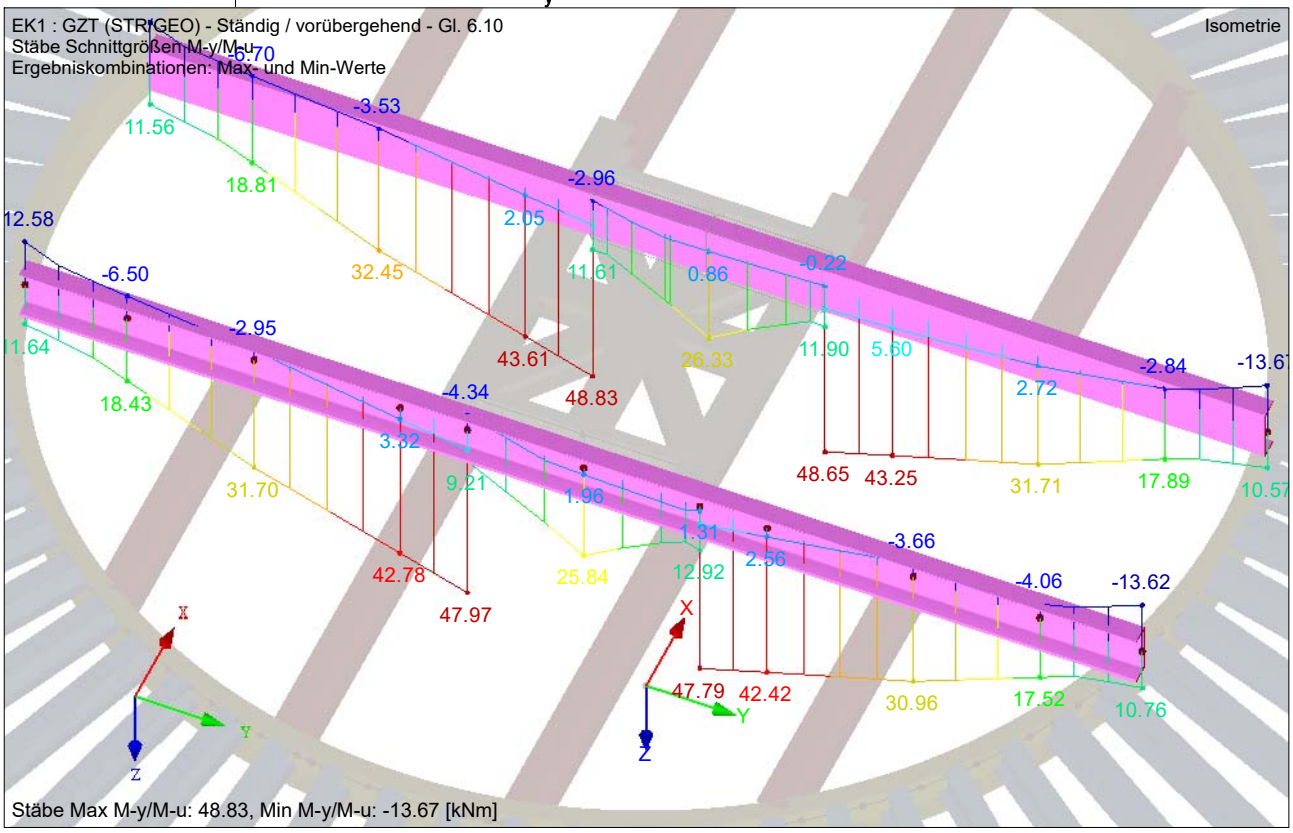


Stäbe Max N: 379.32, Min N: -288.11 [kN]

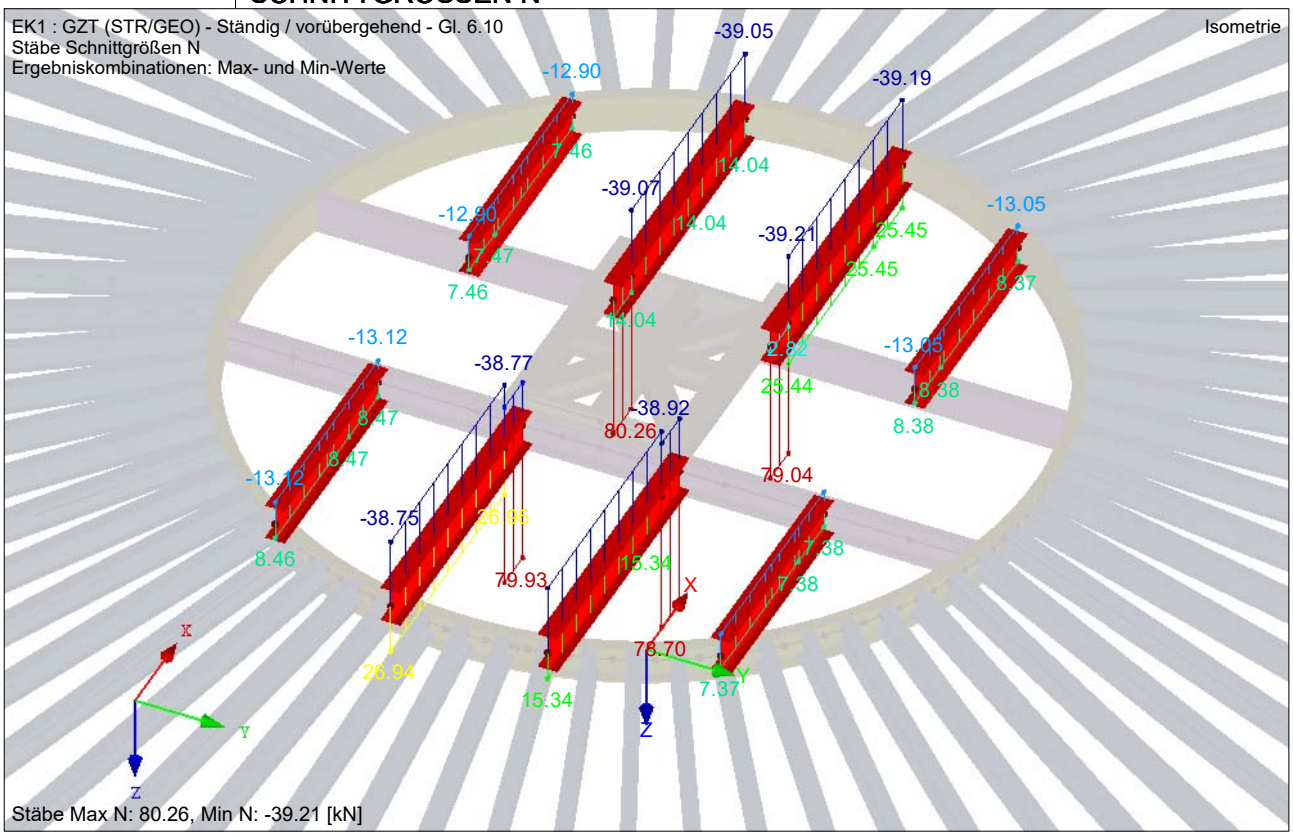
SCHNITTGRÖSSEN N



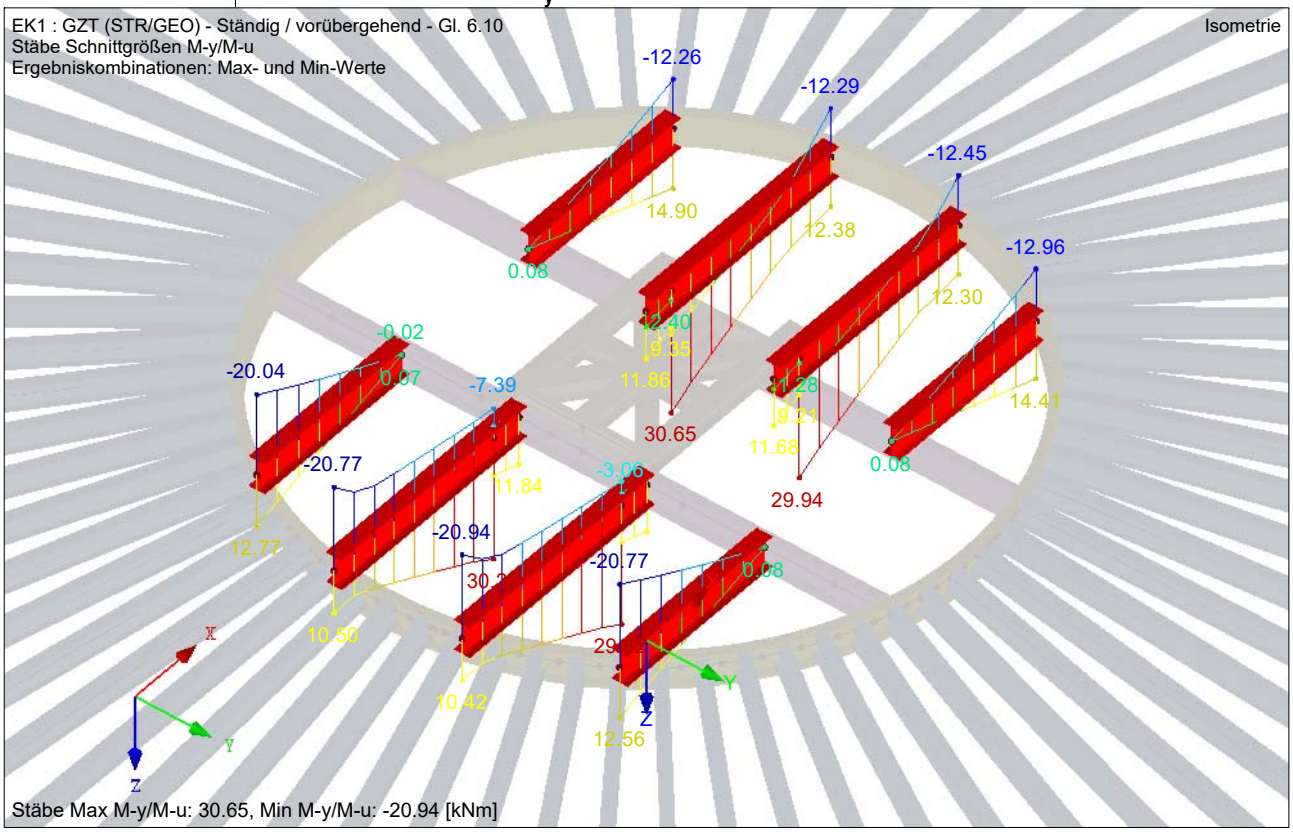
SCHNITTGRÖSSEN M_y



SCHNITTGRÖSSEN N



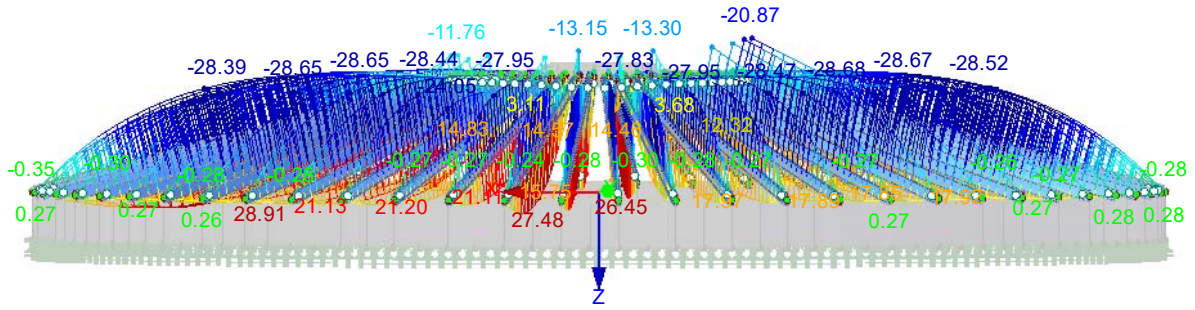
SCHNITTGRÖSSEN M_y

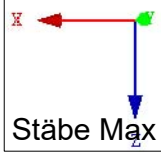


SCHNITTGRÖSSEN M_y

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y/M-u
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



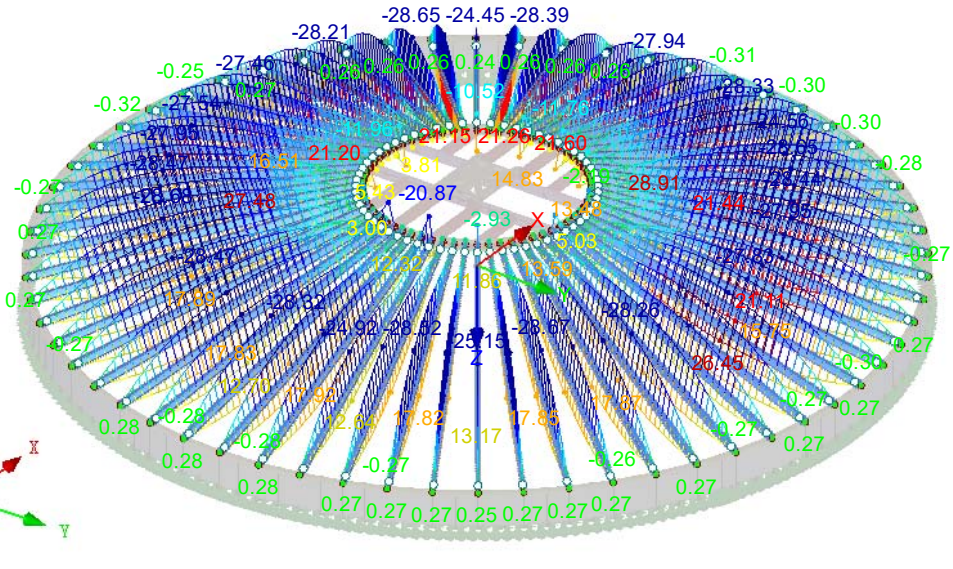


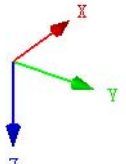
Stäbe Max M-y/M-u: 28.91, Min M-y/M-u: -28.68 [kNm]

SCHNITTGRÖSSEN M_y

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen M-y/M-u
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



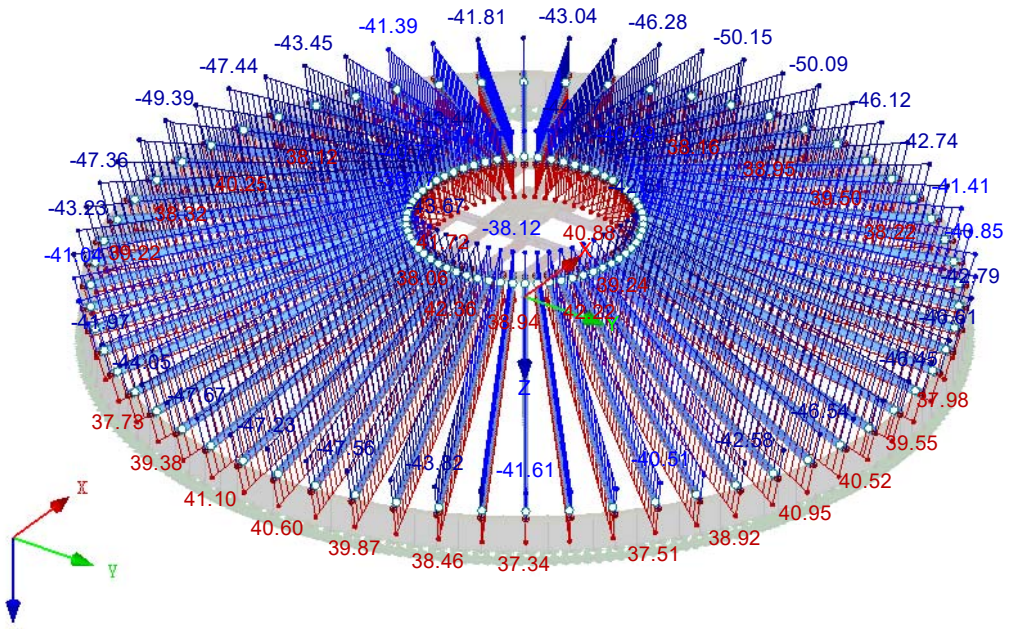


Stäbe Max M-y/M-u: 28.91, Min M-y/M-u: -28.68 [kNm]

SCHNITTGRÖSSEN N

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen N
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

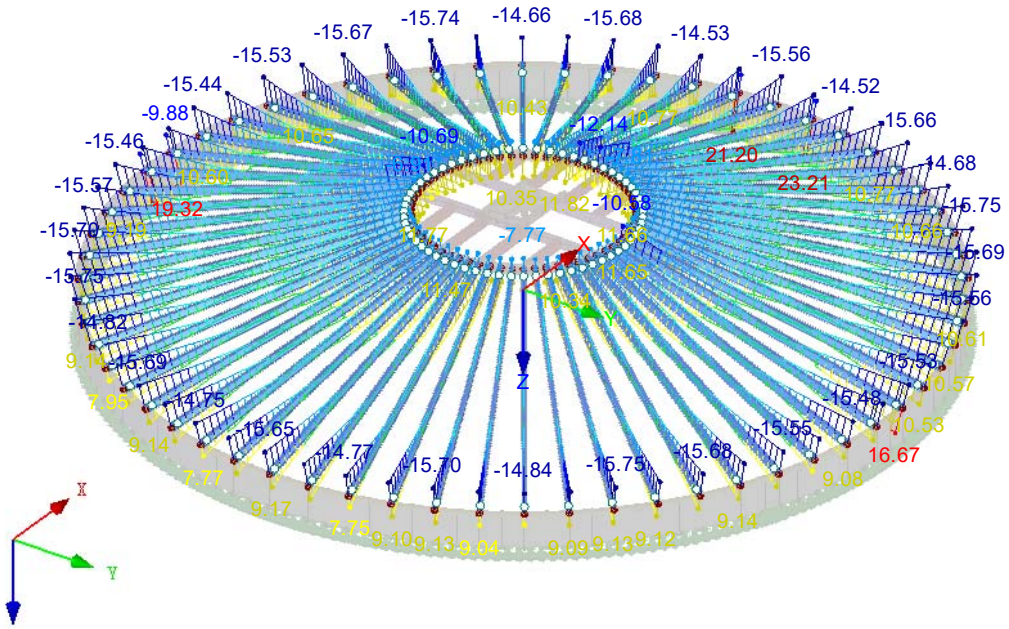


Stäbe Max N: 42.36, Min N: -50.15 [kN]

SCHNITTGRÖSSEN V_z

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z/V-v
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

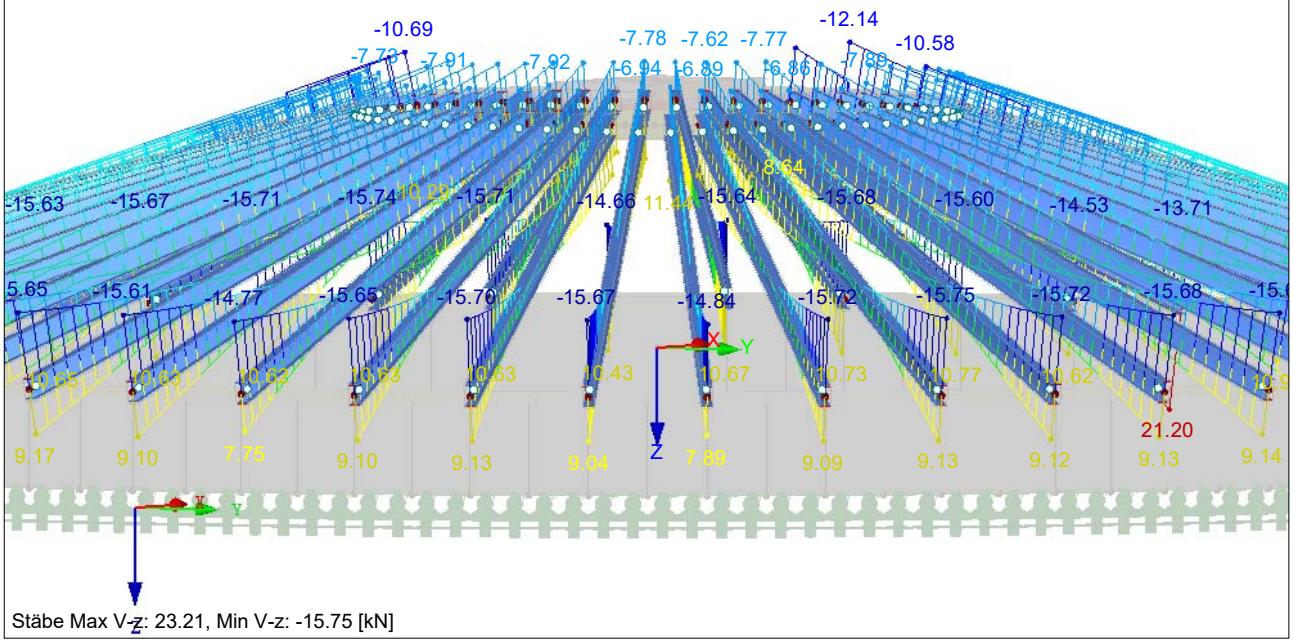


Stäbe Max V-z/V-v: 23.21, Min V-z/V-v: -15.75 [kN]

SCHNITTGRÖSSEN V_z

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
Stäbe Schnittgrößen V-z
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

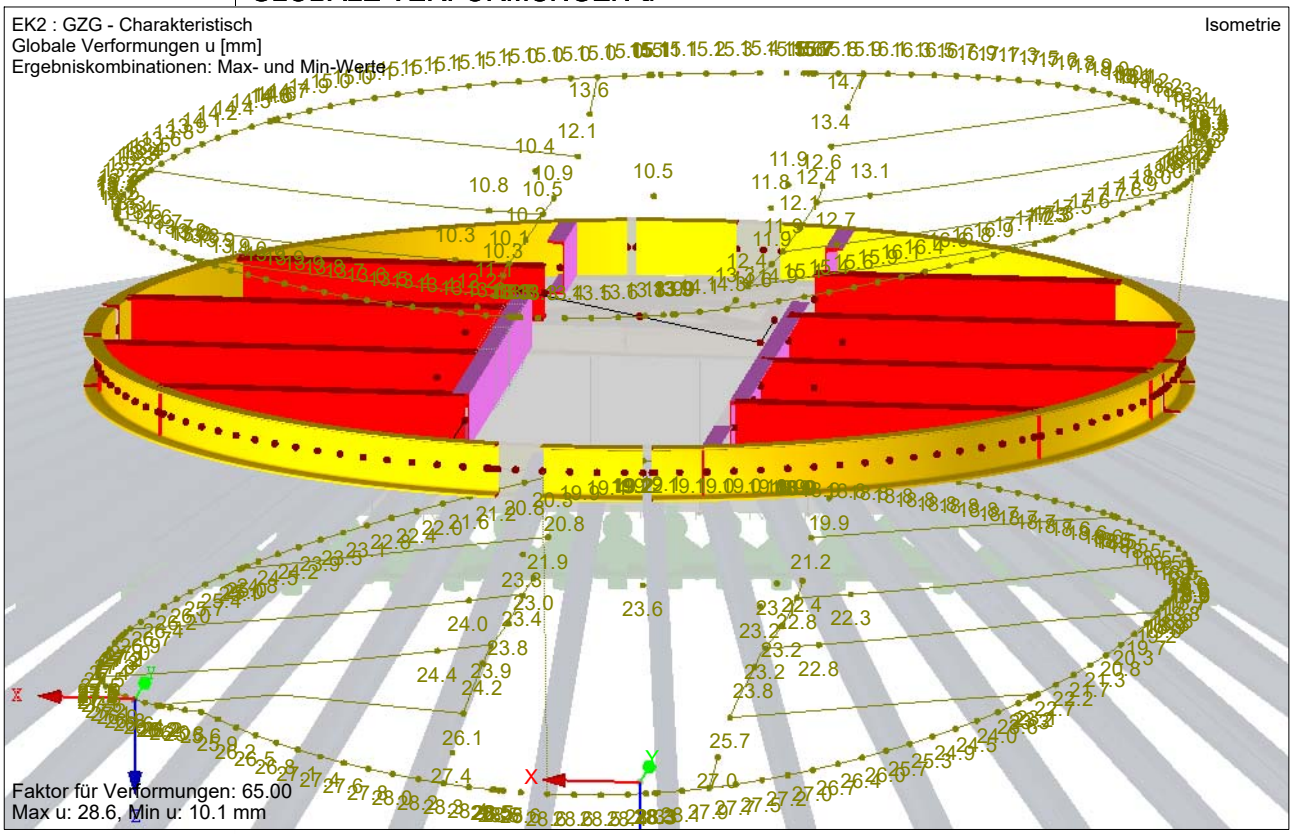


Stäbe Max V-z: 23.21, Min V-z: -15.75 [kN]

GLOBALE VERFORMUNGEN u

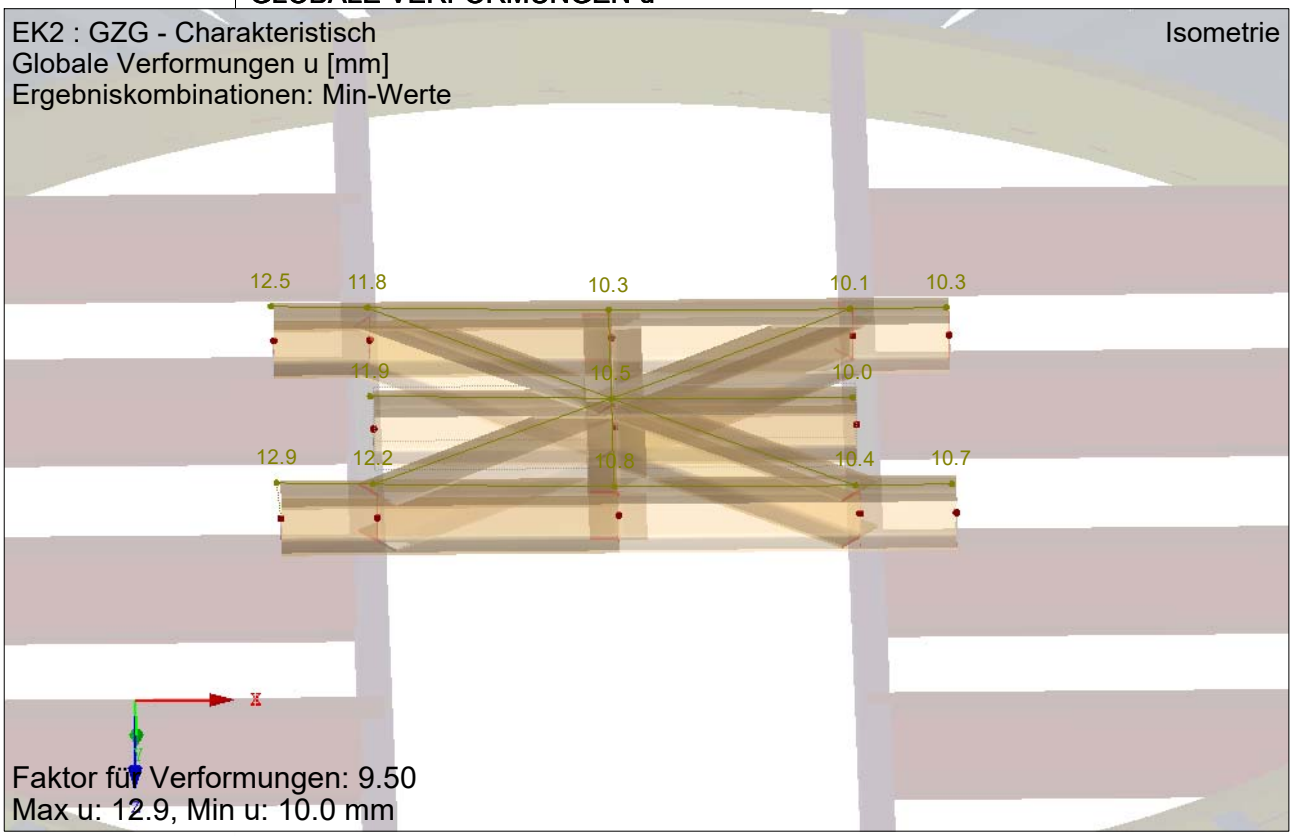
EK2 : GZG - Charakteristisch
Globale Verformungen u [mm]
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Faktor für Verformungen: 65.00
Max u: 28.6, Min u: 10.1 mm

GLOBALE VERFORMUNGEN u

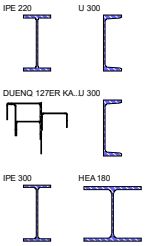


1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle	
Zu bemessende Stabsätze:		
Nationaler Anhang:	DIN	
Tragfähigkeitsnachweise		
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	Max Vz Gesamt
	LK2	Min Vz Gesamt
	LK3	Max Ungleichmäßig in X (G= 0,9)
	LK4	Max Ungleichmäßig in X (G=1,35)
	LK5	Einheben des Rührwerkes
	LK6	Max Unterdruck
	LK7	Max Überdruck
	LK8	Testfall (Überdruck)
	LK9	Max Ungleichmäßig in Y (G= 0,9)
	LK10	Max Ungleichmäßig in Y (G=1,35)
	LK36	Schnee NDT (yS = 2,09x1,1 = 2,3)

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	1.4301 X5CrNi18-10 (C)	20000.00	7692.31	0.300	23.00	8.0
2	Baustahl S 235	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0



1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	IPE 220	I-Profil gewalzt	0.43	
2	2	U 300	U-Profil gewalzt	0.60	
3	1	DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3	Allgemein	0.83	
	Typ Allgemein - nur Klasse 3 und Klasse 4 möglich				
4	2	U 300	U-Profil gewalzt	0.53	
5	2	IPE 300	I-Profil gewalzt	0.16	
7	2	HEA 180	I-Profil gewalzt	0.32	
9	2	U 180	U-Profil gewalzt	0.29	

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

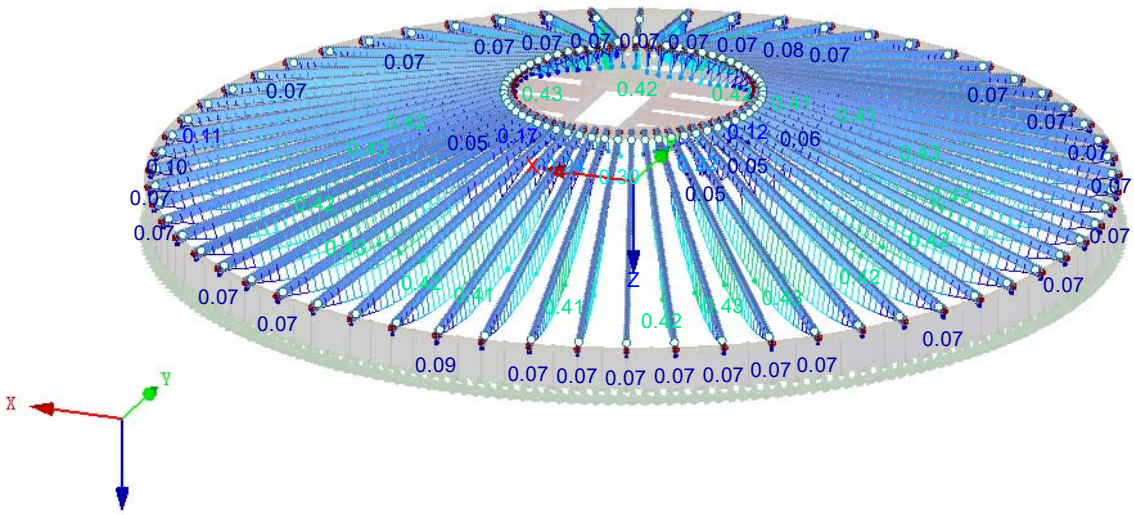
Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	**IPE 220**						
	609	9.218	LK2	0.05	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	637	0.000	LK4	0.06	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	577	0.000	LK10	0.11	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	591	9.218	LK3	0.02	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	577	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	577	4.484	LK10	0.43	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	585	9.218	LK3	0.20	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	620	9.218	LK4	0.30	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
2	**U 300**						
	372	0.068	LK2	0.28	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	404	0.068	LK4	0.27	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	348	0.137	LK4	0.04	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	390	0.015	LK4	0.10	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	333	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	351	0.000	LK2	0.60	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	340	0.061	LK4	0.33	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	391	0.000	LK2	0.57	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
3	**DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3**						
	332	0.603	LK1	0.58	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichun Nr.	Bezeichnung
	303	0.603	LK2	0.44	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	332	0.000	LK4	0.18	≤ 1	CS122)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	331	0.000	LK1	0.23	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse u nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	284	0.402	LK4	0.60	≤ 1	CS183)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	332	1.206	LK10	0.71	≤ 1	CS203)	Querschnittsnachweis - Biegung um v-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	330	1.206	LK1	0.83	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
4	**U 300**						
	158	0.000	LK8	0.09	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	572	0.350	LK4	0.03	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	154	0.604	LK10	0.08	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	4	0.190	LK1	0.03	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	1	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	554	0.570	LK4	0.22	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	2	0.219	LK36	0.07	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	572	0.350	LK5	0.53	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
5	**IPE 300**						
	568	0.300	LK8	0.06	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	5	0.000	LK1	0.03	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	570	0.000	LK5	0.07	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	127	0.733	LK1	0.01	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	5	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	571	0.000	LK9	0.00	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	548	0.708	LK4	0.13	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	127	1.710	LK1	0.13	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	127	0.000	LK1	0.16	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
7	**HEA 180**						
	657	0.000	LK2	0.04	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	10	0.300	LK5	0.08	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	668	0.000	LK8	0.19	≤ 1	CS111)	Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	656	0.604	LK7	0.10	≤ 1	CS116)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 1 oder 2
	667	0.751	LK7	0.15	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	16	0.604	LK7	0.05	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	10	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	668	0.000	LK8	0.19	≤ 1	CS141)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	656	0.604	LK7	0.10	≤ 1	CS151)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.5 und 6.2.8
	667	0.000	LK7	0.32	≤ 1	CS161)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.6, 6.2.7 und 6.2.9
	659	0.188	LK8	0.27	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	16	0.604	LK6	0.07	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	16	0.000	LK9	0.25	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
9	**U 180**						
	662	0.000	LK5	0.14	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	17	0.000	LK7	0.07	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	661	0.403	LK7	0.01	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	17	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	662	0.000	LK8	0.29	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	662	0.403	LK6	0.09	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	17	0.604	LK7	0.24	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9

NACHWEIS: TRAGFÄHIGKEIT - QUERSCHNITTSNACHWEIS

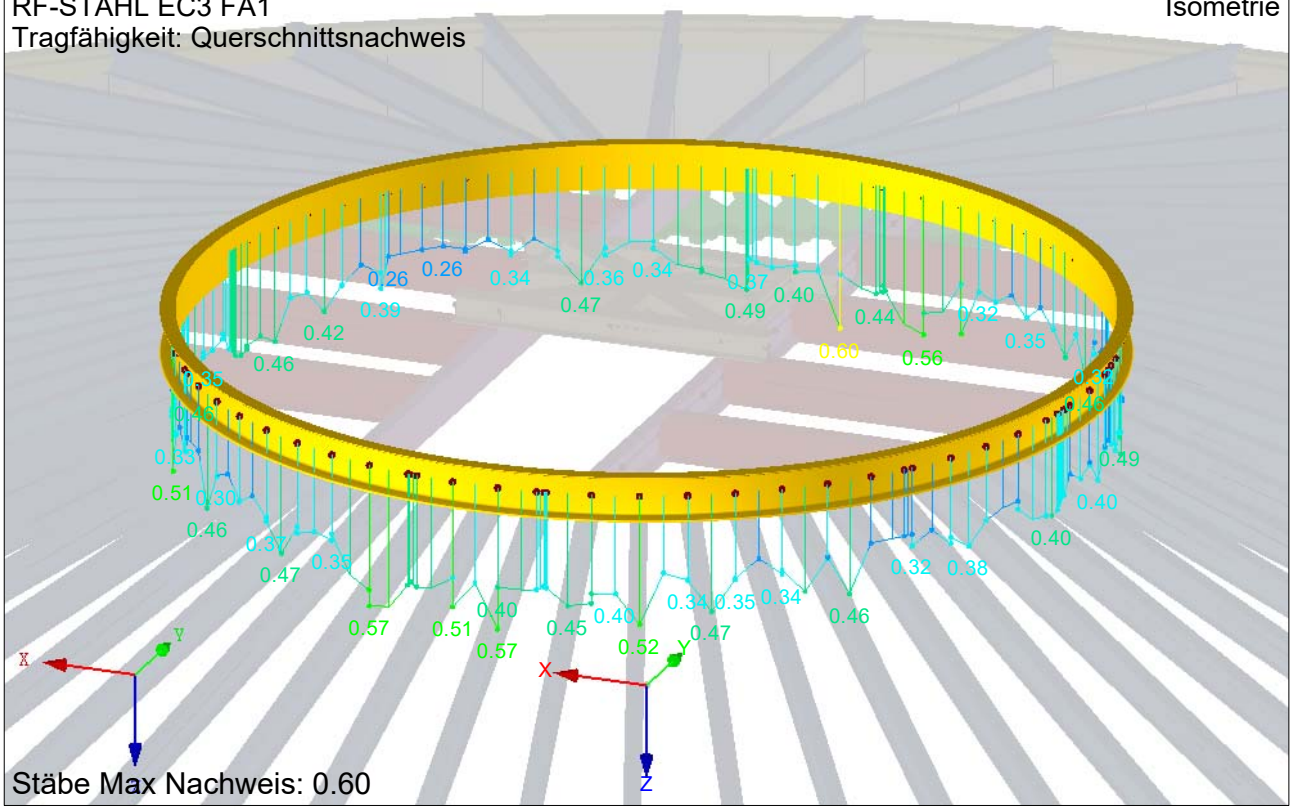
RF-STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis
Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.43

NACHWEIS: TRAGFÄHIGKEIT - QUERSCHNITTSNACHWEIS

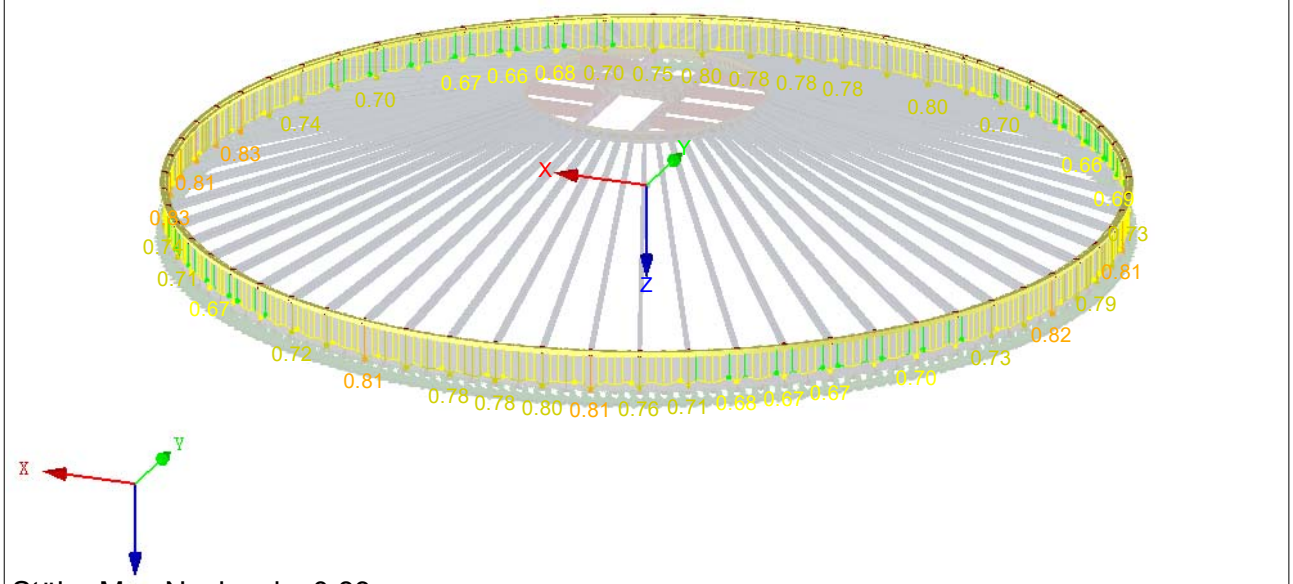
RF-STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis
Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.60

NACHWEIS: TRAGFÄHIGKEIT - QUERSCHNITTSNACHWEIS

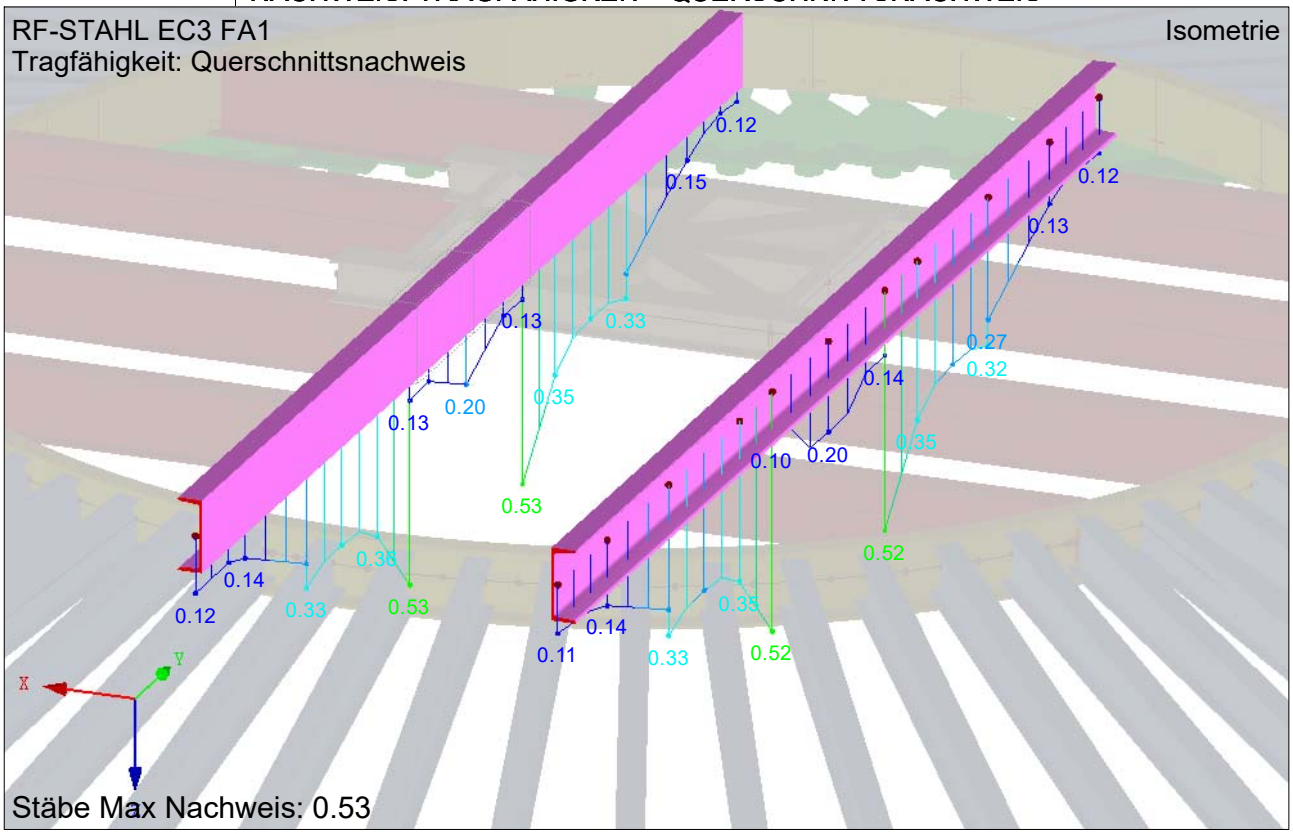
RF-STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis
Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.83

NACHWEIS: TRAGFÄHIGKEIT - QUERSCHNITTSNACHWEIS

RF-STAHL EC3 FA1
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis
Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.53

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	577-638	
Zu bemessende Stabsätze:		
Nationaler Anhang:	DIN	
Tragfähigkeitsnachweise		
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10
	EK3	GZT (EQU) - Außergewöhnlich
	EK4	Montage der Isolierung
Gebrauchstauglichkeitsnachweise		
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK2	GZG - Charakteristisch

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
2	Baustahl S 235	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	IPE 220	I-Profil gewalzt	0.94	

1.4 ZWISCHENABSTÜTZUNGEN

Stab Nr.	Lager-Typ	Länge L [m]	Zwischenabstützungen [-] Anzahl	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
577	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
578	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
579	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
580	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
581	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
582	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
583	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
584	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
585	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
586	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
587	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
588	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
589	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
590	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
591	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
592	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
593	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
594	Seitlich (oberer F	9.218	2	0.333	0.667							

1.4 ZWISCHENABSTÜTZUNGEN

Stab Nr.	Lager-Typ	Länge L [m]	Zwischenabstützungen [-] Anzahl	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
	Flansch)											
595	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
596	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
597	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
598	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
599	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
600	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
601	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
602	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
603	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
604	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
605	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
606	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
607	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
608	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
609	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
610	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
611	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
612	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
613	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
614	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
615	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
616	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
617	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
618	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
619	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
620	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
621	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
622	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
623	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
624	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
625	Seitlich (	9.218	2	0.333	0.667							

1.4 ZWISCHENABSTÜTZUNGEN

Stab Nr.	Lager-Typ	Länge L [m]	Zwischenabstützungen [-] Anzahl	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
	(oberer Flansch)											
626	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
627	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
628	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
629	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
630	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
631	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
632	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
633	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
634	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
635	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
636	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
637	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							
638	Seitlich (oberer Flansch)	9.218	2	0.333	0.667							

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y möglich	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Knicken um Achse z möglich	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Biegedrillknicken möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
577	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
578	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
579	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
580	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
581	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
582	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
583	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
584	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
585	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
586	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
587	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
588	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
589	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
590	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
591	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
592	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
593	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
594	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
595	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
596	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
597	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
598	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
599	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
600	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
601	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
602	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
603	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
604	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
605	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
606	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
607	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
608	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
609	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
610	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
611	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
612	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
613	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
614	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
615	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
616	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
617	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
618	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
619	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y möglich	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	Knicken um Achse z möglich	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	Biegedrillknicken möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
620	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
621	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
622	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
623	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
624	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
625	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
626	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
627	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
628	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
629	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
630	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
631	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
632	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
633	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
634	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
635	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
636	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
637	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
638	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100

1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSPARAMETER

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge Manuell	Bezugslänge l [m]	Richtung	Überhöhung e_0 [mm]	Trägertyp
1	Stab	579	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
2	Stab	587	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
3	Stab	596	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
4	Stab	606	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
5	Stab	609	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
6	Stab	616	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
7	Stab	626	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
8	Stab	632	☐	9.218	y, z	0.0	Träger

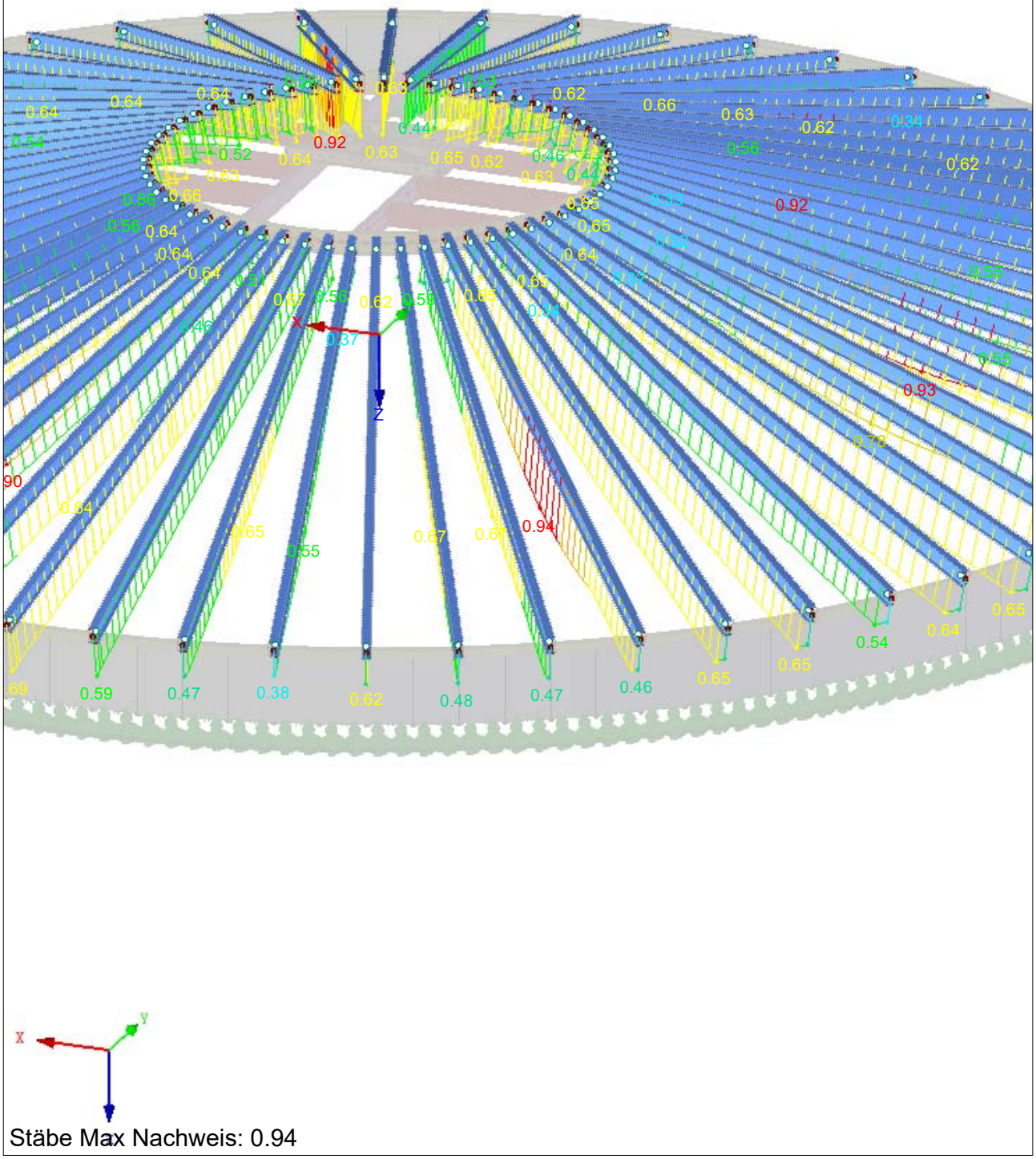
2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	**IPE 220**						
	609	9.218	EK1	0.05	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	637	0.000	EK1	0.06	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	577	0.000	EK1	0.11	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	591	9.218	EK1	0.02	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	577	0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	577	4.484	EK1	0.43	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	585	9.218	EK1	0.20	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	620	9.218	EK1	0.30	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	630	3.986	EK1	0.68	≤ 1	ST331)	Stabilitätsnachweis - Biegedrillknicken nach 6.3.2.1 und 6.3.2.3 - I-Profil
	637	0.000	EK1	0.67	≤ 1	ST361)	Stabilitätsnachweis - Biegung um y-Achse und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2
	615	0.249	EK1	0.65	≤ 1	ST363)	Stabilitätsnachweis - Doppelbiegung nach 6.3.3, Verfahren 2
	623	0.000	EK1	0.69	≤ 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2
	579	0.000	EK2	0.00	≤ 1	SE400)	Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformungen
	616	4.484	EK2	0.94	≤ 1	SE401)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung
	587	6.726	EK2	0.05	≤ 1	SE406)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - y-Richtung

NACHWEIS

RF-STAHL EC3 FA2
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis
Gebrauchstauglichkeit: Verformungen

Isometrie



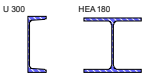
Stäbe Max Nachweis: 0.94

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	157,158,667,668	
Zu bemessende Stabsätze:	107,108	
Nationaler Anhang:	DIN	
Gebrauchstauglichkeitsnachweise		
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK20	Max Vz Gesamt (Char)
	LK21	Min Vz Gesamt (Char)
	LK22	Max Ungleichmäßig in X (Char)
	LK23	Ständige Situation mit Überdruck (Char)
	LK24	Ständige Situation mit Unterdruck (Char)
	LK25	Max Ungleichmäßig in Y (Char)
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK2	GZG - Charakteristisch

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
2	Baustahl S 235	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0



1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
4	2	U 300	U-Profil gewalzt	0.88	
7	2	HEA 180	I-Profil gewalzt	0.87	

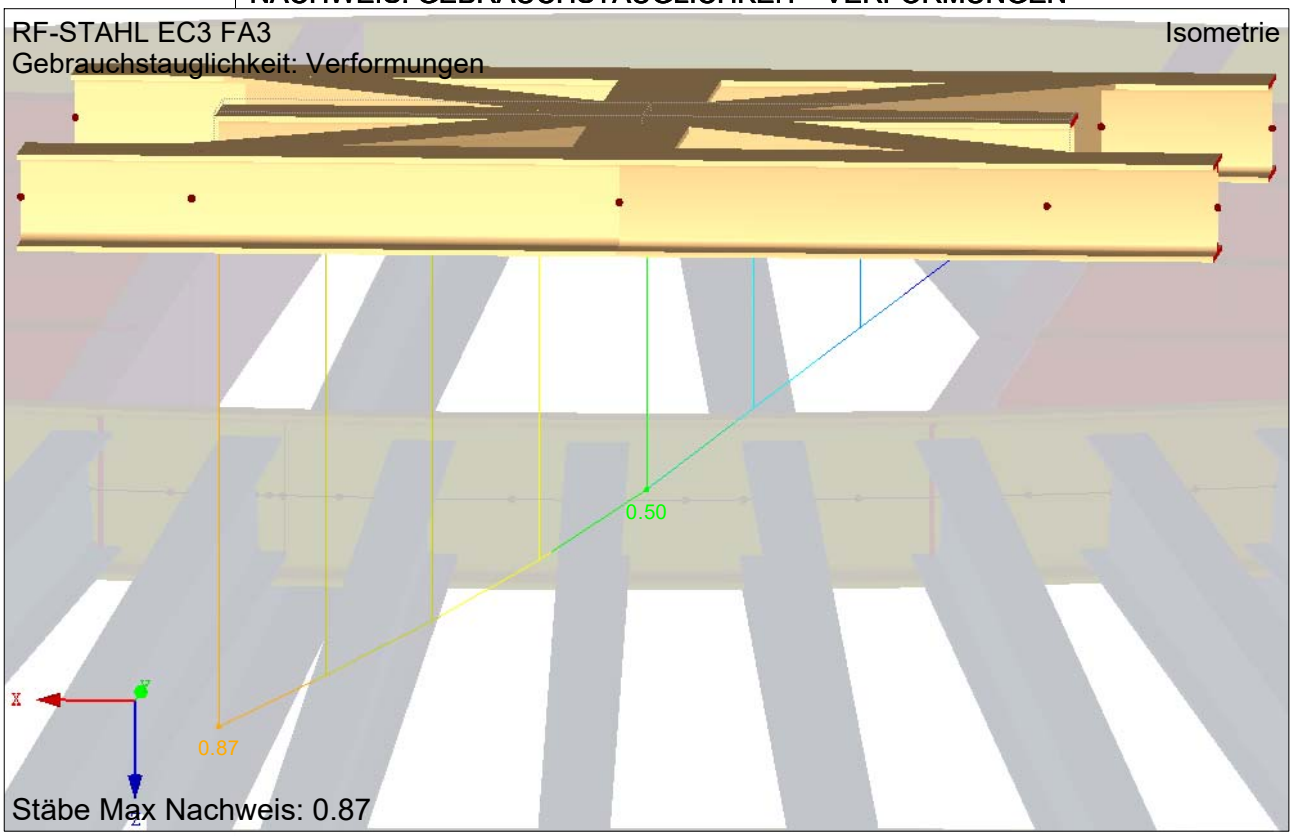
1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSPARAMETER

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge Manuell	Bezugslänge l [m]	Richtung	Überhöhung e_0 [mm]	Trägertyp
1	Stab	153	☐	0.604	y, z	0.0	Träger
2	Stab	154	☐	0.604	y, z	0.0	Träger
3	Stab	157	☐	0.604	y, z	0.0	Träger
4	Stab	158	☐	0.604	y, z	0.0	Träger
5	Stabliste	108	☐	1.503	y, z	0.0	Kragträger Anfang frei
6	Stabliste	107	☐	1.208	y, z	0.0	Kragträger Anfang frei

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
4	**U 300**						
	157	0.000	LK20	0.00	≤ 1	SE400)	Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformungen
	158	0.403	LK20	0.01	≤ 1	SE401)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung
	158	0.201	LK23	0.01	≤ 1	SE406)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - y-Richtung
	154	0.604	LK25	0.88	≤ 1	SE411)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung, Kragträger
	154	0.604	LK24	0.11	≤ 1	SE416)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - y-Richtung, Kragträger
7	**HEA 180**						
	668	0.751	LK20	0.00	≤ 1	SE400)	Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformungen
	667	0.751	LK22	0.87	≤ 1	SE411)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung, Kragträger
	667	0.751	LK25	0.40	≤ 1	SE416)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - y-Richtung, Kragträger

NACHWEIS: GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT - VERFORMUNGEN



RF-STAHL EC3
FA4
Stabilität Sparren
(Kranlasten)

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	279,577-638	
Zu bemessende Stabsätze:		
Nationaler Anhang:	DIN	
Tragfähigkeitsnachweise		
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK32	Montagezustand - Kran in X - Fangfall
	LK35	Montagezustand - Kran in Y - Fangfall
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK4	Montage der Isolierung
Gebrauchstauglichkeitsnachweise		
Zu bemessende Ergebniskombinationen:	EK2	GZG - Charakteristisch

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	1.4301 X5CrNi18-10 (C)	20000.00	7692.31	0.300	23.00	8.0
2	Baustahl S 235	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	IPE 220	I-Profil gewalzt	0.94	
3	1	DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3	Allgemein	0.24	

Typ Allgemein - nur Klasse 3 und Klasse 4 möglich

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y/u möglich	$k_{cr,y/u}$	$L_{cr,y/u}$ [m]	Knicken um Achse z/v möglich	$k_{cr,z/v}$	$L_{cr,z/v}$ [m]	Biegedrillknicken möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
279	☐	☐	1.00	1.206	☐	1.00	1.206	☐	1.0	1.0	1.206	1.206
Der Stab dieses Typs ist für die Stabilitätsberechnung nicht erlaubt.												
577	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
578	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
579	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
580	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
581	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
582	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
583	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
584	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
585	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
586	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
587	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
588	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
589	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
590	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
591	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
592	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
593	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
594	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
595	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
596	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
597	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
598	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
599	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
600	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
601	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
602	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
603	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
604	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
605	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
606	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
607	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
608	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
609	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
610	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
611	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
612	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
613	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
614	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
615	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
616	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
617	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
618	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
619	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
620	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y/u möglich	$k_{cr,y/u}$	$L_{cr,y/u}$ [m]	Knicken um Achse z/v möglich	$k_{cr,z/v}$	$L_{cr,z/v}$ [m]	Biegedrillknicken möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
621	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
622	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
623	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
624	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
625	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
626	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
627	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
628	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
629	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
630	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
631	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
632	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
633	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
634	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
635	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
636	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
637	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100
638	☒	☒	1.00	9.218	☐	0.90	8.296	☒	1.0	1.0	9.218	3.100

1.9 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSPARAMETER

Nr.	Beziehen auf	Stäbe/Stabsätze Nr.	Bezugslänge Manuell	Bezugslänge l [m]	Richtung	Überhöhung e_0 [mm]	Trägertyp
1	Stab	579	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
2	Stab	587	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
3	Stab	596	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
4	Stab	606	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
5	Stab	609	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
6	Stab	616	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
7	Stab	626	☐	9.218	y, z	0.0	Träger
8	Stab	632	☐	9.218	y, z	0.0	Träger

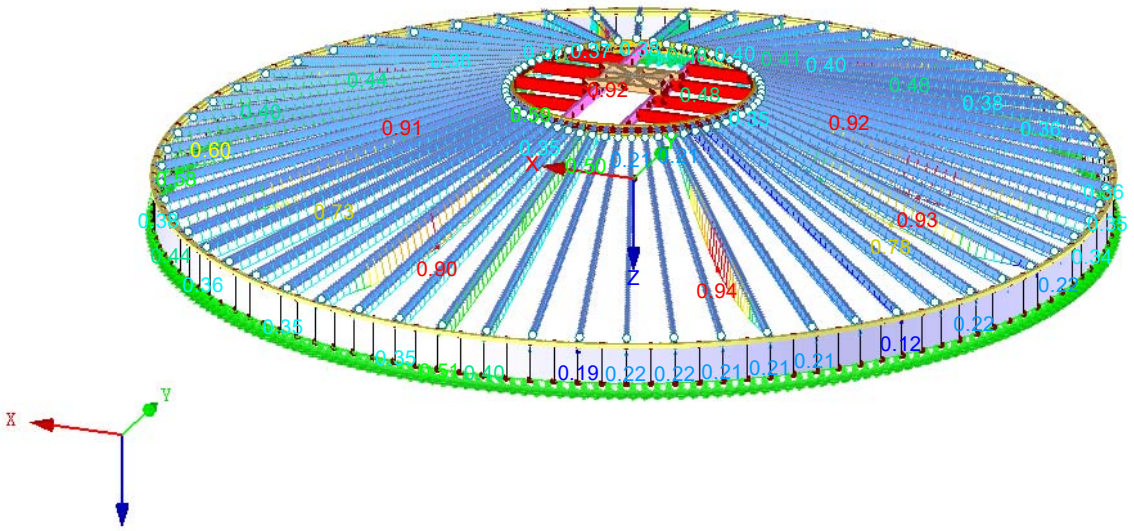
2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	**IPE 220**						
	637	0.000	LK32	0.03	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	577	0.000	LK35	0.06	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	590	9.218	LK32	0.01	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	577	0.000	LK32	0.00	≤ 1	CS126)	Querschnittsnachweis - Schubbeulen nach 6.2.6(6)
	577	4.484	LK35	0.22	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	583	9.218	LK32	0.11	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	620	9.218	LK32	0.14	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
	637	0.000	LK32	0.58	≤ 1	ST361)	Stabilitätsnachweis - Biegung um y-Achse und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2
	577	0.000	LK35	0.60	≤ 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2
	579	0.000	EK2	0.00	≤ 1	SE400)	Gebrauchstauglichkeit - Keine bzw. sehr kleine Verformungen
	616	4.484	EK2	0.94	≤ 1	SE401)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - z-Richtung
	587	6.726	EK2	0.05	≤ 1	SE406)	Gebrauchstauglichkeit - Einwirkungskombination 'Charakteristisch' - y-Richtung
3	**DUENQ 127ER KASTENPROFIL + INNENLIEGENDES U 93X66X3**						
	279	0.804	LK35	0.18	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	279	1.206	LK35	0.05	≤ 1	CS122)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse v nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	279	1.206	LK35	0.07	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse u nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	279	1.206	LK35	0.24	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt

NACHWEIS

RF-STAHL EC3 FA4
Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis
Gebrauchstauglichkeit: Verformungen

Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.94

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4
Industriegebiet West
D-49413 Dinklage
Tel. +49(0)4443/9666-0 info@stallkamp.de
Fax +49(0)4443/9666-60 www.stallkamp.de

Statische Berechnung

Trapezblechverkleidung für
Hochfermenter H=22,497m
Windzone 2 Binnenland
Schneezone 2 Norddeutsche Tiefebene (NdTE)
Statik ST-2110-AA_01 (A)

Aufsteller: **P.E.Concepts GmbH**
Kruppstr. 82
45145 Essen

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4a
49393 Lohne

Bauort: **An den Teichen 27**
49393 Lohne

Behälter Angebots-Nr.: **20021859**

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 • info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt
Trapezblechverkleidung an Behältern

Auftrag
Statische Berechnung Trapezblech mit Verbindung

Aufgabe
Statische Berechnung Trapezblech mit Verbindung

Anlage
Hochfermenter H = 10m bis 25m

Standort
WZ1 - WZ4

Dokument-Klassifikation
Kundenvertraulich

Dokument Nr. (rev.)
ST-2110-AA_01 (A)

Datum (rev.)
08.04.2022

Dieses Dokument umfasst insgesamt
18 Seiten

Ming Xu
Digital unterschrieben von Ming Xu
Datum: 2022.04.11 16:10:40 +02'00'

Inhalt Rev. A	Ming Xu	P. E. Concepts GmbH, Essen

Christian Elberg
Digital unterschrieben von Christian Elberg
Datum: 2022.04.11 15:20:45 +02'00'

Freigabe Rev. A	Christian Elberg	P. E. Concepts GmbH, Essen

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version.

Rev.	Datum	Seiten	Änderungen
A	08.04.2022	Alle	Erste Ausgabe

Inhalt

1 Einleitung 3
2 Übersicht 3
3 Windlasten 4
4 Trapezblech 6
5 Schrauben 8
6 Zwischenringsteife 11
7 Zusammenfassung 16
8 Literatur – Normen und Richtlinien 17
Abbildungsverzeichnis 18
Tabellenverzeichnis 18

1 Einleitung

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung der Trapezblechverkleidung an Behältern und Hochfermentern. Der maßgebende Fall mit der Höhe 25m in Windzone 4 Küste wurde betrachtet. Auf der sicheren Seite wurden hier die erhöhte Anforderung nach TRAS320 berücksichtigt, nach der ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor von 1,10 anzusetzen ist.

Die Bemessung erfolgt gemäß Eurocode 1 [3] und Eurocode 3 [7], unter Berücksichtigung der bauaufsichtlichen Zulassung für Verbindungselemente zur Verbindung von Bauteilen im Metallleichtbau [8].

2 Übersicht

Eine Übersicht der Hochfermenter mit Trapezblech wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

Abbildung 2.1: Ansicht eines Fermenters mit Trapezblech

3 Windlasten

Die Windlasten aus Staudruck und Druckbeiwert sind nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1991-1-4/NA [9] angenommen. Die Nachweise werden im Bereich der höchsten, lokal wirkenden Windlasten geführt. Dazu wird der Bereich des maximalen Sogs gewählt. Für die lokalen statischen Nachweise der Verbindungselemente sind der Innen- und Flüssigkeitsdruck nicht berücksichtig.

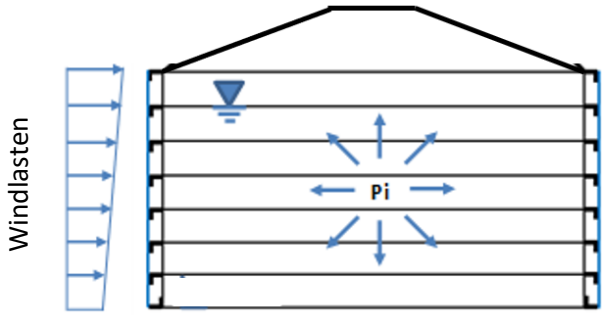


Abbildung 3.1: Übersicht Lastsituation

Tabelle 3.1: Geschwindigkeitsstaudrücke q_p [kN/m²]

Geschwindigkeitsstaudrücke q_p [kN/m²]					
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	0.48	0.50	0.65	0.75
2	**Binnenland**	**0.59**	**0.65**	**0.80**	**0.90**
2	Küste	0.82	0.85	1.00	1.10
3	Binnenland	0.71	0.80	0.95	1.10
3	Küste	0.98	1.05	1.20	1.30
4	Binnenland	0.84	0.95	1.15	1.30
4	**Küste**	**1.17**	**1.25**	**1.40**	**1.55**
4	Inseln der Nordsee	1.40	1.40	-	-

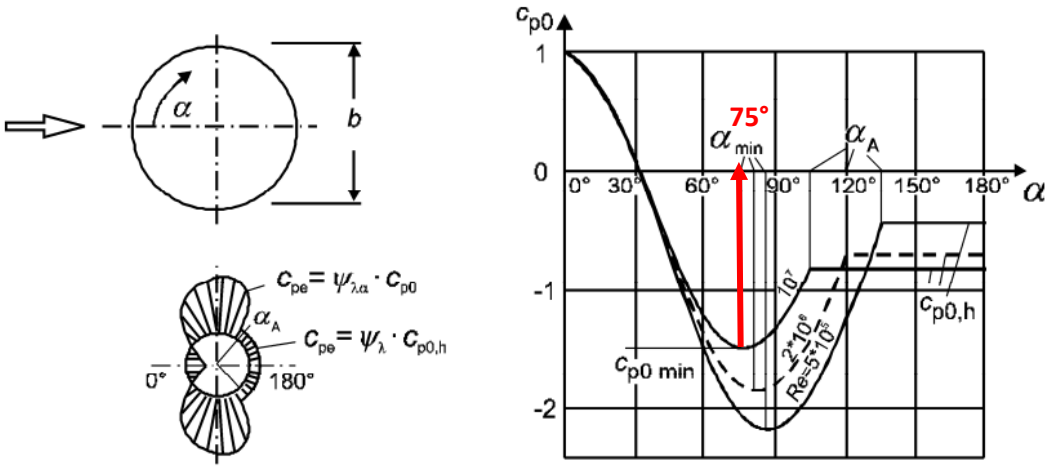


Abbildung 3.2: Druckverteilung über einen zylindrischen Querschnitt

Tabelle 3.2: Winddruck $w_{k,d}$ [kN/m²]

	Druck [kN/m²] mit	**c_p = 1**			
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	0.48	0.50	0.65	0.75
2	**Binnenland**	**0.59**	**0.65**	**0.80**	**0.90**
2	Küste	0.82	0.85	1.00	1.10
3	Binnenland	0.71	0.80	0.95	1.10
3	Küste	0.98	1.05	1.20	1.30
4	Binnenland	0.84	0.95	1.15	1.30
4	**Küste**	**1.17**	**1.25**	**1.40**	**1.55**
4	Inseln der Nordsee	1.40	1.40		

Tabelle 3.3: Windsog $w_{k,s}$ [kN/m²], $c_{p0,min}$ = -1,56

	Sog [kN/m²] mit	**$c_{p0,min}$ = -1.56**			
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	-0.75	-0.78	-1.01	-1.17
2	**Binnenland**	**-0.91**	**-1.01**	**-1.25**	**-1.40**
2	Küste	-1.27	-1.33	-1.56	-1.72
3	Binnenland	-1.10	-1.25	-1.48	-1.72
3	Küste	-1.53	-1.64	-1.87	-2.03
4	Binnenland	-1.31	-1.48	-1.79	-2.03
4	**Küste**	**-1.83**	**-1.95**	**-2.18**	**-2.42**
4	Inseln der Nordsee	-2.18	-2.18		

4 Trapezblech

Es wird das Trapezprofil Nordblech 20-AL (t=0,5mm, 0,7mm und 1,0mm) für die Wandverkleidung der Hochfermenter nachgewiesen. Dies ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Die effektive Breite ist 1000 mm.

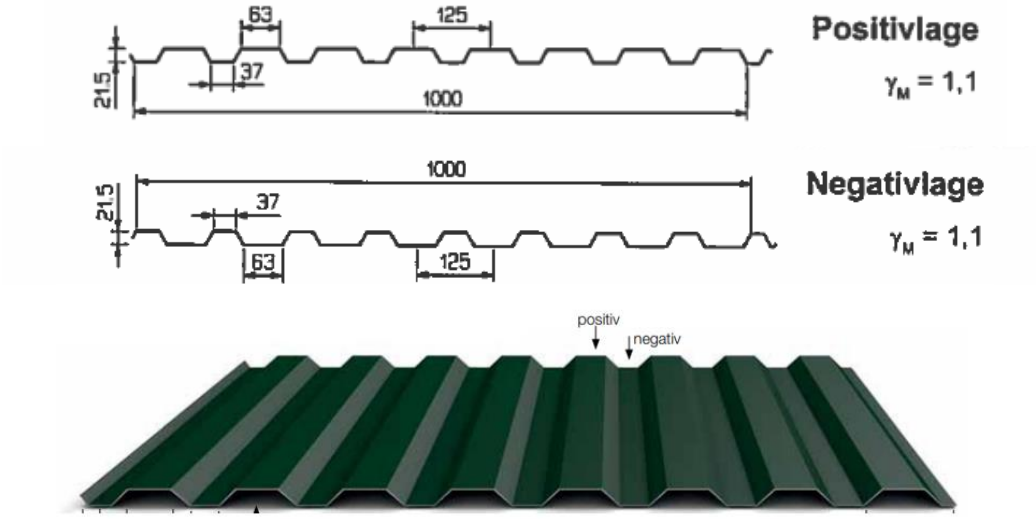


Abbildung 4.1: Trapezprofil Nordblech 20 – AL

Für Sog:

Nordbleche 20/125 Alu: Befestigung in Positivlage: (Tabellenwerte Negativlage für andrückende Belastung).

Die zulässige Belastung einschließlich Sicherheitsbeiwert bei Stützweite L=1,25m interpoliert ist Tabelle 4.1 zu entnehmen:

Tabelle 4.1: Zulässige Belastung einschließlich Sicherheitsbeiwert

		Zwischenauflagerbreite b>=60mm			**Zwischenauflagerbreite b=10mm**			**b=50mm**
Stützweite L [m]		L	L	L	L	L	L	L
t [mm]		**1,2**	**1,3**	**1,25**	**1,2**	**1,3**	**1,25**	**1,25**
0,5	Einfeldträger	1,28	1,09	1,19				1,19
	Zweifeldträger	1,25	1,07	1,16	1,12	0,97	1,05	1,14
	Dreifeldträger	1,54	1,32	1,43	1,36	1,19	1,28	1,40
0,7	Einfeldträger	2,21	1,88	2,05				2,05
	Zweifeldträger	2,14	1,83	1,99	1,95	1,69	1,82	1,95
	Dreifeldträger	2,64	2,27	2,46	2,38	2,07	2,23	2,41
1,0	Einfeldträger	3,70	3,15	3,43				3,43
	Zweifeldträger	3,73	3,20	3,47	3,47	3,00	3,24	3,42
	Dreifeldträger	4,62	3,97	4,30	4,24	3,68	3,96	4,23

Tabelle 4.2: Windlasten Bemessungswerte [kN/m²] mit γ_F=1,5

Bemessungswerte [kN/m²]		γ_F = 1,50			
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	-1,12	-1,17	-1,52	-1,76
2	**Binnenland**	**-1,37**	**-1,52**	**-1,87**	**-2,11**
2	Küste	-1,91	-1,99	-2,34	-2,57
3	Binnenland	-1,65	-1,87	-2,22	-2,57
3	Küste	-2,30	-2,46	-2,81	-3,04
4	Binnenland	-1,97	-2,22	-2,69	-3,04
4	**Küste**	**-2,74**	**-2,93**	**-3,28**	**-3,63**
4	Inseln der Nordsee	-3,28	-3,28		

Tabelle 4.3: Windlasten Bemessungswerte [kN/m²] mit γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1

Bemessungswerte [kN/m²]		γ_F = 1,50	K_{FL} = 1,1		
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	-1,24	-1,29	-1,67	-1,93
2	**Binnenland**	**-1,51**	**-1,67**	**-2,06**	**-2,32**
2	Küste	-2,10	-2,19	-2,57	-2,83
3	Binnenland	-1,81	-2,06	-2,45	-2,83
3	Küste	-2,53	-2,70	-3,09	-3,35
4	Binnenland	-2,16	-2,45	-2,96	-3,35
4	**Küste**	**-3,01**	**-3,22**	**-3,60**	**-3,99**
4	Inseln der Nordsee	-3,60	-3,60		

Tabelle 4.4: Anwendung der Trapezbleche 0,5mm, 0,7mm und 1,0mm

0,5mm Nordblech 20/125 Alu als Dreifeldträger für Windzone 2 Binnenland bis Höhe 7m für normale Bemessung ohne TRAS320
0,7mm Nordblech 20/125 Alu als Ein- oder Zweifeldträger für Windzone 2 Binnenland bis Höhe 18m für normale Bemessung ohne TRAS320 und bis Höhe 10m mit Berücksichtigung der TRAS320
0,7mm Nordblech 20/125 Alu als Dreifeldträger für Windzone 2 Binnenland bis Höhe 25m für normale Bemessung ohne TRAS320 und mit Berücksichtigung der TRAS320
1,0mm Nordblech 20/125 Alu als Ein- oder Zweifeldträger für Windzone 4 Küste bis Höhe 18m für normale Bemessung ohne TRAS320 und bis Höhe 10m mit Berücksichtigung der TRAS320
1,0mm Nordblech 20/125 Alu als Dreifeldträger für Windzone 4 Küste bis Höhe 25m für normale Bemessung ohne TRAS320 und mit Berücksichtigung der TRAS320

5 Schrauben

Die Skt.-Bohrschraube V2A Ø 5,5x26 mit normalem Bohrkopf und 16 mm Dichtscheibe mit Neopreen (Nr. 5200161) sind gewählt.

Die Schraubenabstand in Umfangsrichtung ist jede zweite Tiefsicke bzw. b=250mm, die Schraubenanzahl ist n=5. Der Auflageabstand in vertikaler Richtung ist 1,25m. Siehe Abbildung 5.1 und Abbildung 5.2.

Die Nachweise der Schrauben werden für WZ2 Binnenland und WZ4 Küste nach [8] geführt.

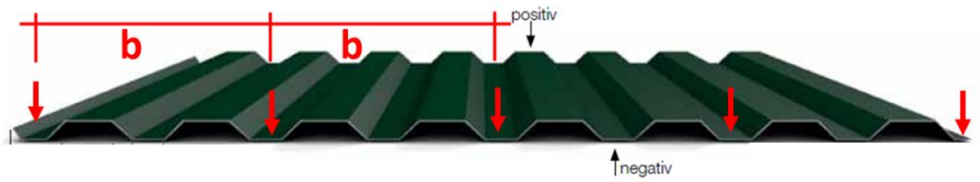


Abbildung 5.1: Trapezprofil mit Schraubenabstand

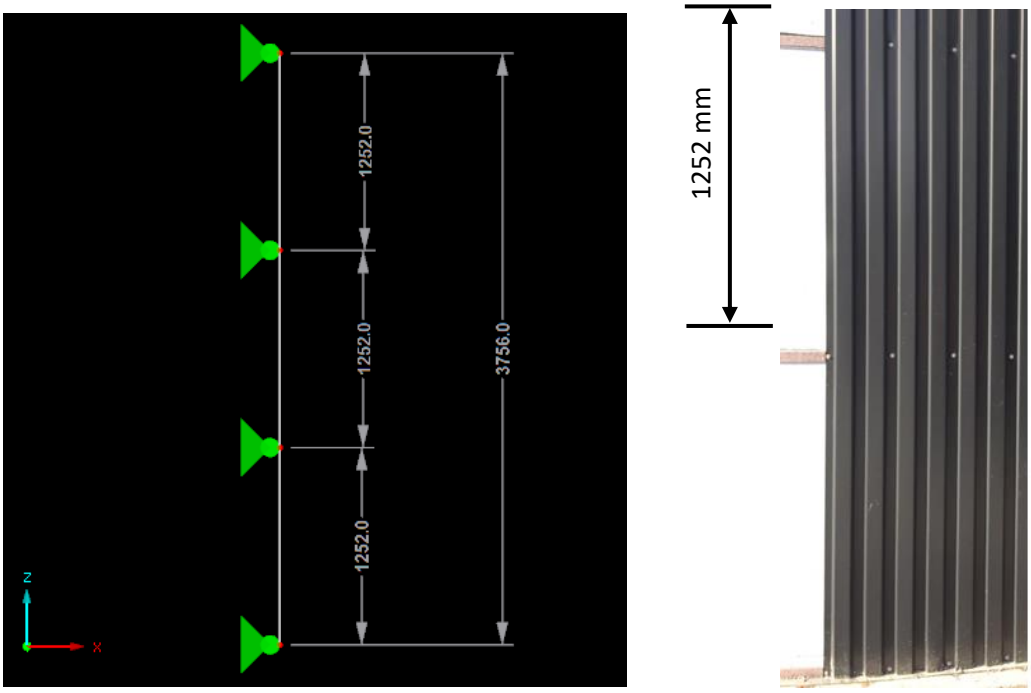


Abbildung 5.2: Trapezprofil in vertikaler Richtung

Die folgenden einfachen Lasten wurden betrachtet: [6]

Tabelle 5.1: Wind Geschwindigkeitsdrücke q_p [kN/m²] [6]

Geschwindigkeitsdrücke q_p [kN/m²]				
Windlastzone	Geländekategorie	<=10m	<=18m	<=25m
2	Binnenland	0,66	0,84	0,93
4	Küste	1,30	1,55	1,65

Tabelle 5.2: Bemessungswert Windsog $w_{s,d}$ [kN/m²] mit $c_{p0,min}$ = -1,5, γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1

Bemessungswerte [kN/m²]				
Windlastzone	Geländekategorie	<=10m	<=18m	<=25m
2	Binnenland	1,78	2,08	2,31
4	Küste	3,22	3,84	4,09

Für die Berechnung der Schraubenzugkräfte wird ein Dreifeldträger als Stabwerk modelliert. Die Auflagerkräfte dieser Berechnung werden als Zugkräfte im Schraubennachweis verwendet.

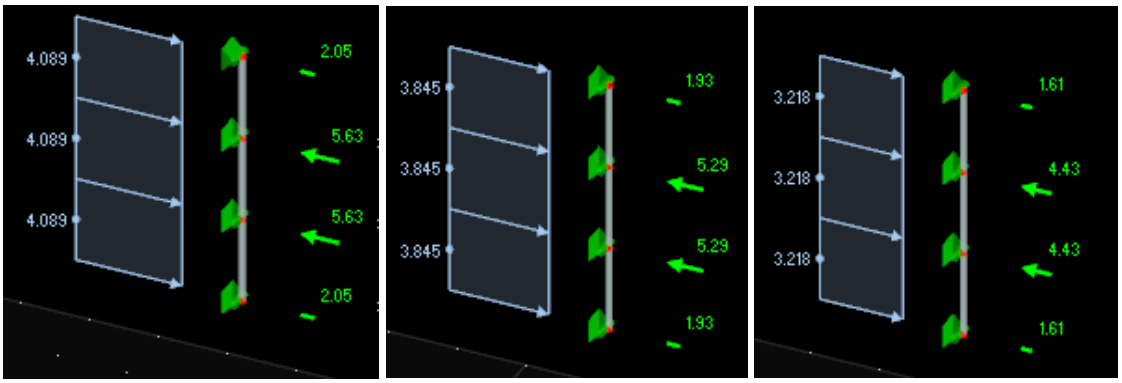


Abbildung 5.3: Auflagekraft $F_{E,d}$ für Schrauben in WZ4 Küste

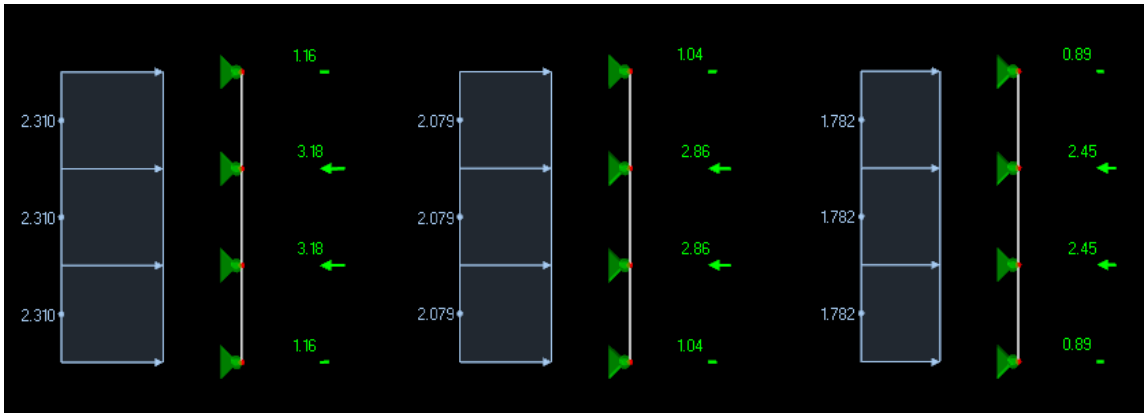


Abbildung 5.4: Auflagekraft $F_{E,d}$ für Schrauben in WZ2 Binnenland

- Anzahl der Schrauben pro Trapezblech in Umfangrichtung: **n=7**

Bemessungswert der Zugkraft pro Schraube:

$N_{E,d} = F_{E,d} / (n-1) = 5,63 / 6 = 0,94$ [kN]

$U = N_{E,d} / N_{R,d} = 0,94 / 1,20 = \underline{0,78 < 1,0}$

Tabelle 5.3: Schraubennachweis (n=7): Zugtragfähigkeit

Schraubennachweis: Zugtragfähigkeit				
Windlastzone	Geländekategorie	<=10m	<=18m	<=25m
4	**Küste**	0,61	0,73	0,78

6 Zwischenringsteife

Da die Trapezbleche an dem Außenflansch der Zwischenringsteife (ZRS) befestigt werden, werden für diese Spannungsnachweise geführt. Es überlagern sich globale Beanspruchung aus Umfangsrichtung aus den Schnittgrößen der ZRS und lokale Beanspruchung infolge der Zugkräfte der Schrauben, die in radialer Behälterrichtung Querspannungen und Biegung erzeugen. Diese Spannungen werden zu einem mehrachsigen Spanungszustand überlagert. Berücksichtigt wird WZ2 Binnenland und WZ4 Küste nach EC 1 [9] Die Schnittgrößen der Zwischenringsteife wurden in RFEM [2] mit einem Behältermodell berechnet, in dem die Mantelbleche aus Flächenelementen und die Rand- und Zwischenringsteifen mit Stabelementen abgebildet werden. Die Windlast wird gemäß Abbildung 3.2 aufgebracht, um die Schnittgrößen aus dem globalen Tragverhalten zu bestimmen. Die Bemessung wird an der Stelle des maximalen Windsogs, bei ca. 75° von der Winddruckrichtung, erstellt (siehe Abbildung 3.2).

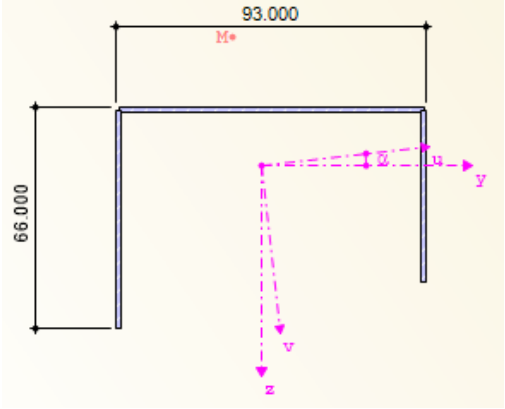


Abbildung 6.1: Zwischenringsteife t=1,5mm oder 2,0mm

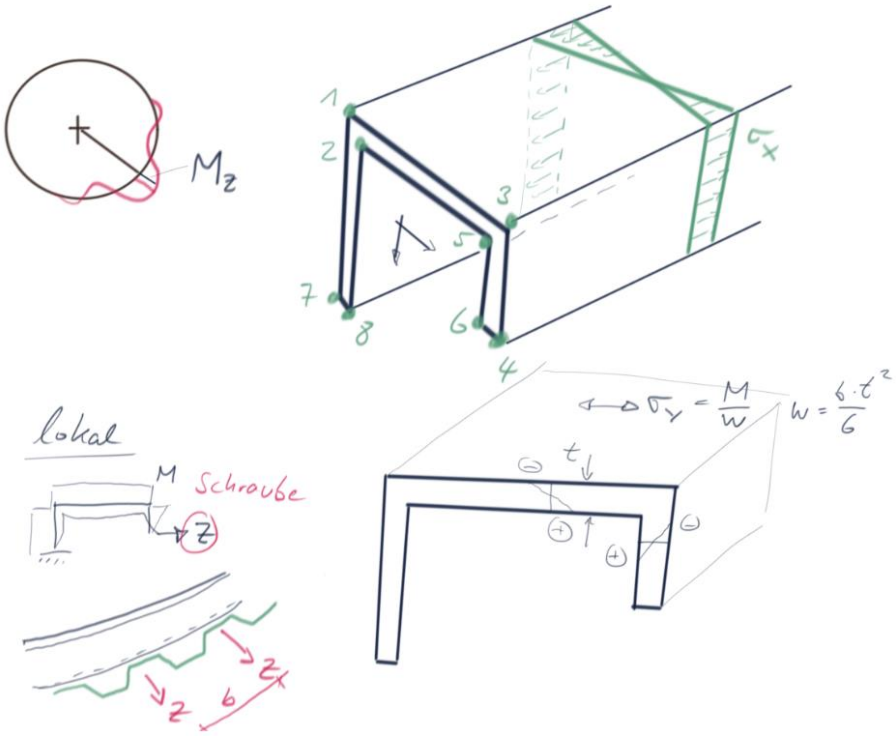
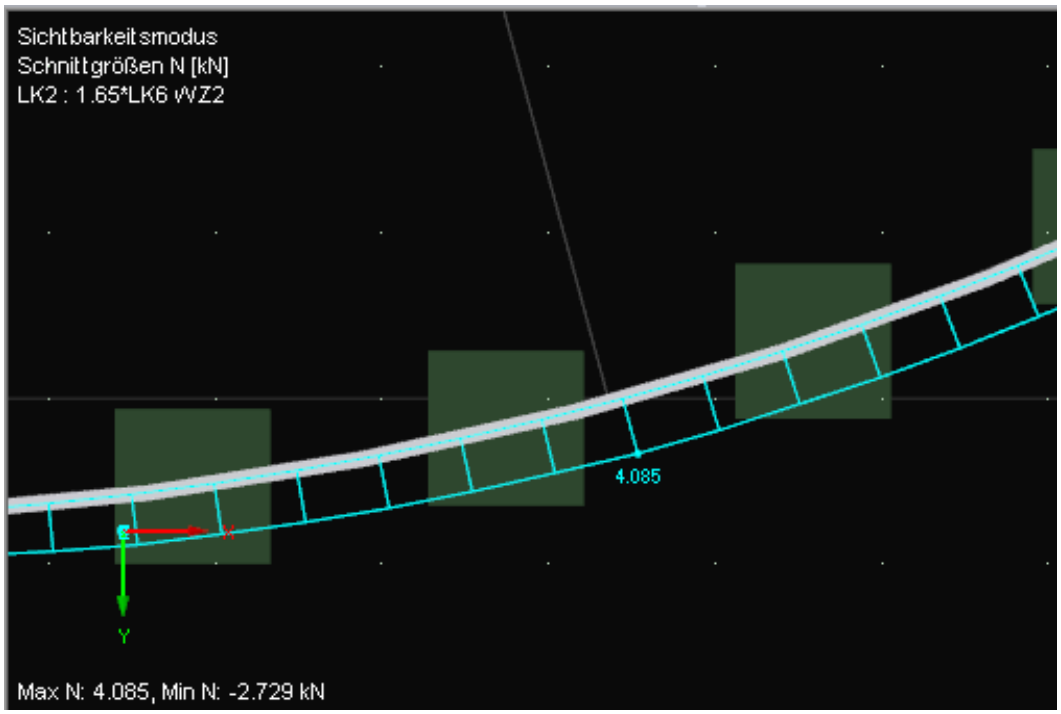


Abbildung 6.2: Lokale Spannung an Zwischenringsteife



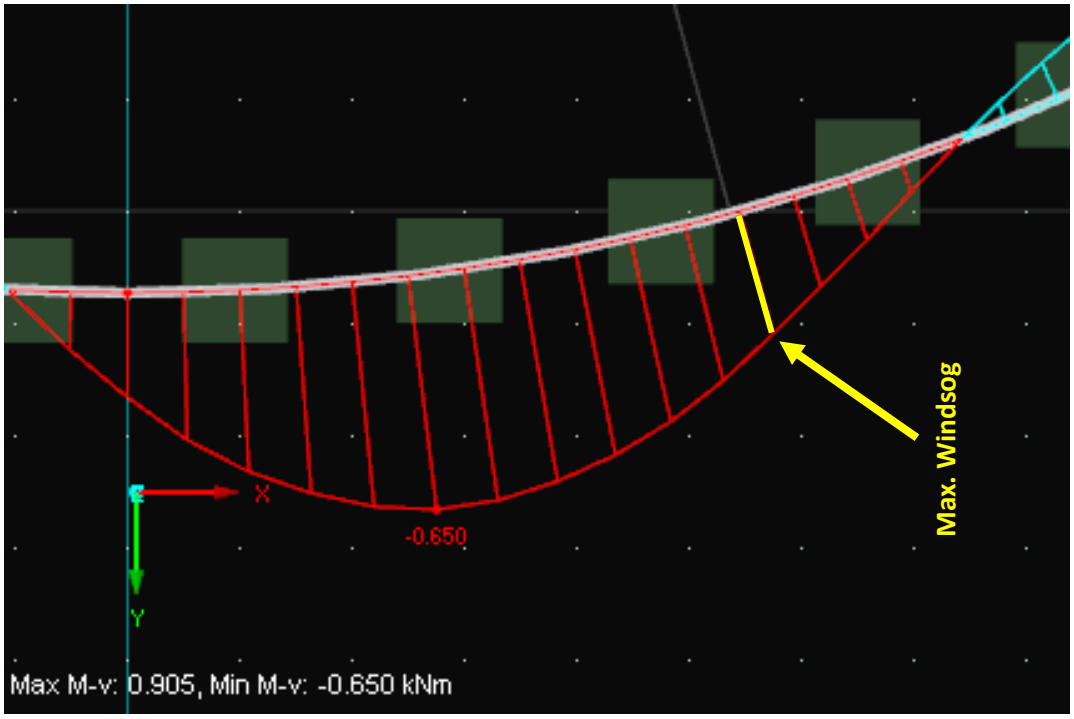


Abbildung 6.3: Schnittgrößen in ZRS (WZ2-25m): Normalkraft N und Moment M_v

- Anzahl der Schrauben pro Trapezblech in Umfangrichtung: **n=5**

Bemessungswert der Zugkraft pro Schraube:

$N_{E,d} = F_{E,d} / (n-1) = 3{,}18 / 4 = 0{,}795$ [kN] -> Zs: Bemessungswert der Zugkraft

Tabelle 6.1: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=1,5mm) – WZ2 Binnenland – 25m

Spannungsnachweis für Zwischenringsteife (lokal)			
Profil		**U93x66x52 (t=1.5mm)**	
Material S275	$f_{y,k}$	275	N/mm²
Stäbe Schnittgrößen	$N_{x,d}$	4085	N
Stäbe Schnittgrößen	$M_{v,d}$	650000	Nmm
Stäbe Schnittgrößen an Sog (75°)	$M_{v,d,75°}$	369828	Nmm
Querschnittswert			
Querschnittfläche	A_w	266	mm²
Hauptachsenträgheitsmoment	I_y	345630	mm⁴
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 1	$e_{1,y}$	43.41	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 2	$e_{2,y}$	41.91	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 3	$e_{3,y}$	49.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 4	$e_{4,y}$	49.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 5	$e_{5,y}$	48.09	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 6	$e_{6,y}$	48.09	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 7	$e_{7,y}$	43.41	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 8	$e_{8,y}$	41.91	mm
Spannung in Umfangrichtung X			
Umfang Spannung (Richtung x), 1	$\sigma_{x,d,1}$	-31.09	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 2	$\sigma_{x,d,2}$	-29.49	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 3	$\sigma_{x,d,3}$	68.42	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 4	$\sigma_{x,d,4}$	68.42	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 5	$\sigma_{x,d,5}$	66.81	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 6	$\sigma_{x,d,6}$	66.81	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 7	$\sigma_{x,d,7}$	-31.09	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 8	$\sigma_{x,d,8}$	-29.49	N/mm²
Radialspannung von lokalem Moment (Schraubkraft)			
Bemessungswert der Zugkraft pro Schraube	Z_S	795	N
Abstand zu dem Rand	e	20	mm
Lokaler Moment	M_{zs}	15900	Nmm
Querschnitt Breite (Schraubenabstand)	b	250	mm
Profil Dicke	t	1.5	mm
Widerstandsmoment	W	93.75	mm³
Radialspannung (y), 1	$\sigma_{y,d,1}$	-169.60	N/mm²
Radialspannung (y), 2	$\sigma_{y,d,2}$	169.60	N/mm²
Radialspannung (y), 3	$\sigma_{y,d,3}$	-169.60	N/mm²
Radialspannung (y), 5	$\sigma_{y,d,5}$	169.60	N/mm²

Tabelle 6.1: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=1,5mm) – WZ2 Binnenland – 25m (Fortsetzung)

Spannungsnachweis			
Vergleichsspannung	$\sigma_{v,Mises,1}$	156.39	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,2}$	186.10	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,3}$	212.25	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,5}$	147.98	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ	1.10	-
	$\sigma_{y,d}$	250.00	N/mm²
Nachweis	$\sigma_{v,Mises} / \sigma_{y,d}$	**0.85**	**NW erfüllt!**

Tabelle 6.2: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=2,0mm) – WZ4 Küste – 25m

Spannungsnachweis für Zwischenringsteife (lokal)			
Profil		**U93x66x52 (t=2,0mm)**	
Material S275	$f_{y,k}$	275	N/mm²
Stäbe Schnittgrößen	$N_{x,d}$	7475	N
Stäbe Schnittgrößen	$M_{v,d}$	1111000	Nmm
Stäbe Schnittgrößen an Sog (75°)	$M_{v,d,75°}$	624938	Nmm
Querschnittswert			
Querschnittfläche	A_w	376	mm²
Hauptachsenträgheitsmoment	I_y	494694	mm⁴
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 1	$e_{1,y}$	43.41	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 2	$e_{2,y}$	41.41	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 3	$e_{3,y}$	49.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 4	$e_{4,y}$	49.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 5	$e_{5,y}$	47.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 6	$e_{6,y}$	47.59	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 7	$e_{7,y}$	43.41	mm
Abstand zu dem Schwerpunkt von Stelle 8	$e_{8,y}$	41.41	mm

Tabelle 6.2: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=2,0mm) – WZ4 Küste – 25m (Fortsetzung)

Spannung in Umfangrichtung X			
Umfang Spannung (Richtung x), 1	$\sigma_{x,d,1}$	-34.96	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 2	$\sigma_{x,d,2}$	-32.43	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 3	$\sigma_{x,d,3}$	82.53	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 4	$\sigma_{x,d,4}$	82.53	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 5	$\sigma_{x,d,5}$	80.00	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 6	$\sigma_{x,d,6}$	80.00	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 7	$\sigma_{x,d,7}$	-34.96	N/mm²
Umfang Spannung (Richtung x), 8	$\sigma_{x,d,8}$	-32.43	N/mm²
Radialspannung von lokalem Moment (Schraubkraft)			
Bemessungswert der Zugkraft pro Schraube	Z_S	938	N
Abstand zu dem Rand	e	20	mm
Lokaler Moment	M_{zs}	18767	Nmm
Querschnitt Breite (Schraubenabstand)	b	167	mm
Profil Dicke	t	2.0	mm
Widerstandsmoment	W	111.11	mm^3
Radialspannung (y), 1	$\sigma_{y,d,1}$	-168.90	N/mm²
Radialspannung (y), 2	$\sigma_{y,d,2}$	168.90	N/mm²
Radialspannung (y), 3	$\sigma_{y,d,3}$	-168.90	N/mm²
Radialspannung (y), 5	$\sigma_{y,d,5}$	168.90	N/mm²
Spannungsnachweis			
Vergleichsspannung	$\sigma_{v,Mises,1}$	154.42	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,2}$	187.23	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,3}$	221.98	N/mm²
	$\sigma_{v,Mises,5}$	146.34	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert	γ	1.1	-
	$\sigma_{y,d}$	250.00	N/mm²
Nachweis	$\sigma_{v,Mises}$ / $\sigma_{y,d}$	**0.89**	**NW erfüllt!**

Tabelle 6.3: Zusammenfassung der Nachweise für ZRS

Spannungsnachweise für ZRS					
Windlastzone	Geländekategorie	t [mm]	<=10m	<=18m	<=25m
2	**Binnenland**	1,5	0,70	0,78	0,85
4	**Küste**	2,0	0,75	0,85	0,89

7 Zusammenfassung

In Tabelle 7.1 werden die Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 7.1: Zusammenfassung der Ergebnisse mit γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1

	Trapezbleche: Blechdicke		**γ_F = 1,50 K_{FL} = 1,1**		
Windlastzone	Geländekategorie	<=7m	<=10m	<=18m	<=25m
1	Binnenland	0,5mm(3T)	0,5mm(3T)	0,7mm(2T)	0,7mm(2T)
2	Binnenland	0,7mm(2T)	0,7mm(2T)	0,7mm(3T)	0,7mm(3T)
2	Küste	0,7mm(3T)	0,7mm(3T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)
3	Binnenland	0,7mm(3T)	0,7mm(3T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)
3	Küste	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)
4	Binnenland	0,7mm(3T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)
4	Küste	1,0mm(2T)	1,0mm(2T)	1,0mm(3T)	1,0mm(3T)
4	Inseln der Nordsee	1,0mm(3T)	1,0mm(3T)	-	-
	Schrauben: Anzahl			**V2Aϕ5.5**	
Windlastzone	Geländekategorie	**n [-]**	<=10m	<=18m	<=25m
2	**Binnenland**	**5 oder 7**	5	5	5
2	Küste		-	-	-
4	Binnenland		-	-	-
4	**Küste**		5	7	7
	Zwischenringsteife: Dicke			**U93x66x52**	
Windlastzone	Geländekategorie	**t [mm]**	<=10m	<=18m	<=25m
2	**Binnenland**	**1,5mm oder 2,0mm**	1,5	1,5	1,5
2	Küste		-	-	-
4	Binnenland		-	-	-
4	**Küste**		2,0	2,0	2,0

(2T): Ein- oder Zweifeldträger
(3T): Dreifeldträger

8 Literatur – Normen und Richtlinien

[1] DIN EN 1990:2021-10: Basis of structural design

[2] Dlubal Ingenieursoftware: FE-Software RFEM5 (2018)

[3] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

[4] TRAS320:2015-6: Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Wind sowie Schnee- und Eislasten

[5] Belastungstabelle:2015-5: Aluminium-Trapezprofil Nordblech 20-AL Belastungstalbellen nach DIN EN 1999-1-4 für andrückende Belastung

[6] Trapezblechverkleidung an Behältern und Hochfermentern für WZ4Küste bis H25m mit Kfi11 entsprechend TRAS320: 2021-10-07: Inputdaten von Stallkamp

[7] DIN EN 1993-1-4:2015-10: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels

[8] DIBt Z-14.1-4:2021-02: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung – Verbindungselemente zur Verbindung von Bauteilen im Metallleichtbau

[9] DIN EN 1993-1-4/NA:2020-11: National Annex – National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Ansicht eines Fermenters mit Trapezblech....3
Abbildung 3.1: Übersicht Lastsituation....4
Abbildung 3.2: Druckverteilung über einen zylindrischen Querschnitt....4
Abbildung 4.1: Trapezprofil Nordblech 20 – AL....6
Abbildung 5.1: Trapezprofil mit Schraubenabstand....8
Abbildung 5.2: Trapezprofil in vertikaler Richtung....8
Abbildung 5.3: Auflagekraft $F_{E,d}$ für Schrauben in WZ4 Küste....9
Abbildung 5.4: Auflagekraft $F_{E,d}$ für Schrauben in WZ2 Binnenland....9
Abbildung 6.1: Zwischenringsteife t=1,5mm oder 2,0mm....11
Abbildung 6.2: Lokale Spannung an Zwischenringsteife....11
Abbildung 6.3: Schnittgrößen in ZRS (WZ2-25m): Normalkraft N und Moment M_v....12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Geschwindigkeitsstaudrücke q_p [kN/m²]....4
Tabelle 3.2: Winddruck $w_{k,d}$ [kN/m²]....5
Tabelle 3.3: Windsog $w_{k,s}$ [kN/m²], $c_{p0,min}$ = -1,56....5
Tabelle 4.1: Zulässige Belastung einschließlich Sicherheitsbeiwert....6
Tabelle 4.2: Windlasten Bemessungswerte [kN/m²] mit γ_F=1,5....7
Tabelle 4.3: Windlasten Bemessungswerte [kN/m²] mit γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1....7
Tabelle 4.4: Anwendung der Trapezbleche 0,5mm, 0,7mm und 1,0mm....7
Tabelle 5.1: Wind Geschwindigkeitsdrücke q_p [kN/m²] [6]....9
Tabelle 5.2: Bemessungswert Windsog $w_{s,d}$ [kN/m²] mit $c_{p0,min}$ = -1,5, γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1....9
Tabelle 5.3: Schraubennachweis (n=7): Zugtragfähigkeit....10
Tabelle 6.1: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=1,5mm) – WZ2 Binnenland – 25m....13
Tabelle 6.2: Lokale Spannungsnachweis für ZRS (t=2,0mm) – WZ4 Küste – 25m....14
Tabelle 6.3: Zusammenfassung der Nachweise für ZRS....15
Tabelle 7.1: Zusammenfassung der Ergebnisse mit γ_F=1,5 und K_{FI}=1,1....16

Erich Stallkamp ESTA GmbH
In der Bahler Heide 4
Industriegebiet West
D-49413 Dinklage
Tel. +49(0)4443/9666-0 info@stallkamp.de
Fax +49(0)4443/9666-60 www.stallkamp.de

Statische Berechnungen

Anbauten Walkway, Brücke, Treppe und Arbeitsbühne
Für Hochfermenter Ø=23,801m H=22,497m
Windzone 2 Binnenland
Schneezone 2 Norddeutsche Tiefebene (NdTE)
Statiken:
ST-2206-AF_01_A_Walkway
ST-2206-AF_02_A_Brücke_Treppe_Arbeitsbühne_Abschlusspodest
ST-2206-AF_03_A_Zwischenpodest
ST-2206-AF_04_A_Zwischenringsteife
ST-2206-AF_05_A_FE_Modell_C-Profil

Aufsteller: **P.E.Concepts GmbH**
Kruppstr. 82
45145 Essen

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4a
49393 Lohne

Bauort: **An den Teichen 27**
49393 Lohne

Behälter Angebots-Nr.: 20021859

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 •info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde/ Customer
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ Project

Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest / Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform

Auftrag Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest	*Order* *Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform*
Arbeitspaket Statische Berechnung: Walkway	*Work package* *Structural calculation: Walkway*
Anlage Biogasbehälter	*Type* *Biogastank*
Standort Eiszone 2 Schneelastzone 2, sk= 0,85 kN/m² Windzone WZ4 (Küste), qb,0 = 0,56 kN/m² Berücksichtigung der TRAS320	*Site* *Icezone 2 Snowzone 2, sk= 0.85 kN/m²* *Windzone WZ4 (Coast), qb,0 = 0.56 kN/m²* *Consideration of TRAS320*
Dokument Klassifikation Kundenvertraulich	*Document classification* Customer confidential
Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)* ST-2206-AF_01 (A)	Datum (Rev.) / *Date (rev.)* 09.07.2024
Dieses Dokument umfasst insgesamt	*This document consists of*

61 Seiten *61 pages*

Inhalt / *Content Rev. A*	Elena Christina Rohweder Digital unterschrieben von Elena Christina Rohweder Datum: 2024.07.09 14:23:07 +02'00' Elena Rohweder	P. E. Concepts GmbH, Essen
Freigabe / *Release Rev. A*	Holger Lange Digital unterschrieben von Holger Lange Datum: 2024.07.09 16:52:01 +02'00' Holger Lange	P. E. Concepts GmbH, Essen

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version. / *Signatures valid for actual revision.*

Rev.	Datum *Date*	Seiten *Pages*	Änderungen *Modifications*
A	09.07.2024	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. *No.*	Firma *Company*	Inhalt *Content*	Dok.-Name / Rev. *Doc. name / rev.*	Datum *Date*
(Ref1)				
(Ref2)				

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 5
2 System 6
3 Lastannahmen 8
3.1 Eigengewicht 8
3.2 Schneelasten 9
3.3 Eislasten 9
3.4 Windlasten 11
3.5 Verkehrslasten 12
4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte 14
5 Walkway 15
5.1 Geometrie 15
5.2 FE-Modell 16
5.3 Lastfälle und Lastkombinationen 20
5.3.1 Eigengewicht 21
5.3.2 Eislasten 22
5.3.3 Schneelasten 23
5.3.4 Windlasten 24
5.3.5 Verkehrslasten 26
5.4 Nachweise 31
5.4.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise 31
5.4.2 Detailnachweise 36
5.4.2.1 Pos 2a 36
5.4.2.2 Pos 2b 37
5.4.2.3 Pos 3a 40
5.4.2.4 Pos 3b 40
5.4.2.5 Pos 3c 42
5.4.2.6 Pos 3d 44
5.4.2.7 Pos 4 44
5.4.2.8 Pos 5 47
5.4.2.9 Pos 6 49
5.4.2.10 Pos 7a 50
5.4.2.11 Pos 7b 51
5.4.2.12 Pos 7c 52
5.4.2.13 Pos 7d 53
5.4.2.14 Pos 8 54
6 Zusammenfassung 57
7 Literatur und Normen 58
Abbildungsverzeichnis 59
Tabellenverzeichnis 61

1 Einleitung

Introduction

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung verschiedener Laufsteg-konstruktionen, die als Zugang zum Behälter dienen.

Nachgewiesen wird eine Walkway-, eine Brücken- und eine Arbeitsbühnen-konstruktion.

Die Installation der Konstruktion wird für eine Höhe von bis zu 30m nachgewiesen.

Die Lastannahmen erfolgen nach DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [2] und, DIN EN ISO 14122-2 und TRAS320 [19].

Die Bemessung erfolgt nach Eurocode 3 [5].

This document contains the structural analysis of different walkway constructions which provide access to the tank.

A walkway, a bridge and a work-platform will be analyzed. Additionally, the transmission of support forces of bridge and walkway into the tank shell will be investigated.

The installation of the construction is proven for a height of up to 30m.

The load assumptions are made acc. to DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [2], DIN EN ISO 14122-2 and TRAS320 [19].

The structural analysis is made according to Eurocode 3 [5].

2 System

System

Eine Übersicht der Brücken-, Arbeitsbühnen- und Walkwaykonstruktion wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

An overall view of the bridge, work-platform and walkway construction is shown in Figure 2.1.

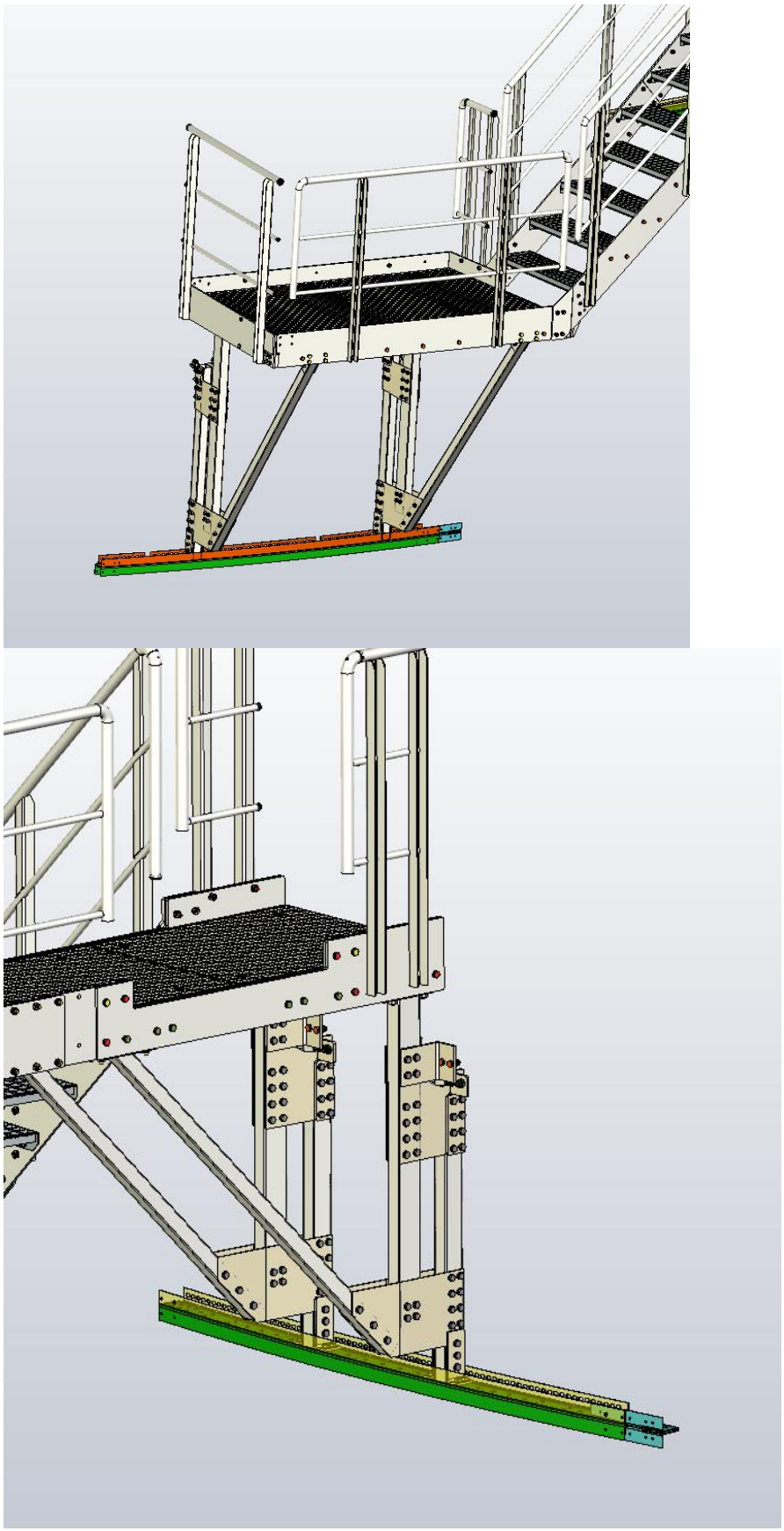


Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem
Figure 2.1: Overall system

3 Lastannahmen

Load Assumptions

3.1 Eigengewicht

Self-weight

Das Eigengewicht der Stahlkonstruktion wird mit einer Dichte von Stahl mit ρ = 7850 kg/m³ berücksichtigt.

The self-weight of the steel construction is considered with a density of ρ = 7850 kg/m³.

Das Eigengewicht des Geländers wird folgendermaßen berechnet:

The self-weight of the railing is calculated as followed:

Tabelle 3.1: Eigengewicht des Geländers auf Brücke
Table 3.1: Self-weight of railing on the bridge

Geländer Brücke	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8000	3.2	1	0.247
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	8	0.461
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8000	1.5	2	0.139
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.11**

Tabelle 3.2: Eigengewicht des Geländers auf Arbeitsbühne
Table 3.2: Self-weight of railing on the work-platform

Geländer Arbeitsbühne	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	2500	3.2	1	0.077
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	5	0.288
Knieschutz ⌀25x1,5	25	2500	1.5	2	0.043
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.16**

Tabelle 3.3: Eigengewicht des Geländers auf Walkway
Table 3.3: Self-weight of railing on the walkway

Geländer Walkway	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x2	42.4	8300	3.2	1	0.257
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	8	0.461
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8300	1.5	2	0.144
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.10**

3.2 Schneelasten

Snow Loads

Der Standort liegt in der Schneelastzone 2 und im norddeutschen Tiefland, sodass hier nach DIN EN 1991-1-3/NA die folgende Schneelast angesetzt werden kann (Die Schneelast wird nach TRAS320 um 10% erhöht):

The site is situated in snow zone 2 and in the North German Plain. Therefore, the following snow load is considered acc. to DIN EN 1991-1-3/NA (The snow loads are increase of 10% acc. to TRAS320):

$$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$$

3.3 Eislasten

Ice Loads

Die Eislasten werden nach DIN EN 1991-1-3/NA ermittelt. Die Eislasten werden nach TRAS320 um 10% erhöht.

The ice loads are determined according to DIN EN 1991-1-3/NA The snow loads are increase of 10% acc. to TRAS320.

Tabelle 3.4: Parameter für Berechnung der Eislasten
Table 3.4: Parameters for calculation of ice loads

Parameter/*Parameter*	**Wert/*Value***	**Einheit/*Unit***
Eiszone/*Ice zone*	2	[-]
Vereisungsklasse/*Icing class*	G2	[-]
Dicke Eisschicht/*Thickness of ice layer*	20	mm
Eisrohwichte/*Density of ice*	9.0	kN/m³
Charakteristische Eislast/ char. Ice Load	0,18	kN/m²

Tabelle 3.5: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Brücke
Table 3.5: Self-weight of ice on railing and side plate, bridge

Geländer Brücke	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8000	1	0.282
U-Profil 50x50x4	50	1224	8	0.539
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8000	2	0.407
Wange 205x8	205	8000	1	0.590
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.25**

Tabelle 3.6: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Arbeitsbühne
Table 3.6: Self-weight of ice on railing and side plate, work-platform

Geländer Arbeitsbühne	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	2500	1	0.088
U-Profil 50x50x4	50	1224	5	0.337
Knieschutz ⌀25x1,5	25	2500	2	0.127
Wange 205x8	205	2500	1	0.185
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.32**

Tabelle 3.7: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Walkway
Table 3.7: Self-weight of ice on railing and side plate, walkway

Geländer Walkway	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8300	1	0.293
U-Profil 50x50x4	50	1224	8	0.539
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8300	2	0.422
Wange 205x8	205	8300	1	0.613
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.25**

3.4 Windlasten

Wind Loads

Die auf die Konstruktion einwirkenden Windlasten werden nach DIN EN 1991-1-4 [2] unter Berücksichtigung des nationalen Anhangs für Deutschland berechnet. Bei der Windzone handelt es sich um WZ4 (küstennahe Gebiete). Die Windlasten werden nach TRAS320 um 10% erhöht.

The wind loads acting on the construction are calculated according to DIN EN 1991-1-4 [2] and in consideration of the national annex for Germany. The wind zone is WZ4 (coastal areas). The wind loads are increase of 10% acc. to TRAS320.

Der Geschwindigkeitsdruck q_p wird nach NA.B.5 aus ermittelt.

The velocity pressure q_p is calculated acc. to NA.B.5,.

Windzone	$v_{b,0}$	$q_{b,0}$
WZ 1	22,5 m/s	0,32 kN/m²
WZ 2	25,0 m/s	0,39 kN/m²
WZ 3	27,5 m/s	0,47 kN/m²
WZ 4	30,0 m/s	0,56 kN/m²

Bild NA.A.1 — Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

$$q_p(z) = 2{,}3 \times q_b \left(\frac{z}{10}\right)^{0{,}27} \quad \text{für} \quad 4\,\text{m} < z \leq 50\,\text{m} \qquad \text{(NA.B.5)}$$

Abbildung 3.1: Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke
Figure 3.1: Velocity pressures for buildings

Die Ermittlung der Kraftbeiwerte erfolgt nach [2], 7.6 für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt.

The force coefficients are determined according to [2], 7.6 for structural elements with rectangular sections.

Tabelle 3.8: Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 [2]
Table 3.8: Wind loads acc. to DIN EN 1991-1-4 [2]

Abschnitt	z [m]	L [m]	b [m]	d [m]	A_{ref} [m²]	d/b [-]	$c_{f,0}$ [-]	λ [-]	φ [-]	ψ_λ [-]	c_f [-]	$q_p(z)$ [kN/m²]	$c_s c_d$ [-]	F_w [kN]	TRAS [-]	w_k [kN/m²]
Brücke	11.443	8.00	1.429	0.90	11.432	0.630	2.369	11.197	0.251	0.720	1.706	1.906	1	9.33	1.10	**3.58**
Arbeitsbühne Abhängung	11.443	0.10	2.750	0.10	0.275	0.036	2.000	0.073	0.251	0.600	1.200	1.906	1	0.63	1.10	**2.52**
Arbeitsbühne	8.873	0.98	1.429	0.90	1.400	0.630	2.369	1.372	0.251	0.600	1.421	1.906	1	0.95	1.10	**2.98**
Walkway	13.591	8.30	1.429	0.90	11.861	0.630	2.369	11.617	0.262	0.720	1.706	1.906	1	10.09	1.10	**3.58**

Zusätzlich werden Windlasten mit einem Eisansatz ermittelt:

Additionally, wind loads with ice build-up are calculated:

Tabelle 3.9: Windlasten mit Eisansatz nach DIN EN 1991-1-4 [2] und DIN EN 1991-1-3/NA

Table 3.9: Wind loads with ice build-up acc. to DIN EN 1991-1-4 [2] and DIN EN 1991-1-3/NA

Abschnitt	z [m]	L [m]	b [m]	d [m]	A_{ref} [m²]	d/b [-]	$c_{f,0}$ [-]	λ [-]	φ [-]	ψ_λ [-]	c_f [-]	$q_p(z)$ [kN/m²]	$c_s c_d$ [-]	F_w [kN]	TRAS [-]	w_k [kN/m²]
Brücke	**11.503**	**8.04**	**1.469**	**0.94**	11.811	0.640	2.374	10.946	**0.388**	**0.720**	1.709	**1.906**	1	14.94	1.10	**3.58**
Arbeitsbühne Abhängung	**11.503**	**0.14**	**2.768**	**0.12**	0.388	0.043	2.000	0.101	**0.388**	**0.600**	1.200	**1.906**	1	0.89	1.10	**2.52**
Arbeitsbühne	**8.933**	**1.02**	**1.449**	**0.92**	1.478	0.635	2.371	1.408	**0.388**	**0.600**	1.423	**1.906**	1	1.56	1.10	**2.98**
Walkway	**13.651**	**8.34**	**1.429**	**0.90**	11.920	0.630	2.369	11.671	**0.397**	**0.720**	1.706	**1.906**	1	15.40	1.10	**3.58**

3.5 Verkehrslasten

Traffic Loads

Folgende Verkehrslasten werden bei der Berechnung berücksichtigt:

The following traffic loads are considered for the calculation:

Tabelle 3.10: Übersicht Verkehrslasten
Table 3.10: Overview traffic loads

Verkehrslasten/*Traffic loads*	**Wert/*Value***	**Norm/*Standard***	**Kommentar/*Comment***
Flächenlast/*surface load*, q_k	2.0 kN/m²	-	
Konzentrierte Einzellast/*concentrated point load*, Q_k	1.5 kN	DIN EN ISO 14122-2	auf einer Fläche von/*over an area of* 200mm x 200mm

4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte

Material and Safety Factors

Tabelle 4.1: Streckgrenze nach DIN EN 10025-2 [3]
Table 4.1: Yield strength acc. to DIN EN 10025-2 [3]

Blechdicke/ *Plate thickness* t [mm]	**f_{yk} [N/mm²] S235**	**f_{yk} [N/mm²] S355**
t ≤ 16	235	355
16 < t ≤ 40	225	345
40 < t ≤ 63	215	335
63 < t ≤ 80	215	325
80 < t ≤ 100	215	315
100 < t ≤ 150	195	295
150 < t ≤ 200	185	285
200 < t ≤ 250	175	275

Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Material
Table 4.2: Safety factors for material

Nachweis/ *Evidence*	**γ_M**	**Norm/ *Standard***
Spannung/ *pressure*	1.00	DIN EN 1993-1-1
Stabilität/ *stability*	1.10	DIN EN 1993-1-1
Verbindungen/ *connections*	1.25	DIN EN 1993-1-8

Tabelle 4.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten
Table 4.3: Safety factors for loads

Einwirkung / Impact	**Symbol/ *Symbol***	**Bemessungssituation/ *Design situation***	
		P/T	**A**
Ständig/ *permanent*	$\gamma_{G,ungünstig}$	1.35	1.00
	$\gamma_{G,günstig}$	1.00	1.00
Veränderlich/ *variable*	$\gamma_{Q,ungünstig}$	1.50	1.00
	$\gamma_{Q,günstig}$	-	-
	C_{esl}	-	2.3

Tabelle 4.4: Kombinationsbeiwerte
Table 4.4: Combinations factors

Einwirkung/ *Impact*	**Kombinationsbeiwerte/ *Combination factor***		
	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Schnee/ *snow*	0.5	0.2	0
Wind/ *wind*	0.6	0.2	0

5 Walkway

Walkway

5.1 Geometrie

1.1 Geometry

Der Walkway lagert auf dem Edelstahldach eines Behälters auf. Der Behälterdurchmesser wird mit 23.801m berücksichtigt. Bei den Sparren des Daches werden IPE 240 – Profile angenommen.

The walkway rests on the stainless-steel roof of a tank. The diameter of the tank is considered with 23.801m. The beams of the roof are assumed to be IPE 240 profiles.

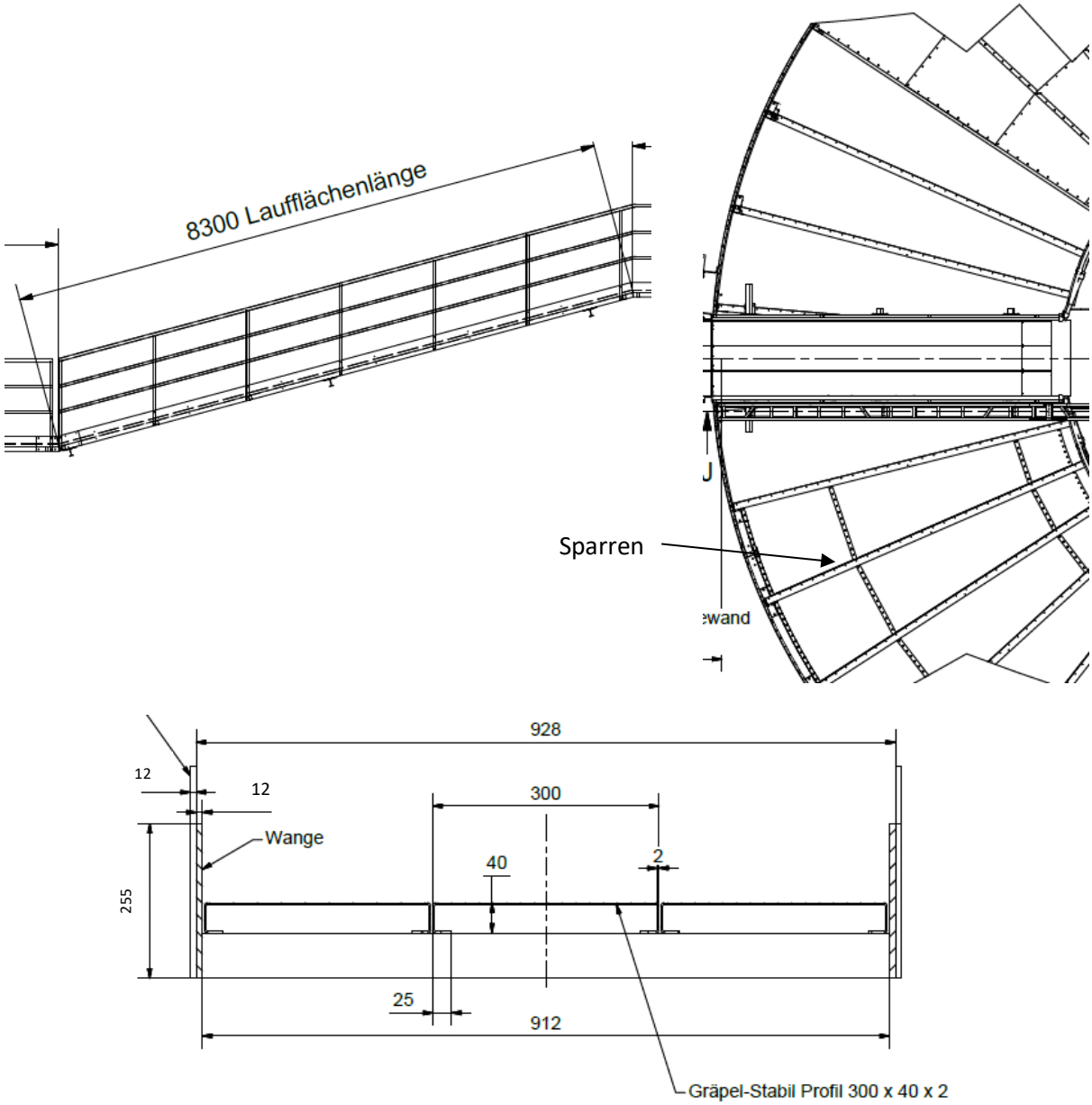


Abbildung 5.1: Geometrie des Walkways,
Figure 5.1: Geometry of walkway

5.2 FE-Modell

FE-model

Der Walkway wird in RFEM als Stabmodell erstellt. Die Modellierung der Lauffläche erfolgt analog zur Brücke. Zusätzlich wird die Auflagerung des Walkways auf den Sparren des Behälterdaches modelliert. Die Sparren selbst werden jedoch nicht nachgewiesen. Im Nachfolgenden sind das FE-Modell, die verwendeten Flächen und Querschnitte dargestellt.

The walkway is created as a beam model in RFEM. Its modeling is carried out analogous to the bridge. Additionally, the support structure of the walkway on the beams of the tank roof is also considered in RFEM. The beams are not a part of the structural analysis. The FE-model, the surface elements and cross-sections are shown in the following figures.

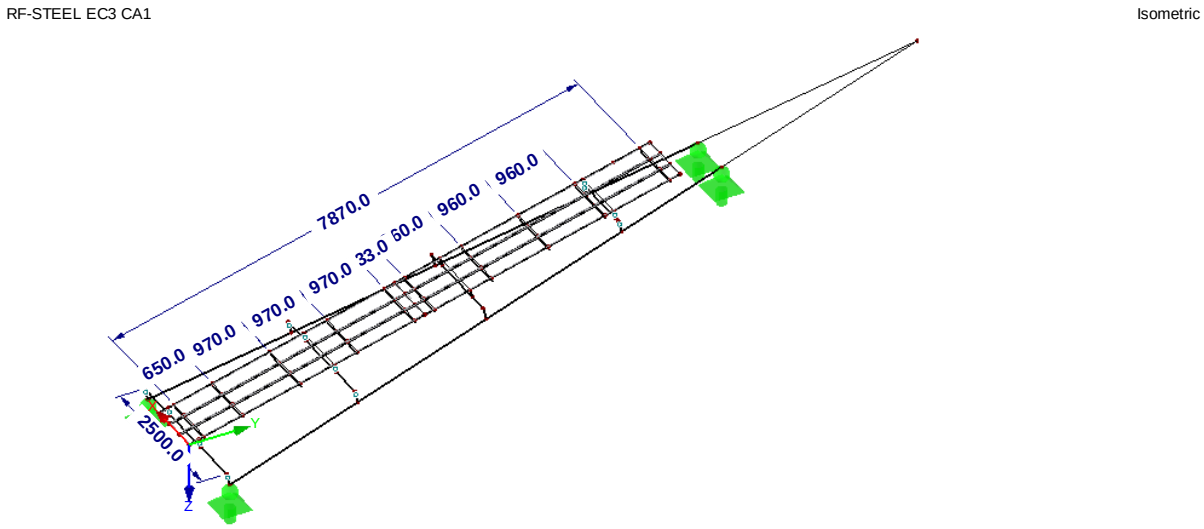


Abbildung 5.2: FE-Modell des Walkways
Figure 5.2: FE-model of walkway

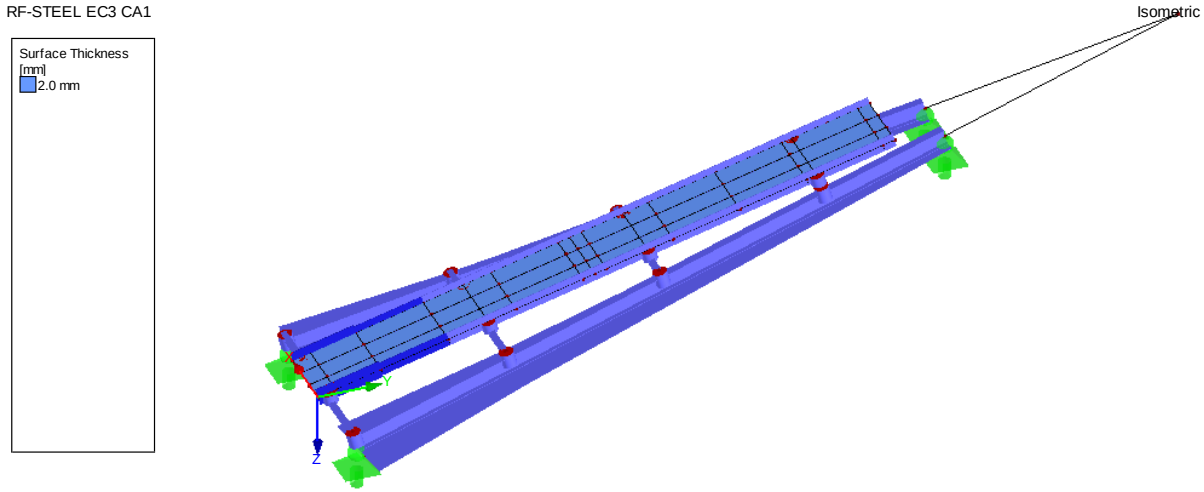


Abbildung 5.3: Flächen im FE-Modell des Walkways
Figure 5.3: Surfaces used in FE-modell of walkway

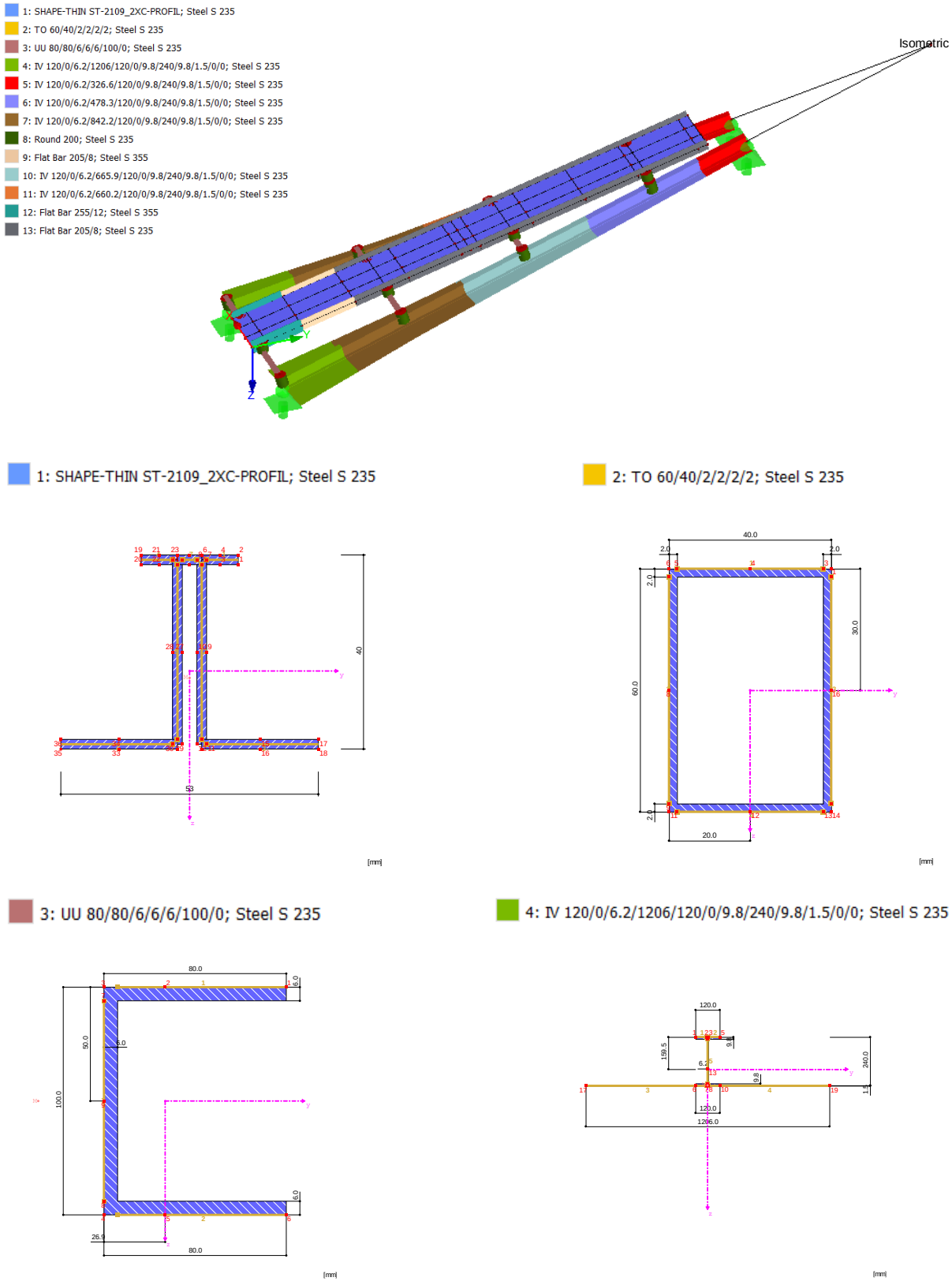
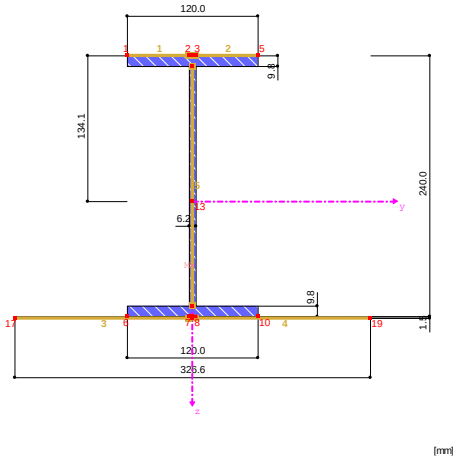


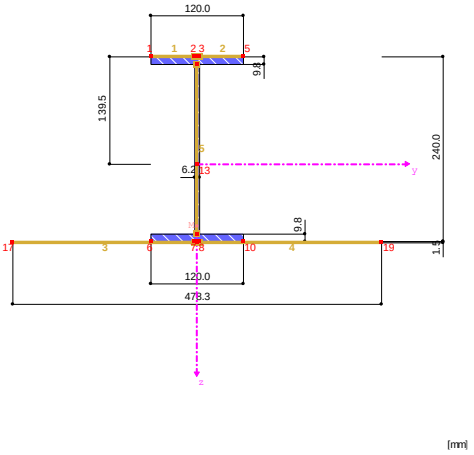
Abbildung 5.4: Verwendete Querschnitte im FE-Modell des Walkways

Figure 5.4: Cross-sections used in FE-model of walkway

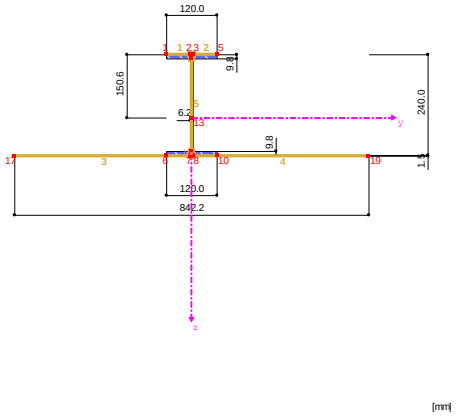
5: IV 120/0/6.2/326.6/120/0/9.8/240/9.8/1.5/0/0; Steel S 235



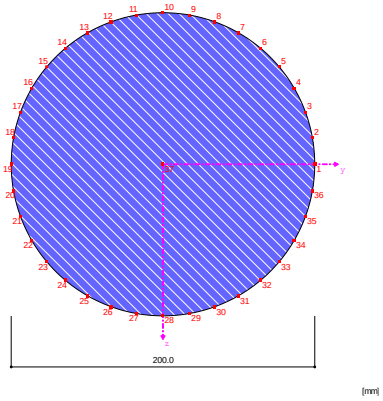
6: IV 120/0/6.2/478.3/120/0/9.8/240/9.8/1.5/0/0; Steel S 235



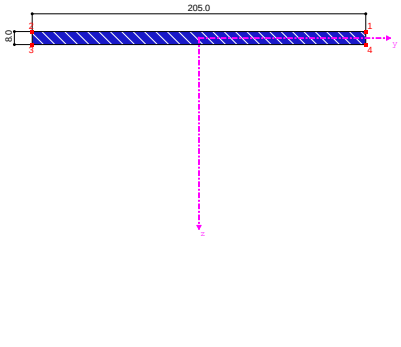
7: IV 120/0/6.2/842.2/120/0/9.8/240/9.8/1.5/0/0; Steel S 235



8: Round 200; Steel S 235



9: Flat Bar 205/8; Steel S 355



10: IV 120/0/6.2/665.9/120/0/9.8/240/9.8/1.5/0/0; Steel S 235

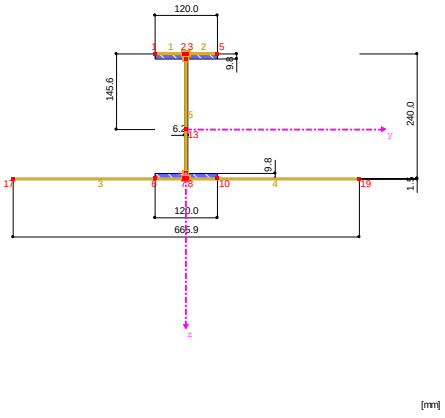


Abbildung 5.4: Verwendete Querschnitte im FE-Modell des Walkways (Fortsetzung)
Figure 5.4: Cross-sections used in FE-model of walkway (continued)

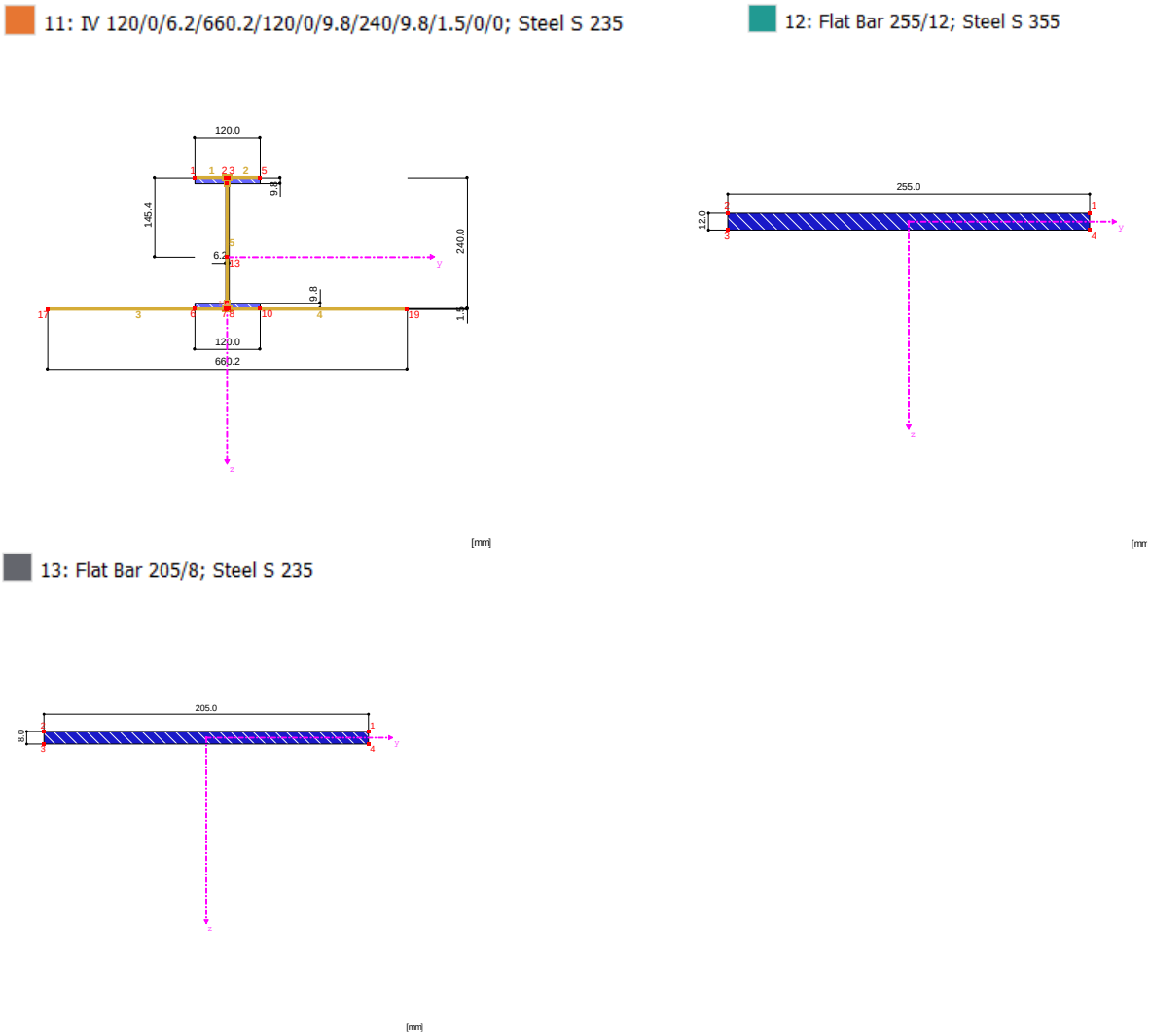


Abbildung 5.4: Verwendete Querschnitte im FE-Modell des Walkways (Fortsetzung)
Figure 5.4: Cross-sections used in FE-model of walkway (continued)

5.3 Lastfälle und Lastkombinationen

1.2 Load Cases and Load Combinations

Die im FE-Modell verwendeten Lastfälle und Lastkombinationen werden in Tabelle 5.1 und Tabelle 5.2 aufgeführt.

The load cases and load combinations used in the FE-model are shown in Table 5.1 and Table 5.2:

Tabelle 5.1: Übersicht Lastfälle (Walkway)
Table 5.1: Overview load cases (walkway)

Last-fall	Lastfall-Beschreibung	Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständige Lasten	+	0.000	0.000	1.000
LF2	Eislasten	Andere	-	0.000	0.000	1.000
LF3	Schneelasten	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	-	0.000	0.000	1.000
LF4	Wind	Wind	-	0.000	0.000	1.000
LF5	Wind mit Eisansatz	Wind	-	0.000	0.000	1.000
LF6	Verkehrslast qk	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF7	Verkehrslast qk auf Brücke	Verkehrslasten		0.000	0.000	1.000
LF8	Verkehrslast Qk Pos.1	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF9	Verkehrslast Qk Pos.2	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF10	Verkehrslast Qk Pos.3	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF11	Verkehrslast Qk Pos.4	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF12	Verkehrslast Qk Pos.5	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF13	Verkehrslast Qk Pos.6	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000

Tabelle 5.2: Übersicht Lastkombinationen (Walkway)
Table 5.2: Overview load combinations (walkway)

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF4
EK2	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF2 + 0.9*LF5
EK3	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF3 + 0.9*LF4
EK4	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 0.75*LF3 + 1.5*LF4
EK5	GZT (STR/GEO) - Außergewöhnlich - Schnee	LF1/s + 2.3*LF3
EK6	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF6 oder LF7
EK7	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF8 oder bis LF13
EK8	GZT (STR/GEO)	EK1 oder bis EK7

5.3.1 Eigengewicht

6.3.1 Self-weight

Das Eigengewicht der Stahlkonstruktion wird programmintern berücksichtigt.
Die Auflagerreaktionen der Brücke werden an der Koppelstelle zum Walkway berücksichtigt. Zusätzlich wird das Eigengewicht des Geländers als Streckenlast auf die Wangen aufgegeben:

The self-weight of the construction is considered internally in the program.
The support forces of the bridge are considered at the connection to the walkway. Additionally, the self-weight of the railing is applied as a line load on the side plates:

$$g_{k,railing} = 0.10 \text{ kN/m}$$

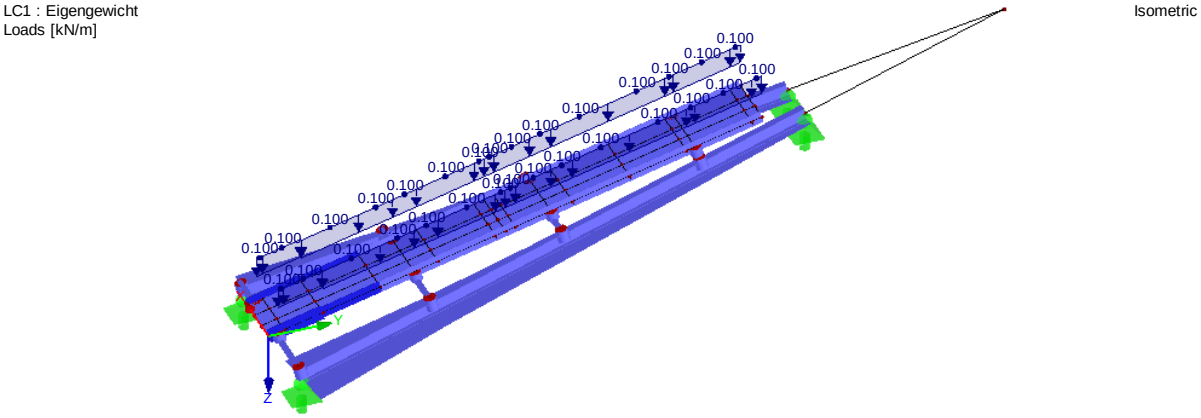


Abbildung 5.5: LF1: Eigengewicht (Walkway)
Figure 5.5: LC1: Self-weight (walkway)

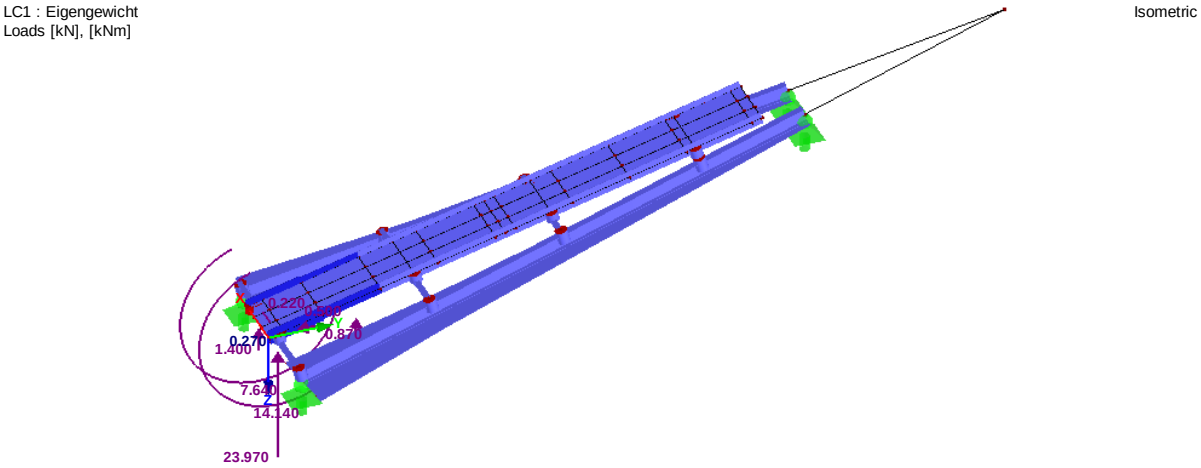


Abbildung 5.6: LF1: Eigengewicht (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.6: LC1: Self-weight (support forces from bridge)

5.3.2 Eislasten

6.3.2 Ice loads

Das Eigengewicht des Eis wird wie folgt im FE-Modell berücksichtigt:

The self-weight of ice is considered as followed:

- Eis auf Geländer und Wange (vgl. Kapitel 3.2)/*Ice on railing and side plate (see chapter 0):*
  $g_{k,ice} = 0.25 kN/m$
- Eis auf Verkehrsflächen/*Ice on traffic surfaces*:
  $g_{k,ice} = 2 \cdot 0.02m \cdot 9.0kN/m^3 \cdot 1.1 = 0.396kN/m^2$

Die Auflagerreaktionen der Brücke werden an der Koppelstelle zum Walkway berücksichtigt.

The support forces of the bridge are considered at the connection to the walkway.

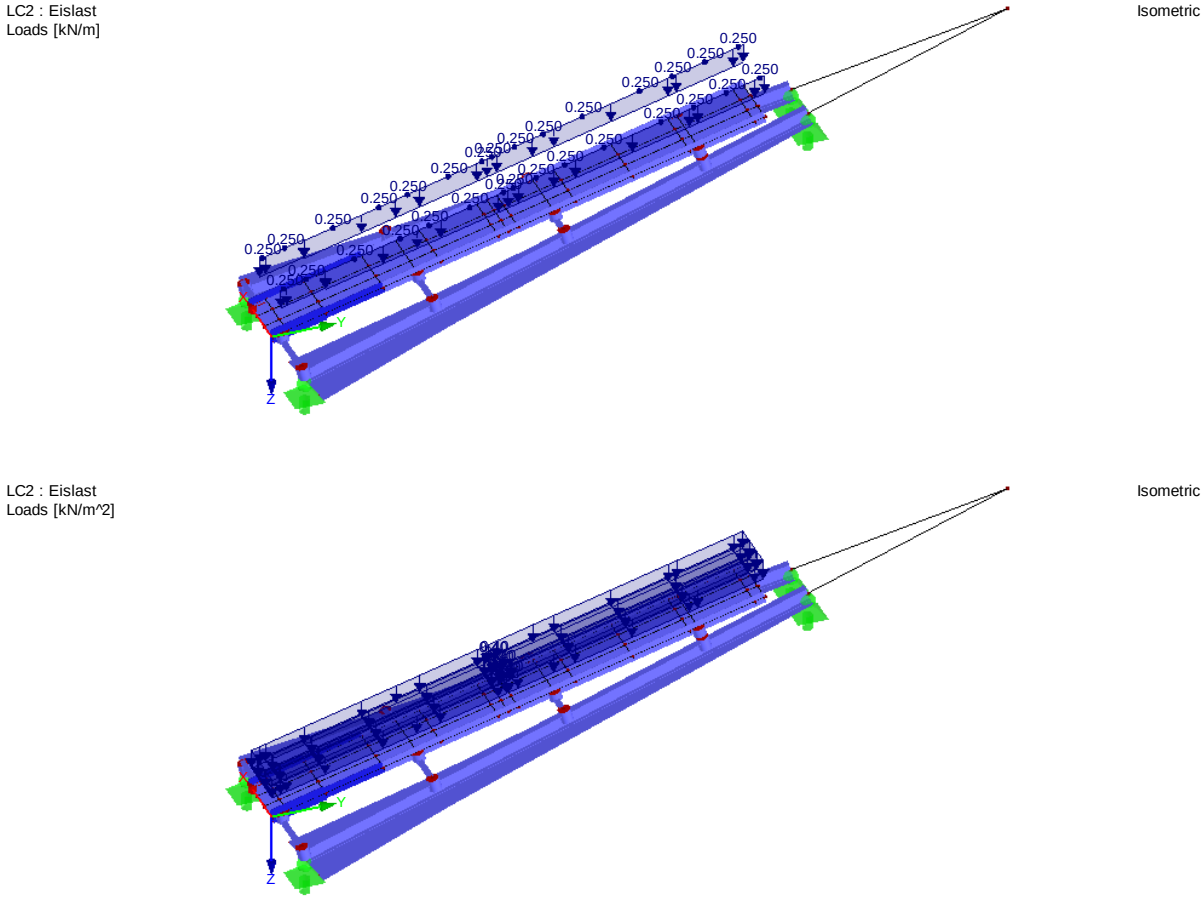


Abbildung 5.7: LF2: Eislast (Walkway)
Figure 5.7: LC2: Ice load (walkway)

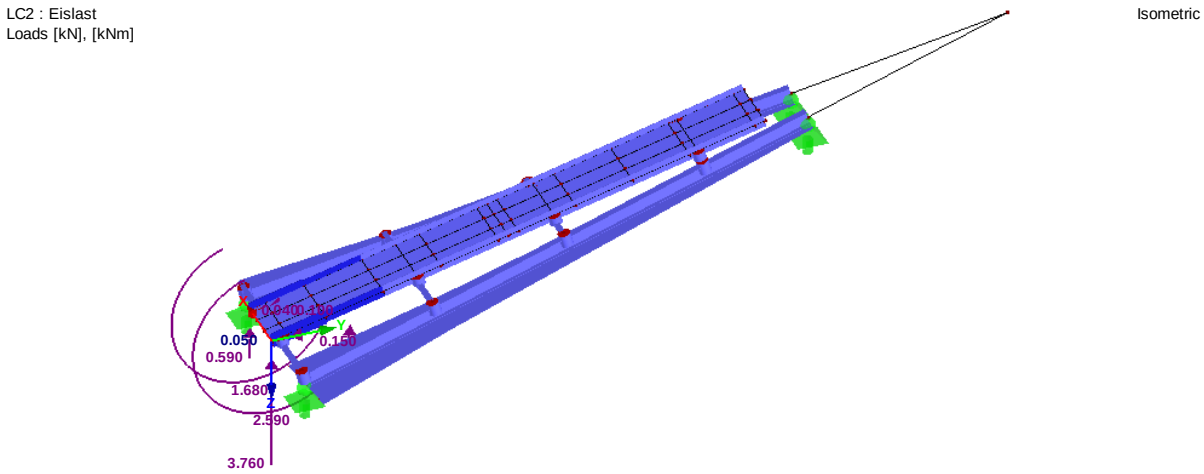


Abbildung 5.8: LF2: Eislast (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.8: LC2: Ice load (support forces from bridge)

5.3.3 Schneelasten

6.3.3 Snow loads

Die Schneelasten werden als Flächenlast aufgegeben:

The snow loads are applied as surface load:

$$s_k = 0.935 kN/m^2$$

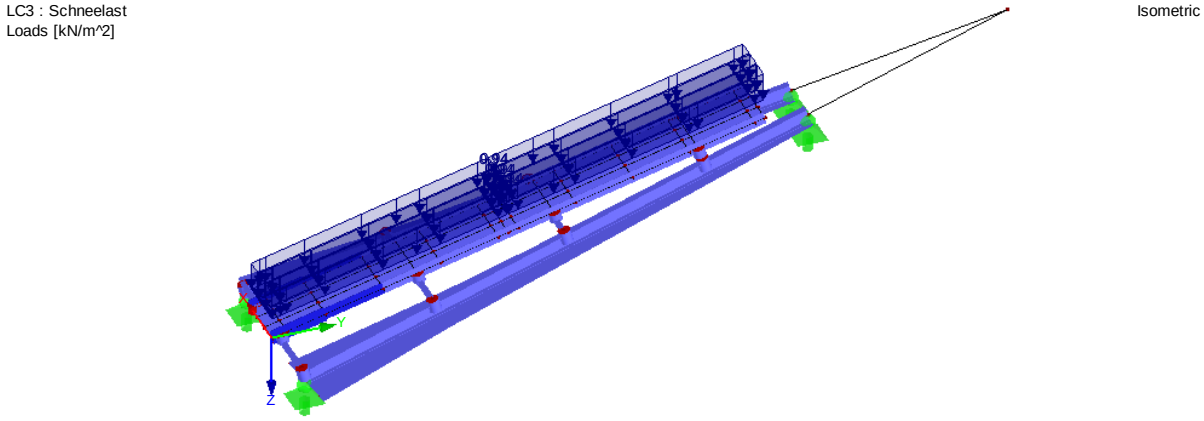


Abbildung 5.9: LF3: Schneelast (Walkway)
Figure 5.9: LC3: Snow load (walkway)

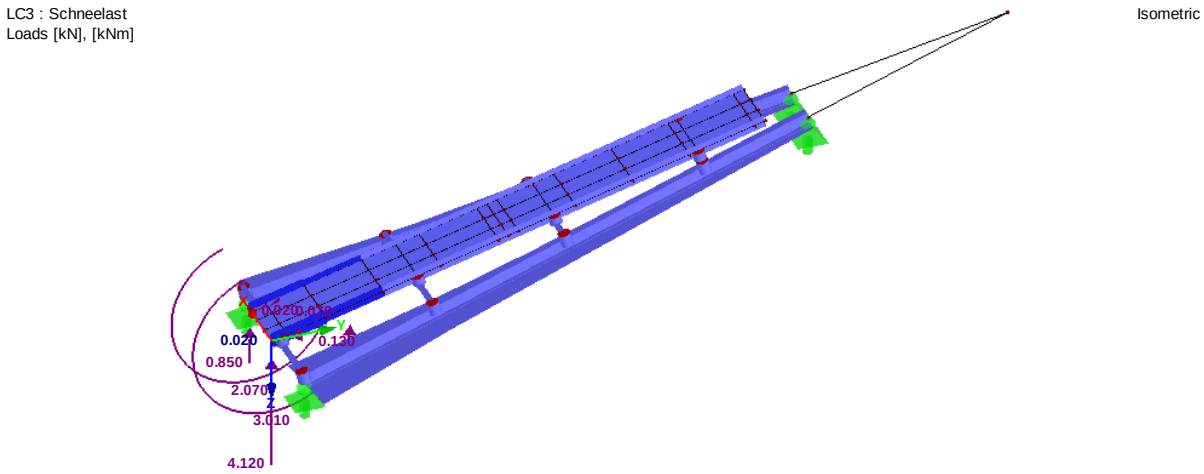


Abbildung 5.10: LF3: Schneelast (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.10: LC3: Snow load (support forces from bridge)

5.3.4 Windlasten

6.3.4 Wind loads

Die Windlast wird wie folgt berücksichtigt: *The wind load is considered as followed:*

$$w_k = 3.25\ kN/m^2 \cdot 0.205m = 0.67\ kN/m$$

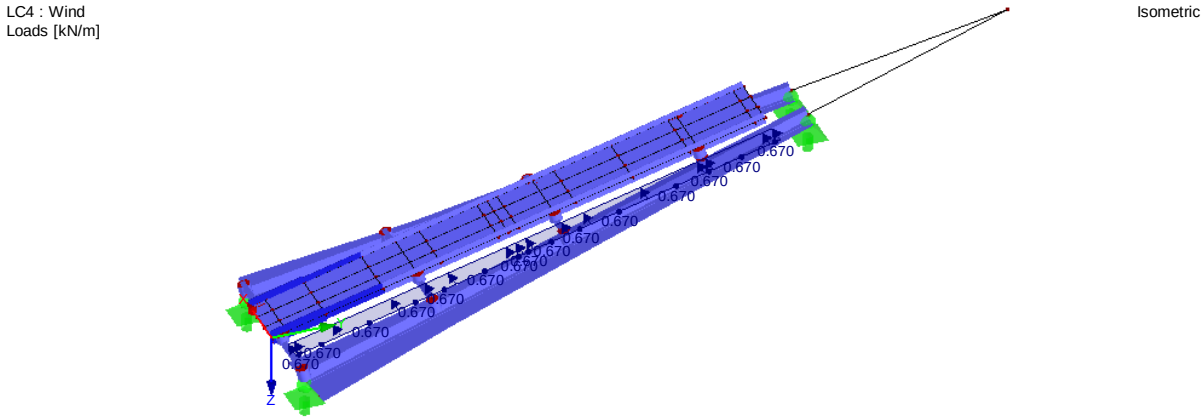


Abbildung 5.11: LF4: Windlast (Walkway)
Figure 5.11: LC4: Wind load (walkway)

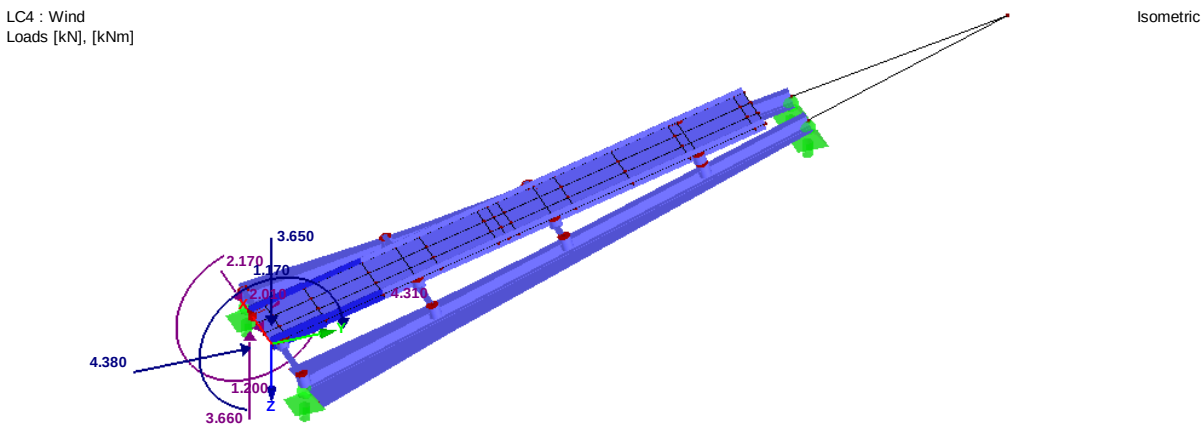


Abbildung 5.12: LF4: Windlast (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.12: LC4: Wind load (support forces from bridge)

Wind mit Eisansatz: *Wind with ice-build-up:*

$$w_k = 3.25\ kN/m^2 \cdot 0.205m = 0.67kN/m$$

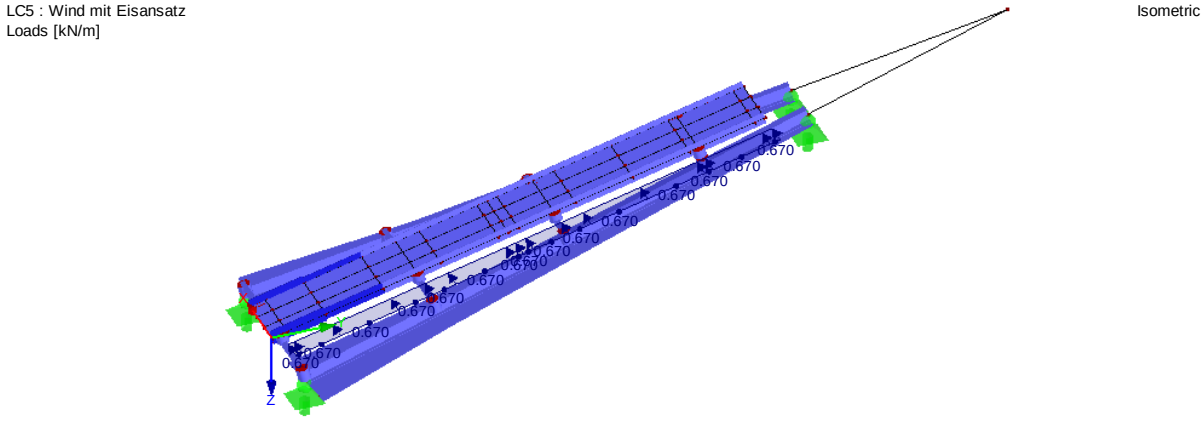


Abbildung 5.13: LF5: Wind mit Eisansatz (Walkway)
Figure 5.13: LC5: Wind with ice build-up (walkway)

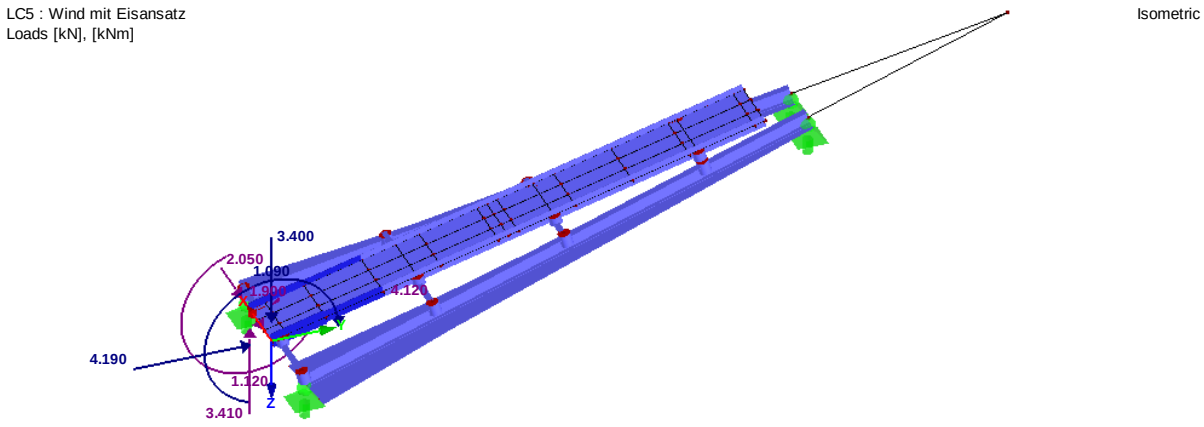


Abbildung 5.14: LF5: Wind mit Eisansatz (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.14: LC5: Wind with ice build-up (support forces from bridge)

5.3.5 Verkehrslasten

6.3.5 Traffic loads

Es wird eine gleichmäßig verteilte Flächenlast angesetzt: *An evenly spread surface load is applied:*

$$q_k = 2.0 kN/m^2$$

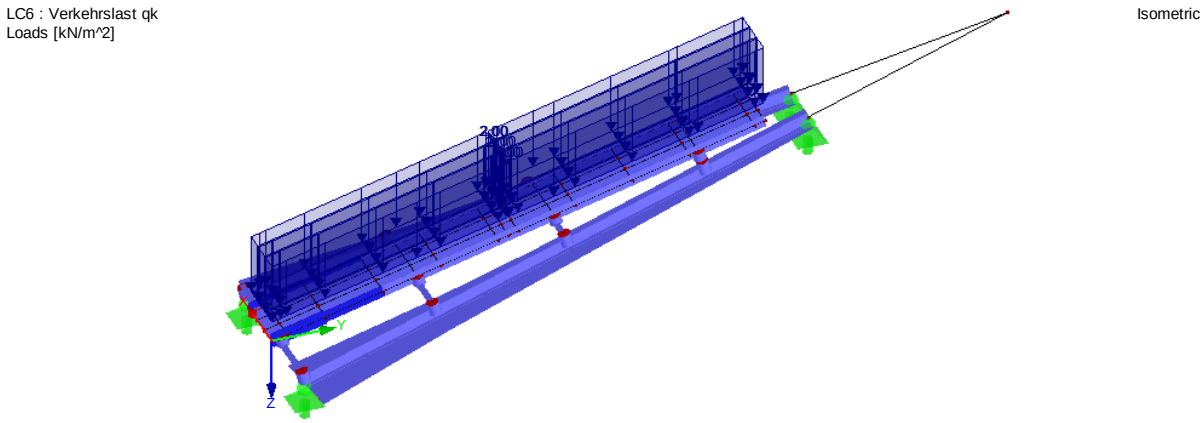


Abbildung 5.15: LF6: Verkehrslast qk (Walkway)
Figure 5.15: LC6: Traffic load qk (walkway)

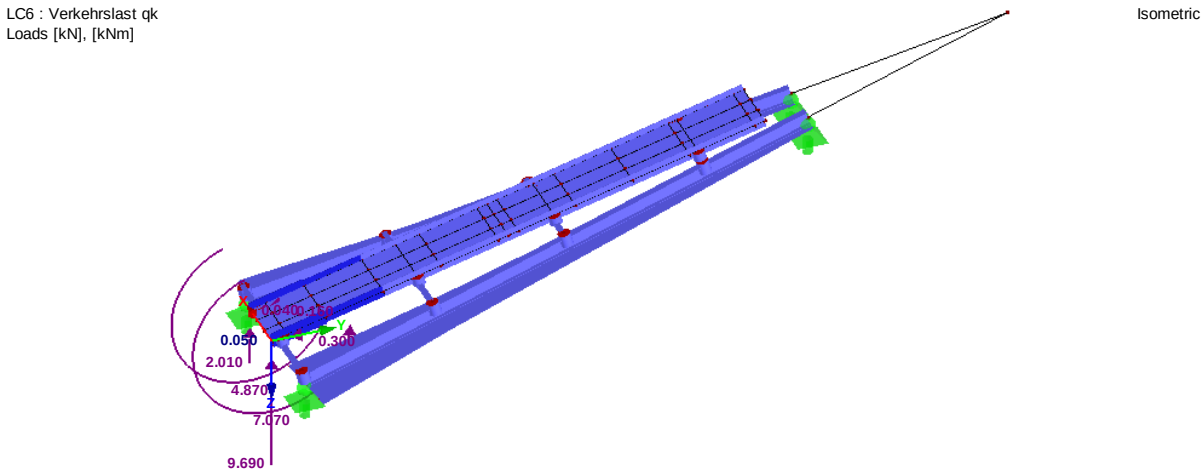


Abbildung 5.16: LF6: Verkehrslast qk (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.16: LC6: Traffic load qk (support forces from bridge)

Die Auflagerreaktionen infolge Verkehr auf der Brücke werden als zusätzlicher Lastfall berücksichtigt.

The support forces due to traffic loads on the bridge are considered in an additional load case

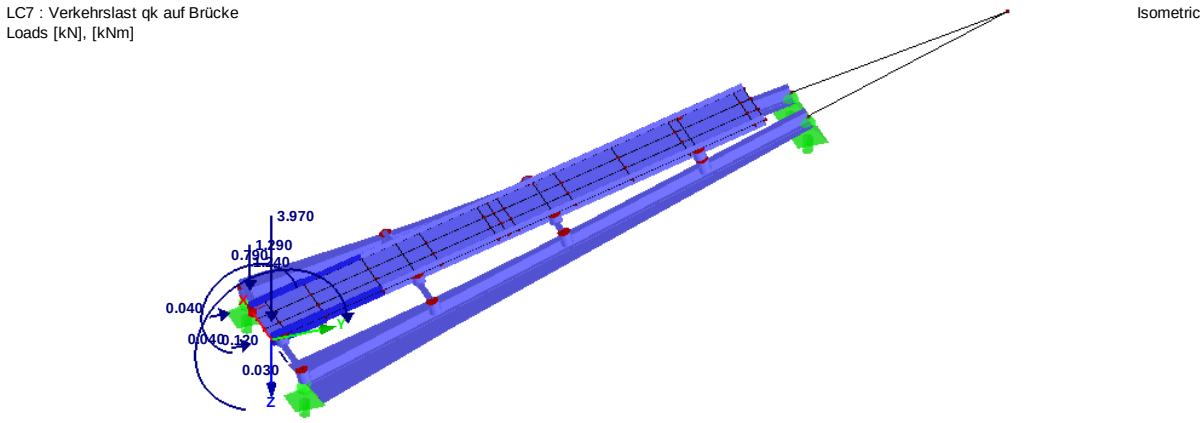


Abbildung 5.17: LF7: Verkehrslast qk auf Brücke (Auflagerreaktionen aus Brücke)
Figure 5.17: LC7: Traffic load qk on bridge (support forces from bridge)

Zusätzlich wird eine konzentrierte Flächenlast an unterschiedlichen Positionen auf der Brücke berücksichtigt:

Additionally, a concentrated surface load is considered at different positions on the bridge:

$$Q_k = 1.5kN/(0.2m \cdot 0.2m) = 37.5kN/m^2$$

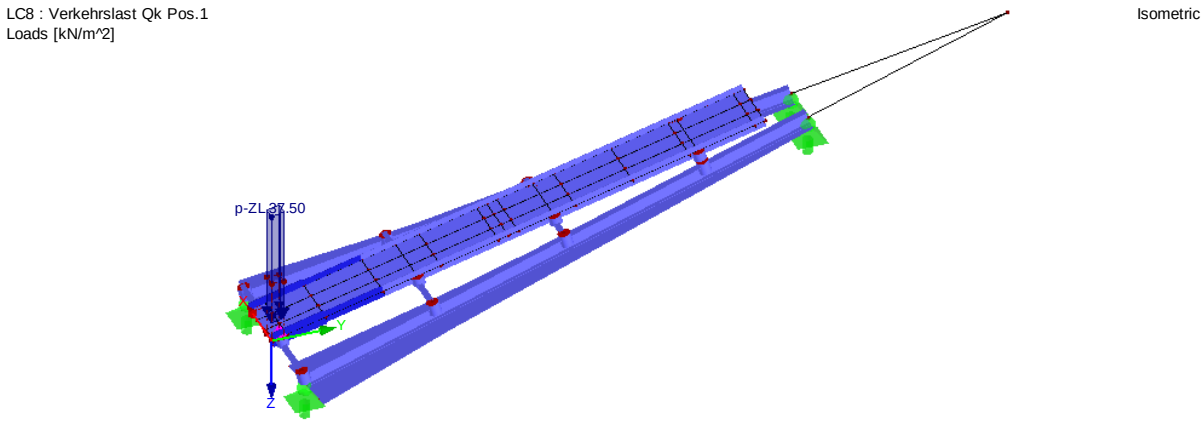


Abbildung 5.18: LF8: Verkehrslast Qk Pos.1 (Walkway)
Figure 5.18: LC8: Traffic load Qk Pos.1 (walkway)

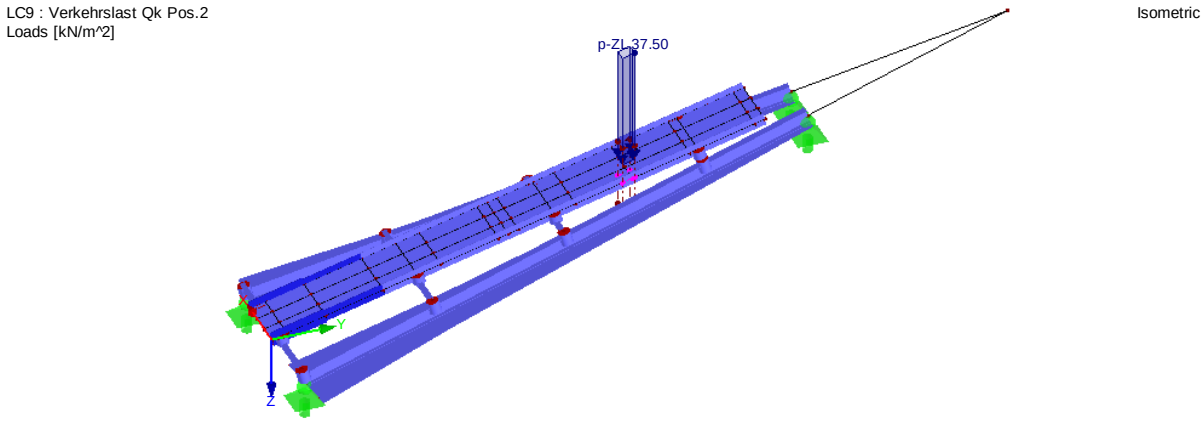


Abbildung 5.19: LF9: Verkehrslast Qk Pos.2 (Walkway)
Figure 5.19: LC9: Traffic load Qk Pos.2 (walkway)

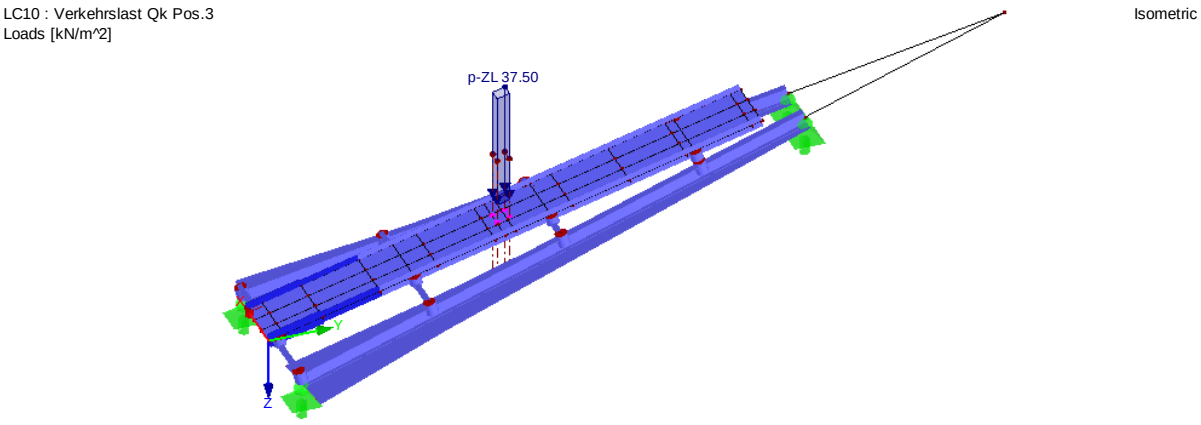


Abbildung 5.20: LF10: Verkehrslast Qk Pos.3 (Walkway)
Figure 5.20: LC10: Traffic load Qk Pos.3 (walkway)

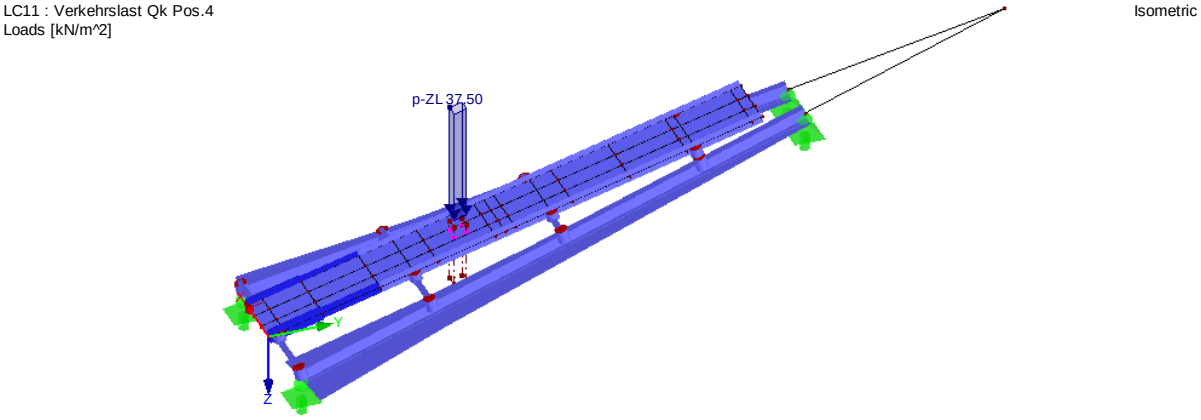


Abbildung 5.21: LF11: Verkehrslast Qk Pos.4 (Walkway)
Figure 5.21: LC11: Traffic load Qk Pos.4 (walkway)

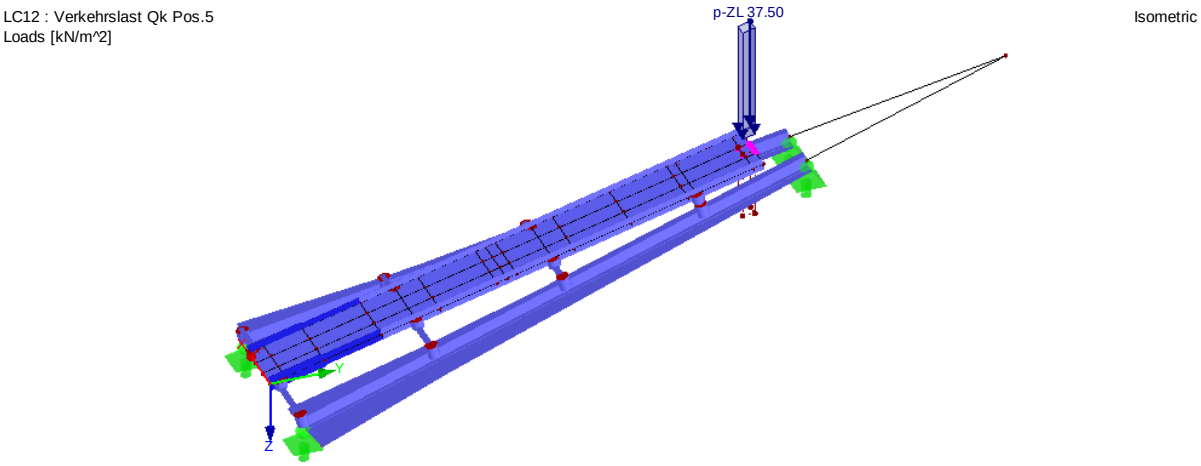


Abbildung 5.22: LF12: Verkehrslast Qk Pos.5 (Walkway)
Figure 5.22: LC12: Traffic load t Qk Pos.5 (walkway)

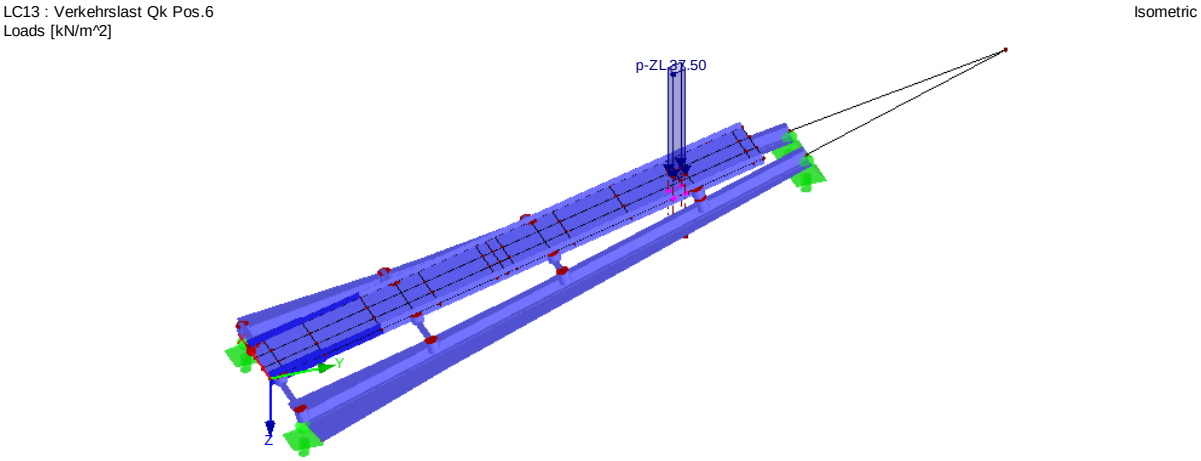


Abbildung 5.23: LF13: Verkehrslast Qk Pos.6 (Walkway)
Figure 5.23: LC13: Traffic load Qk Pos.6 (walkway)

5.4 Nachweise

Verifications

5.4.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise

6.4.1 Stress and Stability Verifications

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach DIN EN 1993-1-1 [5] werden in RFEM geführt.
The stress and stability verifications acc. to DIN EN 1993-1-1 [5] are carried out by RFEM.

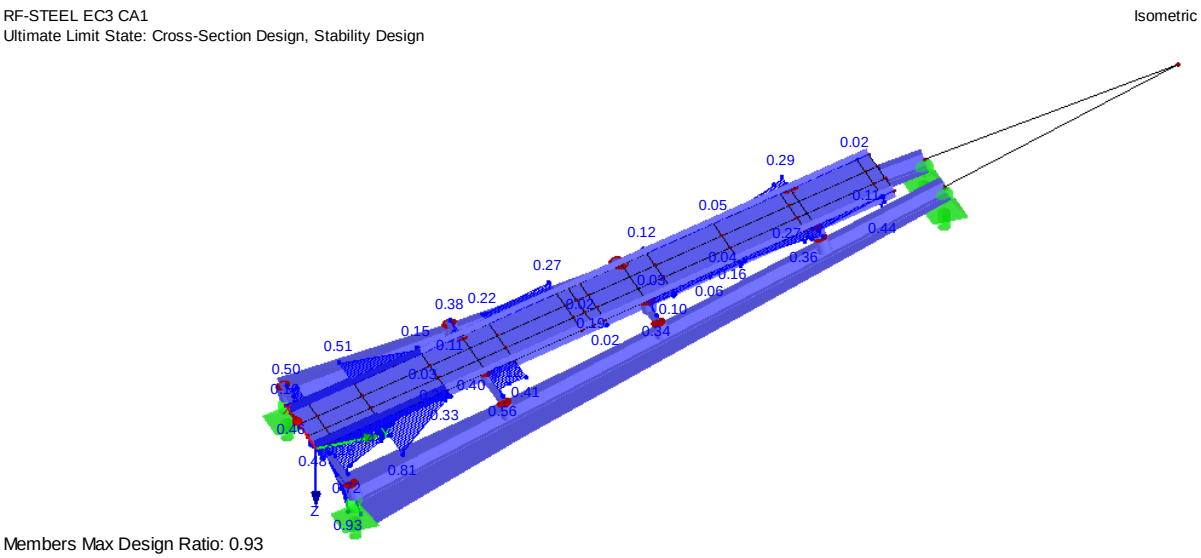


Abbildung 5.24: Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach EC3 (Walkway)

Figure 5.24: Stress and stability verifications acc. to EC3 (walkway)

Tabelle 5.3: Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach EC3 (Walkway)
Table 5.3: Stress and stability verifications acc. to EC3 (walkway)

Section No.	Member No.	Location x [mm]	Load-ing	Design Ratio		Design According to Formula
1	SHAPE-THIN ST-2109_2XC-PROFIL					
	20	209.4	RC7	0.00	≤ 1	CS100) Negligible internal forces
	69	600.0	RC6	0.04	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	28	950.0	RC6	0.15	≤ 1	CS102) Cross-section check - Compression acc. to 6.2.4
	15	460.0	RC3	0.05	≤ 1	CS112) Cross-section check - Bending about y-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	25	0.0	RC1	0.01	≤ 1	CS117) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	15	940.0	RC6	0.03	≤ 1	CS122) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	29	0.0	RC7	0.12	≤ 1	CS124) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	29	148.3	RC7	0.11	≤ 1	CS131) Cross-section check - Torsion acc. to 6.2.7
	29	138.4	RC7	0.13	≤ 1	CS133) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	29	89.0	RC7	0.20	≤ 1	CS138) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	15	460.0	RC3	0.05	≤ 1	CS143) Cross-section check - Bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	25	0.0	RC1	0.01	≤ 1	CS153) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	1	30.2	RC7	0.01	≤ 1	CS158) Cross-section check - Bending about z-axis, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	26	240.0	RC7	0.13	≤ 1	CS163) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	1	40.2	RC7	0.02	≤ 1	CS168) Cross-section check - Biaxial bending, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	28	770.0	RC6	0.22	≤ 1	CS183) Cross-section check - Bending, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	29	207.6	RC7	0.02	≤ 1	CS188) Cross-section check - Bending, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	75	20.0	RC7	0.11	≤ 1	CS203) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	29	108.7	RC7	0.20	≤ 1	CS208) Cross-section check - Bending about z-axis, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	29	0.0	RC7	0.60	≤ 1	CS223) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	29	29.7	RC7	0.48	≤ 1	CS228) Cross-section check - Biaxial bending, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	29	29.7	RC7	0.49	≤ 1	CS271) Cross-section check - Axial stress and torsion - Elastic design
	69	580.0	RC6	0.07	≤ 1	ST332) Stability analysis - Lateral torsional buckling acc. to 6.3.2.1 and 6.3.2.2(4) - General Section
	29	0.0	RC7	0.61	≤ 1	ST373) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.4, General Method - Johannes Naumes
2	TO 60/40/2/2/2/2					
	31	135.8	RC7	0.00	≤ 1	CS100) Negligible internal forces
	30	162.7	RC7	0.06	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	12	0.0	RC5	0.00	≤ 1	CS111) Cross-section check - Bending about y-axis acc. to 6.2.5 - Class 1 or 2
	37	310.5	RC7	0.02	≤ 1	CS116) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 1 or 2
	12	38.8	RC6	0.03	≤ 1	CS121) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6
	11	310.5	RC7	0.03	≤ 1	CS123) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6
	11	0.0	RC2	0.00	≤ 1	CS126) Cross-section check - Shear buckling acc. to 6.2.6(6)
	12	0.0	RC5	0.00	≤ 1	CS141) Cross-section check - Bending and shear force acc. to 6.2.5 and 6.2.8
	37	310.5	RC7	0.02	≤ 1	CS151) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.5 and 6.2.8
	37	310.5	RC3	0.00	≤ 1	CS161) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.6, 6.2.7 and 6.2.9
	12	310.5	RC6	0.04	≤ 1	CS181) Cross-section check - Bending, shear and axial force acc. to 6.2.9.1
	37	291.1	RC6	0.02	≤ 1	CS201) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.1
	11	310.5	RC7	0.01	≤ 1	CS221) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9

3	UU 80/80/6/6/6/100/0					
	185	0.0	RC6	0.06	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	190	0.0	RC1	0.00	≤ 1	CS102) Cross-section check - Compression acc. to 6.2.4
	187	650.2	RC6	0.20	≤ 1	CS112) Cross-section check - Bending about y-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	187	394.0	RC5	0.03	≤ 1	CS117) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	185	511.6	RC6	0.20	≤ 1	CS121) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6
	185	0.0	RC6	0.25	≤ 1	CS122) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	190	71.2	RC5	0.04	≤ 1	CS123) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6
	190	53.4	RC5	0.05	≤ 1	CS124) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	185	0.0	RC1	0.00	≤ 1	CS126) Cross-section check - Shear buckling acc. to 6.2.6(6)
	190	0.0	RC6	0.12	≤ 1	CS131) Cross-section check - Torsion acc. to 6.2.7
	190	71.2	RC7	0.02	≤ 1	CS132) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(9)
	190	0.0	RC6	0.13	≤ 1	CS133) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	190	71.2	RC7	0.06	≤ 1	CS137) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(9)
	190	71.2	RC6	0.26	≤ 1	CS138) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	187	650.2	RC6	0.20	≤ 1	CS142) Cross-section check - Bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	190	53.4	RC3	0.01	≤ 1	CS147) Cross-section check - Bending, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	187	394.0	RC5	0.03	≤ 1	CS152) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	190	35.6	RC7	0.06	≤ 1	CS157) Cross-section check - Bending about z-axis, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	185	787.0	RC6	0.47	≤ 1	CS185) Cross-section check - Bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3
	186	747.7	RC2	0.12	≤ 1	CS201) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.1
	185	472.2	RC1	0.08	≤ 1	CS205) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3
	190	35.6	RC5	0.08	≤ 1	CS210) Cross-section check - Bending about z-axis, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3
	186	590.3	RC4	0.07	≤ 1	CS221) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9
	185	0.0	RC6	0.89	≤ 1	CS225) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3
	190	0.0	RC6	0.23	≤ 1	CS230) Cross-section check - Biaxial bending, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3
	187	926.0	RC6	0.56	≤ 1	CS262) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	190	0.0	RC4	0.14	≤ 1	CS267) Cross-section check - Biaxial bending, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3
	190	0.0	RC6	0.27	≤ 1	CS271) Cross-section check - Axial stress and torsion - Elastic design
	185	0.0	RC6	0.93	≤ 1	ST373) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.4, General Method - Johannes Naumes

9	Flat Bar 205/8					
	40	613.7	RC4	0.02	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	17	0.0	RC4	0.02	≤ 1	CS102) Cross-section check - Compression acc. to 6.2.4
	17	811.6	RC6	0.45	≤ 1	CS117) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	17	0.0	RC6	0.00	≤ 1	CS122) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	17	950.2	RC6	0.06	≤ 1	CS124) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	17	970.0	RC6	0.06	≤ 1	CS129) Cross-section check - Resulting shear force acc. to 6.2.6(4)
	17	811.6	RC6	0.45	≤ 1	CS153) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	40	0.0	RC6	0.51	≤ 1	CS163) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	17	930.4	RC6	0.75	≤ 1	CS203) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	17	970.0	RC6	0.80	≤ 1	CS223) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	17	970.0	RC6	0.81	≤ 1	ST373) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.4, General Method - Johannes Naumes

12	Flat Bar 255/12					
	39	137.2	RC7	0.00	≤ 1	CS100) Negligible internal forces
	4	156.8	RC4	0.01	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	5	531.8	RC4	0.01	≤ 1	CS102) Cross-section check - Compression acc. to 6.2.4
	4	156.8	RC5	0.06	≤ 1	CS112) Cross-section check - Bending about y-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	5	78.8	RC6	0.24	≤ 1	CS117) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	39	0.0	RC6	0.03	≤ 1	CS122) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	5	650.0	RC6	0.04	≤ 1	CS124) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	39	0.0	RC6	0.04	≤ 1	CS129) Cross-section check - Resulting shear force acc. to 6.2.6(4)
	38	0.0	RC6	0.10	≤ 1	CS131) Cross-section check - Torsion acc. to 6.2.7
	38	100.2	RC6	0.12	≤ 1	CS133) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	38	0.0	RC6	0.14	≤ 1	CS138) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	38	0.0	RC6	0.14	≤ 1	CS140) Cross-section check - Torsion and resulting shear force acc. to 6.2.7(5)
	4	156.8	RC5	0.06	≤ 1	CS143) Cross-section check - Bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	5	78.8	RC6	0.24	≤ 1	CS153) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	41	40.1	RC6	0.37	≤ 1	CS158) Cross-section check - Bending about z-axis, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	39	0.0	RC6	0.30	≤ 1	CS163) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	41	0.0	RC6	0.49	≤ 1	CS168) Cross-section check - Biaxial bending, shear force and torsion acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	4	156.8	RC7	0.09	≤ 1	CS183) Cross-section check - Bending, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	5	492.4	RC6	0.51	≤ 1	CS203) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	38	60.1	RC6	0.58	≤ 1	CS208) Cross-section check - Bending about z-axis, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	5	650.0	RC6	0.58	≤ 1	CS223) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	38	100.2	RC6	0.71	≤ 1	CS228) Cross-section check - Biaxial bending, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	38	100.2	RC6	0.72	≤ 1	CS271) Cross-section check - Axial stress and torsion - Elastic design
	4	156.8	RC7	0.09	≤ 1	ST332) Stability analysis - Lateral torsional buckling acc. to 6.3.2.1 and 6.3.2.2(4) - General Section
	5	650.0	RC6	0.58	≤ 1	ST373) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.4, General Method - Johannes Naumes

13	Flat Bar 205/8					
	47	716.3	RC1	0.00	≤ 1	CS100) Negligible internal forces
	6	573.0	RC4	0.04	≤ 1	CS101) Cross-section check - Tension acc. to 6.2.3
	44	0.0	RC4	0.04	≤ 1	CS102) Cross-section check - Compression acc. to 6.2.4
	10	0.0	RC6	0.02	≤ 1	CS112) Cross-section check - Bending about y-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	43	970.0	RC6	0.11	≤ 1	CS117) Cross-section check - Bending about z-axis acc. to 6.2.5 - Class 3
	6	573.0	RC6	0.05	≤ 1	CS122) Cross-section check - Shear force in z-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	6	19.8	RC6	0.05	≤ 1	CS124) Cross-section check - Shear force in y-axis acc. to 6.2.6(4) - Class 3 or 4
	6	573.0	RC6	0.06	≤ 1	CS129) Cross-section check - Resulting shear force acc. to 6.2.6(4)
	13	0.0	RC7	0.08	≤ 1	CS131) Cross-section check - Torsion acc. to 6.2.7
	13	0.0	RC7	0.08	≤ 1	CS133) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	13	0.0	RC7	0.09	≤ 1	CS138) Cross-section check - Torsion and shear force acc. to 6.2.7(5)
	13	0.0	RC7	0.09	≤ 1	CS140) Cross-section check - Torsion and resulting shear force acc. to 6.2.7(5)
	10	0.0	RC6	0.02	≤ 1	CS143) Cross-section check - Bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	43	970.0	RC6	0.11	≤ 1	CS153) Cross-section check - Bending about z-axis and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	6	0.0	RC5	0.10	≤ 1	CS163) Cross-section check - Biaxial bending and shear force acc. to 6.2.9.2 and 6.2.10 - Class 3 - General cross-section
	63	280.0	RC7	0.03	≤ 1	CS183) Cross-section check - Bending, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	44	39.7	RC6	0.38	≤ 1	CS203) Cross-section check - Bending about z-axis, shear and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	13	40.0	RC7	0.08	≤ 1	CS208) Cross-section check - Bending about z-axis, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.9.2 - Class 3 - General cross-section
	44	397.0	RC6	0.55	≤ 1	CS223) Cross-section check - Biaxial bending, shear and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	13	0.0	RC7	0.10	≤ 1	CS228) Cross-section check - Biaxial bending, shear, torsion and axial force acc. to 6.2.10 and 6.2.9 - Class 3 - General cross-section
	13	0.0	RC7	0.13	≤ 1	CS271) Cross-section check - Axial stress and torsion - Elastic design
	9	0.0	RC7	0.02	≤ 1	ST332) Stability analysis - Lateral torsional buckling acc. to 6.3.2.1 and 6.3.2.2(4) - General Section
	44	397.0	RC6	0.56	≤ 1	ST373) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.4, General Method - Johannes Naumes

5.4.2 Detailnachweise

5.4.2 Detail Verifications

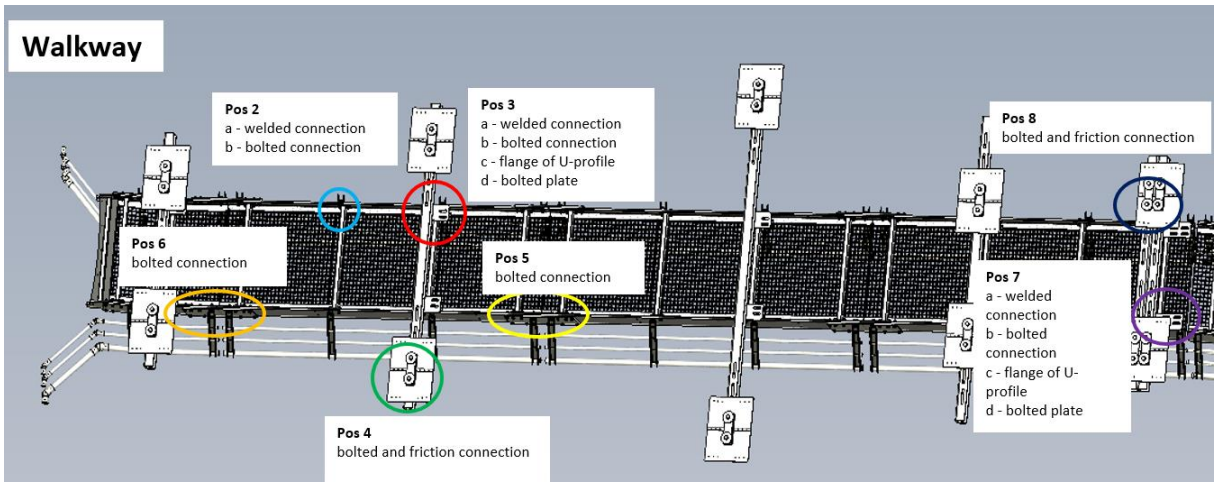
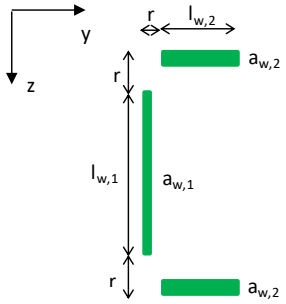


Abbildung 5.25: Übersicht Details (Walkway)

Figure 5.25: Overview of details (walkway)

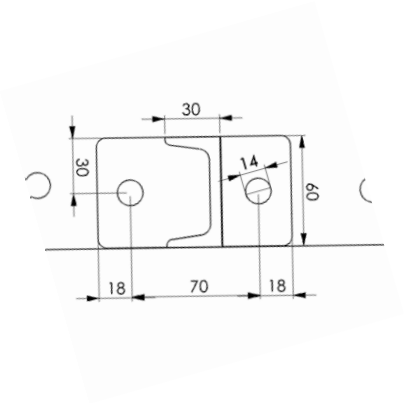
5.4.2.1 Pos 2a

5.4.2.1 Pos 2a

Internal forces from RFEM		
Design values		
Normal force, N		-600 N
Shear force, V_y		60 N
Shear force, V_z		-30 N
Torsional moment, M_x		0 Nmm
Bending moment, M_y		0 Nmm
Bending moment, M_z		-30.000 Nmm
Parameters for U-profile		
Type of U-profile		**U 60**
Material		**S235**
Yield strength, f_y		235 N/mm²
Tensile strength, f_u		360 N/mm²
Height, h		60 mm
Width, b		30 mm
Flange thickness, t_f		6,0 mm
Web thickness, t_w		6,0 mm
Radius, r		6 mm
Parameters for welded seam		
Number of weld near web, n_1		**2** -
Number of weld near flange, n_2		**1** -
Weld thickness near web, $a_{w,1}$		**3,0** mm
Weld thickness near flange, $a_{w,2}$		**3,0** mm
Length of weld near web, $l_{w,1}$	$= h - 2 \cdot r$	48,0 mm
Length of weld near flange, $l_{w,2}$	$= b - r$	24,0 mm
Area of whole weld, A_w	$= n_1 \cdot a_{w,1} \cdot l_{w,1} + 2 \cdot n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}$	432 mm²
Area of weld near web, $A_{w,1}$	$= n_1 \cdot a_{w,1} \cdot l_{w,1}$	288 mm²
Area of weld near flange, $A_{w,2}$	$= n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}$	72 mm²
Center of gravity y-direction, y	$= (A_{w,2} \cdot (l_{w,2} / 2 + r) \cdot 2 + A_{w,1} \cdot n_1 \cdot a_{w,1} / 2) / A_w$	8,0 mm
Center of gravity z-direction, z	$= (A_{w,2} \cdot n_2 \cdot a_{w,2} / 2 + A_{w,1} \cdot (r + l_{w,1} / 2) + A_{w,2} \cdot (2 \cdot r + l_{w,1} - n_2 \cdot a_{w,2} / 2)) / A_w$	30,0 mm
Moment of inertia, I_y	$= ((n_2 \cdot a_{w,2})^3 \cdot l_{w,2} / 12 + A_{w,2} \cdot (z - (n_2 \cdot a_{w,2}) / 2)^2) \cdot 2 + (n_1 \cdot a_{w,1}) \cdot l_{w,1}^3 / 12$	172.368 mm⁴
Moment of inertia, I_z	$= (n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}^3 / 12 + A_{w,2} \cdot (l_{w,2} / 2 + r - y)^2) \cdot 2 + (n_2 \cdot a_{w,1})^3 \cdot l_{w,1} / 12 + A_{w,1} \cdot (y - (n_1 \cdot a_{w,1}) / 2)^2$	29.376 mm⁴
Section modulus, W_y	$= I_y / z$	5.746 mm³
Section modulus, W_z	$= I_z / (l_{w,2} + r - y)$	1.335 mm³
Polar moment of inertia, I_p	$= I_y + I_z$	201.744 mm⁴
Safety factor, γ_{M2}		**1,25**
Calculation of stresses for welded seam		
Normal stress, $\sigma_{w,Ed}$	$= N / A_w + M_y / W_y + M_z / W_z$	24 N/mm²
Shear stress, $\tau_{y,w,Ed}$	$= V_y / (2 \cdot A_{w2}) + M_x / I_p \cdot z$	0 N/mm²
Shear stress, $\tau_{z,w,Ed}$	$= V_z / A_{w1} + M_x / I_p \cdot y$	0 N/mm²
Stress verification of welded seam		
Equivalent stress, $\sigma_{equ,Ed,w}$	$= \sqrt{(\sigma_w^2 + 3 \cdot \tau_{y,w}^2 + 3 \cdot \tau_{z,w}^2)}$	24 N/mm²
Resistance normal stress, $\sigma_{w,Rd}$	$= 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	259 N/mm²
Resistance equivalent stress, $\sigma_{equ,Rd,w}$	$= f_u / (\gamma_{M2} \cdot \beta_w)$	360 N/mm²
Verification 1	$= \sigma_{w,Ed} / \sigma_{w,Rd}$	**0,09 <1, ok**
Verification 2	$= \sigma_{equ,Ed,w} / \sigma_{equ,Rd,w}$	**0,07 <1, ok**

5.4.2.2 Pos 2b

5.4.2.2 Pos 2b


30
30
14
60
18
70
18

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-600 N	Shear force Fy	**30** N
Shear force Vy	60 N	Shear force Fz	**15** N
Shear force Vz	-30 N	Tensile force Ft	**429** N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-30.000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	**12**	**Plate/Beam**	
Bolt strength	**8,8**	Material	**S235**
Standard	**DIN EN 14399-4**	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	**normal bolt**	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	**6** mm
Bolt area, A	113 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	**yes**
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²	Filler plate thickness, t_p	**12** mm
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²	Parameter for filler plate, β_p	0,82
Safety factor, γ_{M2}	1,25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**large hole tolerance**		
Shear band	**thread in shear band**		
Hole diameter, d_0	15 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**		
Pretension bolt	**no**		

Hole and edge distances [mm]			
	Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	18	64	ok
Edge distance e_2	18	64	ok
Hole distance p_1	33	84	ok
Hole distance p_2	36	84	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	18 mm	e_1	30 mm
p_1	70 mm	p_1	0 mm
e_2	30 mm	e_2	18 mm
p_2	0 mm	p_2	70 mm
		Single shear connection	
Fb,Rd= 1 · 360 · 12 · 6/1,25 · 0.8	16.589 N	Fb,Rd= 1,11 · 360 · 12 · 6/1,25 · 0.8	18.358 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2	0,9
Fv,Rd = 0,6 · 800 · 84/1,25 · 0,82	26.544 N	Ft,Rd = 0,9 · 800 · 84/1,25	48.557 N
Punching			
Bp,Rd = 0,6 · π · 23 · 6 · 360/1,25	74.769 N		

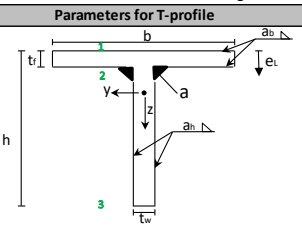
Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	16.589 N	$F_{b,Rd}$ =	18.358 N
$F_{b,Ed}$ =	30 N	$F_{b,Ed}$ =	15 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,00 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	26.544 N	$F_{t,Rd}$ =	48.557 N
Fv,Ed = √ (Fy² + Fz²)	34 N	$F_{t,Ed}$ =	429 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,01 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,01 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	74.769 N
		$F_{t,Ed}$ =	429 N
		Verification	**0,01 <1, ok**

5.4.2.3 Pos 3a

5.4.2.3 Pos 3a

Internal forces from RFEM			
Design values			
Normal force, N	-6.500 N	Torsional moment, M_x	0 Nmm
Shear force, V_y	5.500 N	Bending moment, M_y	0 Nmm
Shear force,V_z	0 N	Bending moment, M_z	0 Nmm

Parameters for T-profile		
Material of T-profile		S235
Yield strength, f_u		235 N/mm²
Tensile strength, f_u		360 N/mm²
Height, h		119,2 mm
Width, b		106 mm
Thickness of flange, t_f		8 mm
Thickness of web, t_w		30 mm



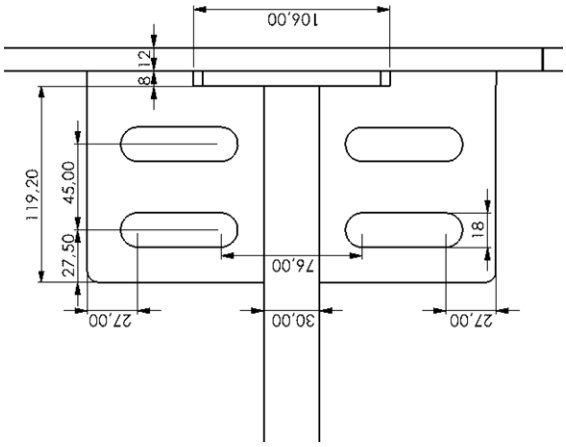
Parameters for welded seam			
Weld thickness, a			3,0 mm
Weld thickness near flange, a_b			3,0 mm
Weld thickness near web, a_h			3,0 mm
Length of weld near web, h_1	$= h - t_f - a \cdot \sqrt{2}$	$= 119{,}2 - 8 - 3 \cdot \sqrt{2}$	107,0 mm
Area of weld near flange, A_b	$= a_b \cdot (2 \cdot b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w)$	$= 1{,}5 \cdot (2 \cdot 106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30)$	260 mm²
Area of weld near web, A_h	$= 2 \cdot a_h \cdot h_1$	$= 2 \cdot 3 \cdot 107$	642 mm²
Area of whole weld, A	$= A_b + A_h$	$= 260 + 642$	902 mm²
Shear area z, A_z	$= A_h$	$= 642$	642 mm²
Centre of gravity, e_L	$= (a_b \cdot (b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w) \cdot t_f + A_h \cdot (h - h_1 / 2)) / A$	$= (1{,}5 \cdot (106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30) \cdot 8 + 642 \cdot (119{,}2 - 107 / 2)) / 902$	47,7 mm
Moment of inertia of weld, I_y	$= 1/6 \cdot a_h \cdot h_1^3 + a_b \cdot (b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w) \cdot t_f^2 + A_h \cdot (h - h_1 / 2)^2 - A \cdot e_L^2$	$= 1/6 \cdot 3 \cdot 107^3 + 1{,}5 \cdot (106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30) \cdot 8^2 + 642 \cdot (119{,}2 - 107 / 2)^2 - 902 \cdot 47{,}7^2$	1.341.591 mm⁴

Calculation of stresses for welded seam

Stress point		Normal stresses			Shear stresses
No	y-coordinate mm	$\sigma_N = N / A$ N/mm²	$\sigma_{My} = M_y / I_y \cdot z_i$ N/mm²	$\sigma = \sigma_N + \sigma_{My}$ N/mm²	$\tau_z = V_z / A_z$ N/mm²
1	-47,7	-7	0	-7	0
2	-39,7	-7	0	-7	0
3	71,5	-7	0	-7	0

Stress verification of welded seam

Stress point		Normal stresses	Shear stresses	Equivalent stress	Resistance	Verification
No	y-coordinate	σ N/mm²	τ_z N/mm²	$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma^2 + \tau_z^2)}$ N/mm²	$f_{vw,Rd}$ N/mm²	n $= \sigma_{w,Ed} / f_{vw,Rd}$
1	-47,7	-7	0	7	208	0,03
2	-39,7	-7	0	7	208	0,03
3	71,5	-7	0	7	208	0,03



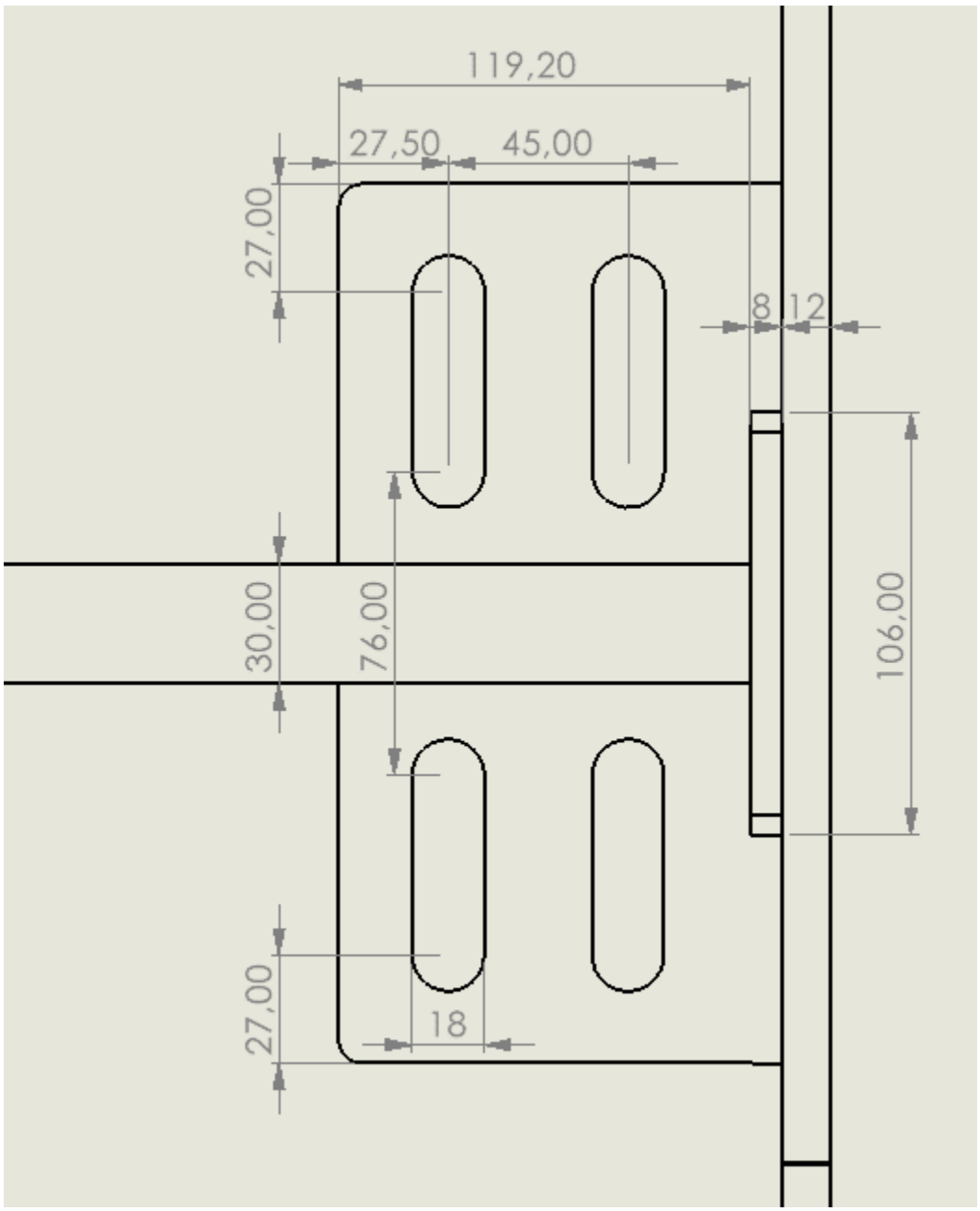
5.4.2.4 Pos 3b

5.4.2.4 Pos 3b

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-5.420 N	Shear force Fz	35 N
Shear force Vy	10.400 N	Shear force Fy	5.200 N
Shear force Vz	-70 N	Tensile force Ft	2.710 N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	0 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	16	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8,8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	16 mm	Plate thickness, t	6 mm
Bolt area, A	201 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	157 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	28 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1,25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	long elongated hole y		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	18 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	yes		
Standard	DIN EN 1993-1-8/NA		
Pretension force, $F_{p,C}$	70.000 N		
Friction coefficient, μ	0,35		

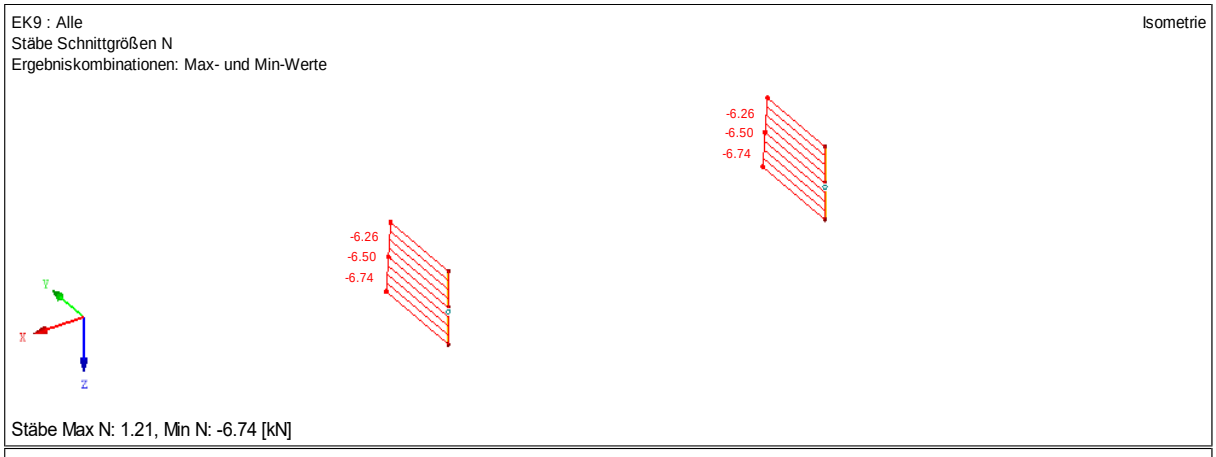
Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	27,5	27		ok
Edge distance e4	27	27		ok
Hole distance p_1	45	39,6	84	ok
Hole distance p_2	76	43,2	84	ok

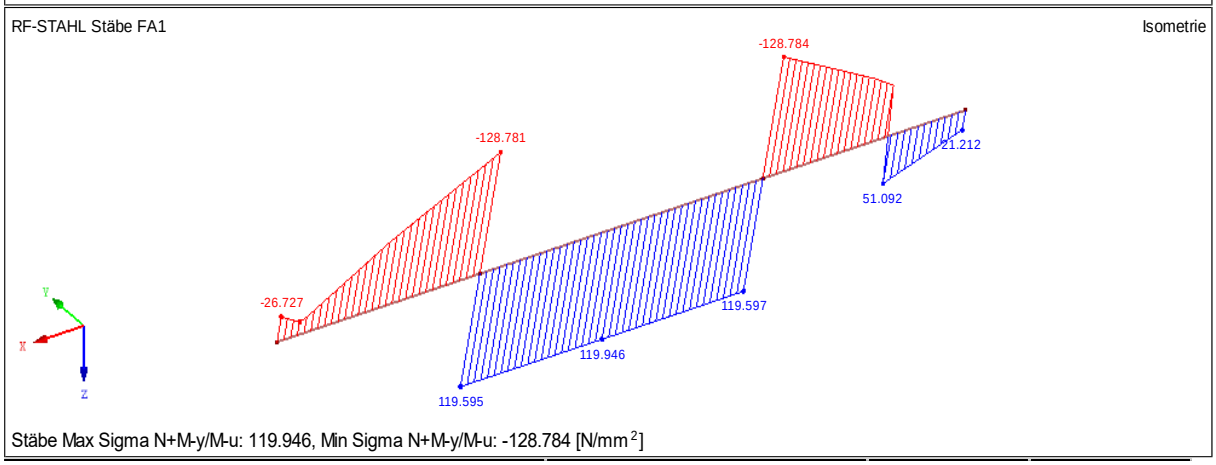
Resistance			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
e_1	27,5 mm	e_1	27 mm
p_1	45 mm	p_1	76 mm
e_2	27 mm	e_2	27,5 mm
p_2	76 mm	p_2	45 mm
$F_{b,Rd}$= 1,27 · 360 · 16 · 6/1,25	35.200 N	$F_{b,Rd}$= 0,9 · 360 · 16 · 6/1,25 · 0.6	14.930 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2	0,9
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 157/1,25	60.288 N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 157/1,25	90.432 N
Punching			
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 28 · 6 · 360/1,25	92.114 N		
Sliding resistance in z-direction		**Sliding resistance in y-direction**	
k_s	0,63	k_s	0,7
$F_{s,Rd}$ = 0,63 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 2710)/1,25	11966 N	$F_{s,Rd}$ = 0,7 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 2710)/1,25	13295 N
Verification			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	35.200 N	$F_{b,Rd}$ =	14.930 N
$F_{b,Ed}$ =	35 N	$F_{b,Ed}$ =	5.200 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,35 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	60.288 N	$F_{t,Rd}$ =	90.432 N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(F_z^2 + F_y^2)}$	5.200 N	$F_{t,Ed}$ =	2.710 N
Verification	**0,09 <1, ok**	**Verification**	**0,03 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,11 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	92.114 N
		$F_{t,Ed}$ =	2.710 N
		Verification	**0,03 <1, ok**
Sliding resistance in z-direction		**Sliding resistance in y-direction**	
$F_{s,Rd}$ =	11.966 N	$F_{s,Rd}$ =	13.295 N
$F_{b,Ed}$ =	35 N	$F_{b,Ed}$ =	5.200 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,39 <1, ok**



5.4.2.5 Pos 3c

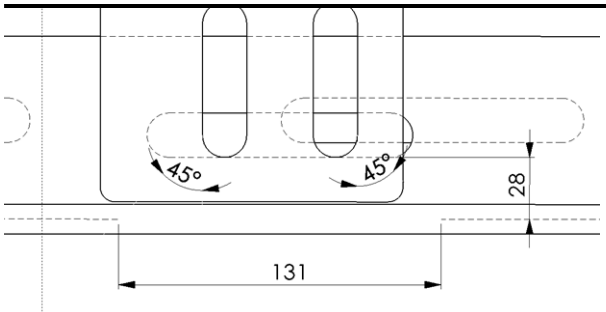
5.4.2.5 Pos 3c





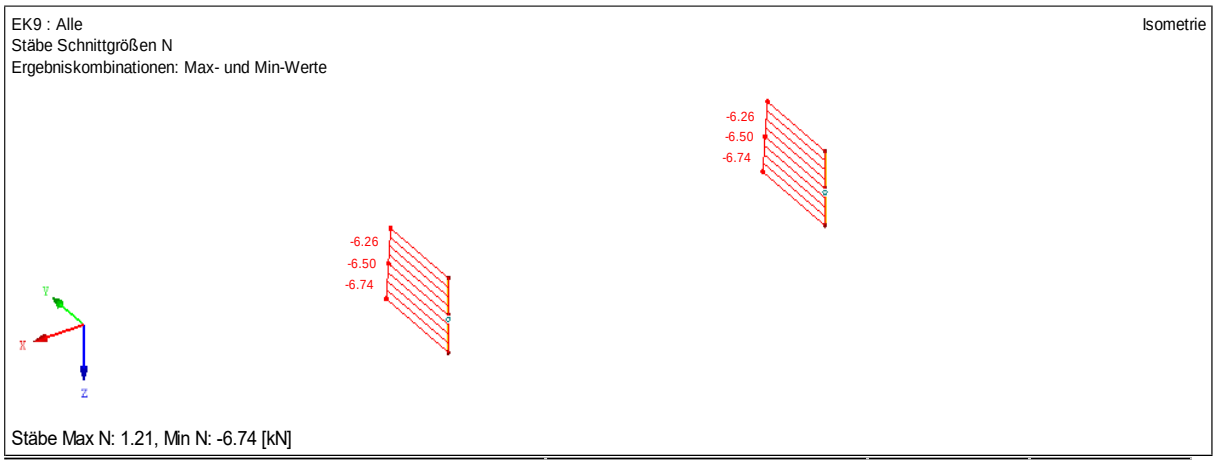
Nachweis - Biegung des Flansches

Auflagerkraft, F_z		6500,0	N
Hebelarm		28	mm
Biegemoment MFz		91000	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1	-
Blechdicke Flansch, tf		6	mm
Lastausbreitungslänge, lL		131	mm
Fläche, A	= tf · lL	786	mm²
Widerstandsmoment W	= tf² · lL/6	786	mm³
Lokale Spannung, σy	= MFz/W	115,78	N/mm²
Globale Spannung im Träger aus RFEM, σx		119,60	N/mm²
σ		203,85	N/mm²
Nachweis	**= σ /f_{yd}**	**0,87**	-



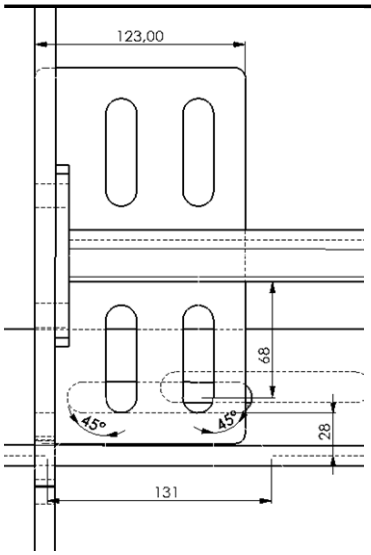
5.4.2.6 Pos 3d

5.4.2.6 Pos 3d



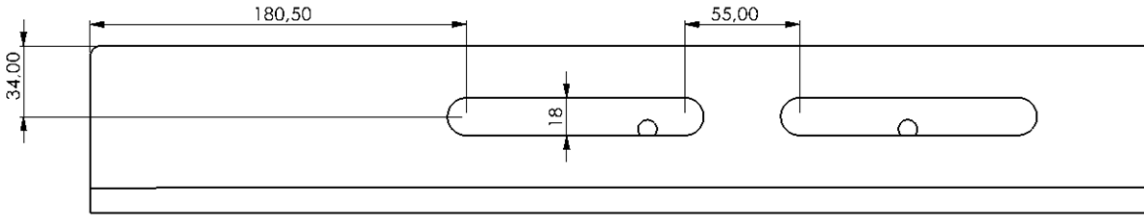
Nachweis - Biegung des Bleches

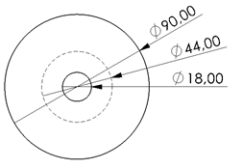
Zugkraft, F_z		6500,0	N
Hebelarm		68	mm
Biegemoment MFz		221000	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1	-
Blechdicke, tf		8	mm
Lastausbreitungslänge, lL		123	mm
Fläche, A	= tf · lL	984	mm²
Widerstandsmoment W	= tf² · lL/6	1312	mm³
Lokale Spannung, σy	= MFz/W	168,45	N/mm²
Nachweis	**= σ /f_{yd}**	**0,72**	-



5.4.2.7 Pos 4

5.4.2.7 Pos 4


180,50
55,00
34,00
18


⌀90,00
⌀44,00
⌀18,00

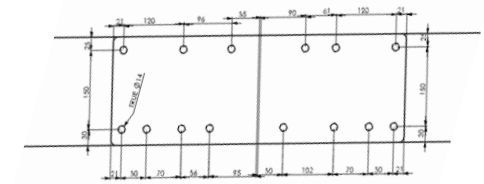
Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-8.070 N	Shear force Fz	15 N
Shear force Vy	7.130 N	Shear force Fy	3.565 N
Shear force Vz	-30 N	Tensile force Ft	4.035 N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	0 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	16	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8,8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	16 mm	Plate thickness, t	6 mm
Bolt area, A	201 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	157 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	yes
Mean value of width across flat and corners, d_m	28 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²	Filler plate thickness, t_p	31 mm
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²	Parameter for filler plate, β_p	0,65
Safety factor, γ_{M2}	1,25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	long elongated hole y		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	18 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	yes		
Standard	DIN EN 1993-1-8/NA		
Pretension force, $F_{p,C}$	70.000 N		
Friction coefficient, μ	0,35		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	180,5	27		ok
Edge distance e4	34	27		ok
Hole distance p_1	55	39,6	84	ok
Hole distance p_2	55	43,2	84	ok

Resistance			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
e_1	180,5 mm	e_1	34 mm
p_1	55 mm	p_1	0 mm
e_2	34 mm	e_2	180,5 mm
p_2	0 mm	p_2	55 mm
		Single shear connection	
Fb,Rd= 1,92 · 360 · 16 · 6/1,25	53.120 N	Fb,Rd= 1,5 · 360 · 16 · 6/1,25 · 0.6	24.883 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2 0,9	
Fv,Rd = 0,6 · 800 · 157/1,25 · 0,65	39.187 N	Ft,Rd = 0,9 · 800 · 157/1,25	90.432 N
Punching			
Bp,Rd = 0,6 · π · 28 · 6 · 360/1,25	92.114 N		
Sliding resistance in z-direction		**Sliding resistance in y-direction**	
k_s	0,63	k_s	0,7
Fs,Rd = 0,63 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 4035)/1,25	11779 N	Fs,Rd = 0,7 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 4035)/1,25	13087 N
Verification			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	53.120 N	$F_{b,Rd}$ =	24.883 N
$F_{b,Ed}$ =	15 N	$F_{b,Ed}$ =	3.565 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,14 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	39.187 N	$F_{t,Rd}$ =	90.432 N
Fv,Ed = √ (Fz² + Fy²)	3.565 N	$F_{t,Ed}$ =	4.035 N
Verification	**0,09 <1, ok**	**Verification**	**0,04 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,12 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	92.114 N
		$F_{t,Ed}$ =	4.035 N
		Verification	**0,04 <1, ok**
Sliding resistance in z-direction		**Sliding resistance in y-direction**	
$F_{s,Rd}$ =	11.779 N	$F_{s,Rd}$ =	13.087 N
$F_{b,Ed}$ =	15 N	$F_{b,Ed}$ =	3.565 N
Verification	**0,00 <1, ok**	**Verification**	**0,27 <1, ok**

5.4.2.8 Pos 5

5.4.2.8 Pos 5



Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	200	N	Shear force Fx	6.244	N
Shear force Vy	0	N	Shear force Fz	10.728	N
Shear force Vz	1.280	N	Tensile force Ft	29	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	6.990.000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8,8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	12	mm
Bolt area, A	113	mm²		* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1,25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	15	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	21	18	88	ok
Edge distance e_2	25	18	88	ok
Hole distance p_1	50	33	168	ok
Hole distance p_2	150	36	168	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	21 mm	e_1	25 mm
p_1	50 mm	p_1	150 mm
e_2	25 mm	e_2	21 mm
p_2	150 mm	p_2	50 mm
Fb,Rd= 1,17 · 360 · 12 · 12/1,25 · 0.8	38.707 N	Fb,Rd= 1,23 · 360 · 12 · 12/1,25 · 0.8	40.919 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2	0,9
Fv,Rd = 0,6 · 800 · 84/1,25	32.371 N	Ft,Rd = 0,9 · 800 · 84/1,25	48.557 N
Punching			
Bp,Rd = 0,6 · π · 23 · 12 · 360/1,25	149.538 N		

Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	38.707 N	$F_{b,Rd}$ =	40.919 N
$F_{b,Ed}$ =	6.244 N	$F_{b,Ed}$ =	10.728 N
Verification	**0,16 <1, ok**	**Verification**	**0,26 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32.371 N	$F_{t,Rd}$ =	48.557 N
Fv,Ed = √ (Fx² + Fz²)	12.412 N	$F_{t,Ed}$ =	29 N
Verification	**0,38 <1, ok**	**Verification**	**0,00 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,38 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	149.538 N
		$F_{t,Ed}$ =	29 N
		Verification	**0,00 <1, ok**

5.4.2.9 Pos 6

5.4.2.9 Pos 6

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-4.510 N	Shear force Fx	13.327 N
Shear force Vy	20.090 N	Shear force Fz	368 N
Shear force Vz	-2.740 N	Tensile force Ft	0 N
Torsional moment, Mx	-20.000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	-20.000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-1.220.000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8,8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	12 mm
Bolt area, A	113 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1,25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	15 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	21	18	88	ok
Edge distance e_2	30	18	88	ok
Hole distance p_1	70	33	168	ok
Hole distance p_2	150	36	168	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	21 mm	e_1	30 mm
p_1	70 mm	p_1	150 mm
e_2	30 mm	e_2	21 mm
p_2	150 mm	p_2	70 mm
$F_{b,Rd}$= 1,17 · 360 · 12 · 12/1,25 · 0.8	38.707 N	$F_{b,Rd}$= 1,48 · 360 · 12 · 12/1,25 · 0.8	49.103 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2	0,9
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32.371 N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48.557 N
Punching			
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 12 · 360/1,25	149.538 N		

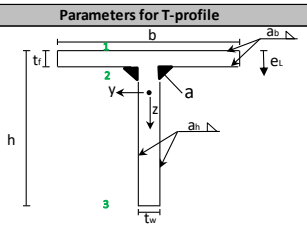
Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	38.707 N	$F_{b,Rd}$ =	49.103 N
$F_{b,Ed}$ =	13.327 N	$F_{b,Ed}$ =	368 N
Verification	**0,34 <1, ok**	**Verification**	**0,01 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32.371 N	$F_{t,Rd}$ =	48.557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fx^2 + Fz^2)}$	13.332 N	$F_{t,Ed}$ =	0 N
Verification	**0,41 <1, ok**	**Verification**	**0,00 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,41 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	149.538 N
		$F_{t,Ed}$ =	0 N
		Verification	**0,00 <1, ok**

5.4.2.10 Pos 7a

5.4.2.10 Pos 7a

Internal forces from RFEM			
Design values			
Normal force, N	2.060 N	Torsional moment, M_x	2.110.000 Nmm
Shear force, V_y	-640 N	Bending moment, M_y	-1.200.000 Nmm
Shear force,V_z	16.840 N	Bending moment, M_z	-530.000 Nmm

Parameters for T-profile		
Material of T-profile		S235
Yield strength, f_u		235 N/mm²
Tensile strength, f_u		360 N/mm²
Height, h		119,2 mm
Width, b		106 mm
Thickness of flange, t_f		8 mm
Thickness of web, t_w		30 mm



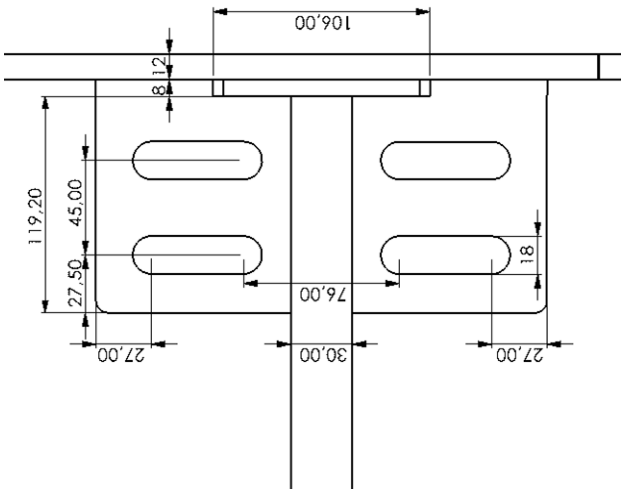
Parameters for welded seam				
Weld thickness, a				3,0 mm
Weld thickness near flange, a_b				3,0 mm
Weld thickness near web, a_h				3,0 mm
Length of weld near web, h_1	$= h - t_f - a \cdot \sqrt{2}$	$= 119{,}2 - 8 - 3 \cdot \sqrt{2}$		107,0 mm
Area of weld near flange, A_b	$= a_b \cdot (2 \cdot b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w)$	$= 1{,}5 \cdot (2 \cdot 106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30)$		260 mm²
Area of weld near web, A_h	$= 2 \cdot a_h \cdot h_1$	$= 2 \cdot 3 \cdot 107$		642 mm²
Area of whole weld, A	$= A_b + A_h$	$= 260 + 642$		902 mm²
Shear area z, A_z	$= A_h$	$= 642$		642 mm²
Centre of gravity, e_L	$= (a_b \cdot (b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w) \cdot t_f + A_h \cdot (h - h_1 / 2)) / A$	$= (1{,}5 \cdot (106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30) \cdot 8 + 642 \cdot (119{,}2 - 107 / 2)) / 902$		47,7 mm
Moment of inertia of weld, I_y	$= 1/6 \cdot a_h \cdot h_1^3 + a_b \cdot (b - 2 \cdot a \cdot \sqrt{2} - t_w) \cdot t_f^2 + A_h \cdot (h - h_1 / 2)^2 - A \cdot e_L^2$	$= 1/6 \cdot 3 \cdot 107^3 + 1{,}5 \cdot (106 - 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} - 30) \cdot 8^2 + 642 \cdot (119{,}2 - 107 / 2)^2 - 902 \cdot 47{,}7^2$		1.341.591 mm⁴

Calculation of stresses for welded seam

Stress point		Normal stresses			Shear stresses
No	y-coordinate mm	$\sigma_N = N / A$ N/mm²	$\sigma_{My} = M_y / I_y \cdot z_i$ N/mm²	$\sigma = \sigma_N + \sigma_{My}$ N/mm²	$\tau_z = V_z / A_z$ N/mm²
1	-47,7	2	43	45	0
2	-39,7	2	35	38	26
3	71,5	2	-64	-62	26

Stress verification of welded seam

Stress point		Normal stresses	Shear stresses	Equivalent stress	Resistance	Verification
No	y-coordinate	σ N/mm²	τ_z N/mm²	$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma^2 + \tau_z^2)}$ N/mm²	$f_{vw,Rd}$ N/mm²	n $= \sigma_{w,Ed} / f_{vw,Rd}$
1	-47,7	45	0	45	208	0,22
2	-39,7	38	26	46	208	0,22
3	71,5	-62	26	67	208	0,32



5.4.2.11 Pos 7b

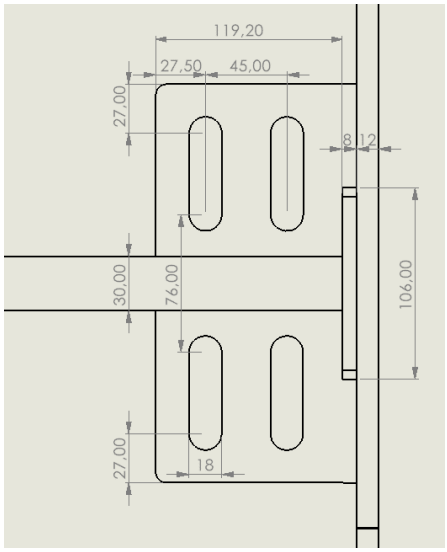
5.4.2.11 Pos 7b

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-10.080	N	Shear force Fz	**13.551**	N
Shear force Vy	16.610	N	Shear force Fy	**8.722**	N
Shear force Vz	-16.840	N	Tensile force Ft	**25.967**	N
Torsional moment, Mx	2.130.000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	1.220.000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	-1.820.000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	**16**		**Plate/Beam**		
Bolt strength	**8,8**		Material	**S235**	
Standard	**DIN EN 14399-4**		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	**normal bolt**		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	16	mm	Plate thickness, t	**6**	mm
Bolt area, A	201	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	157	mm²	**Filler plate** Filler plate used?		**no**
Mean value of width across flat and corners, d_m	28	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1,25		**Thread** Bolt screwed in a thread?		**no**
Hole type	**long elongated hole**	**y**			
Shear band	**thread in shear band**				
Hole diameter, d_0	18	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**				
Pretension bolt		**yes**			
Standard	**DIN EN 1993-1-8/NA**				
Pretension force, $F_{p,C}$	70.000	N			
Friction coefficient, μ	**0,35**				

Hole and edge distances [mm]					
	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e3	27,5	27		ok	
Edge distance e4	27	27		ok	
Hole distance p_1	45	39,6	84	ok	
Hole distance p_2	92	43,2	84	not ok	*
				*not relevant, because no thread of corrosion	

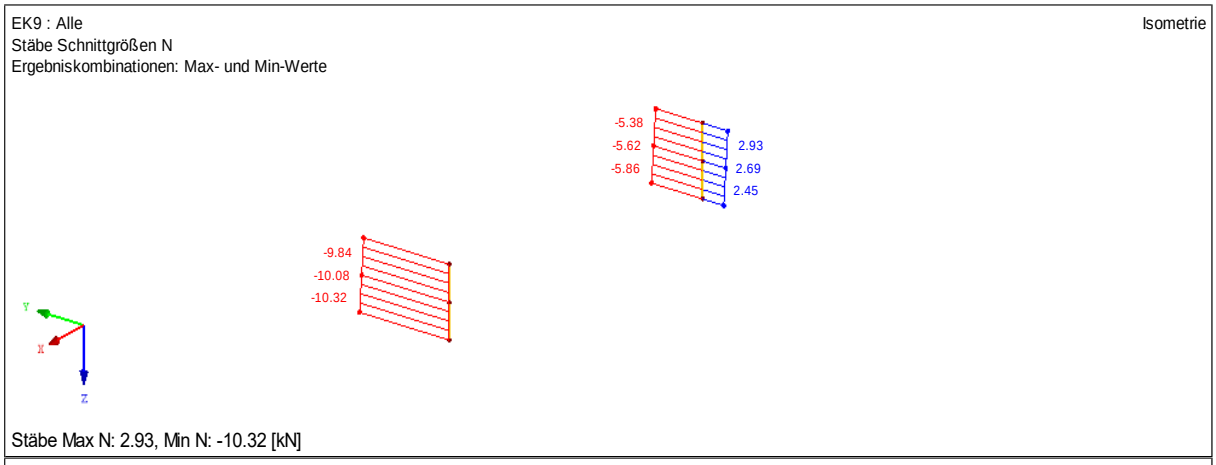
Resistance					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in y-direction**		
e_1	27,5	mm	e_1	27	mm
p_1	45	mm	p_1	92	mm
e_2	27	mm	e_2	27,5	mm
p_2	92	mm	p_2	45	mm
$F_{b,Rd}$= 1,27 · 360 · 16 · 6/1,25	35.200	N	$F_{b,Rd}$= 0,9 · 360 · 16 · 6/1,25 · 0.6	14.930	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0,6		k_2	0,9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 157/1,25	60.288	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 157/1,25	90.432	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 28 · 6 · 360/1,25	92.114	N			
Sliding resistance in z-direction			**Sliding resistance in y-direction**		
k_s	0,63		k_s	0,7	
$F_{s,Rd}$ = 0.63 · 1 · 0.35 · (70000 - 0.8 · 25967)/1.25	8684	N	$F_{s,Rd}$ = 0.7 · 1 · 0.35 · (70000 - 0.8 · 25967)/1.25	9648	N

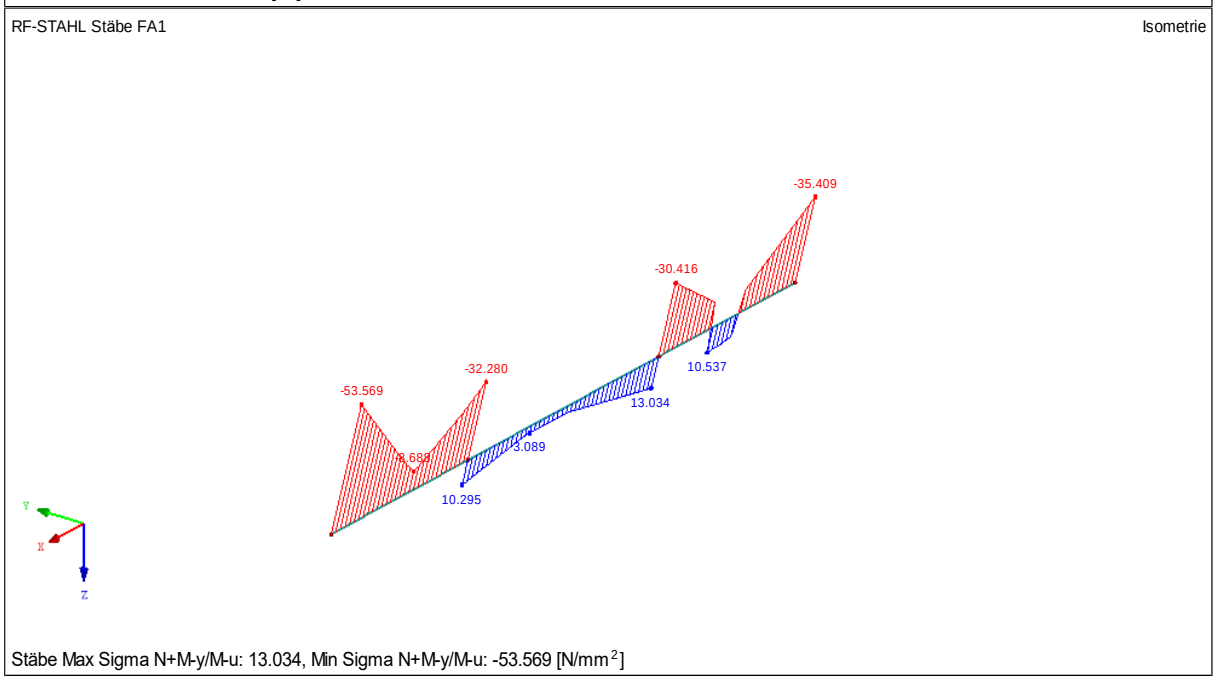
Verification					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in y-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	35.200	N	$F_{b,Rd}$ =	14.930	N
$F_{b,Ed}$ =	13.551	N	$F_{b,Ed}$ =	8.722	N
Verification	**0,38 <1, ok**		**Verification**	**0,58 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	60.288	N	$F_{t,Rd}$ =	90.432	N
$F_{v,Ed}$ = √ (F_z^2 + F_y^2)	16.115	N	$F_{t,Ed}$ =	25.967	N
Verification	**0,27 <1, ok**		**Verification**	**0,29 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,47 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	92.114	N
			$F_{t,Ed}$ =	25.967	N
			Verification	**0,28 <1, ok**	
			Sliding resistance in y-direction		
			$F_{s,Rd}$ =	9.648	N
			$F_{b,Ed}$ =	8.722	N
			Verification	**0,90 <1, ok**	



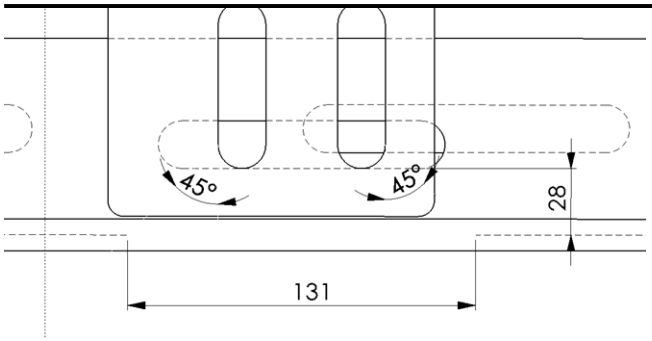
5.4.2.12 Pos 7c

5.4.2.12 Pos 7c



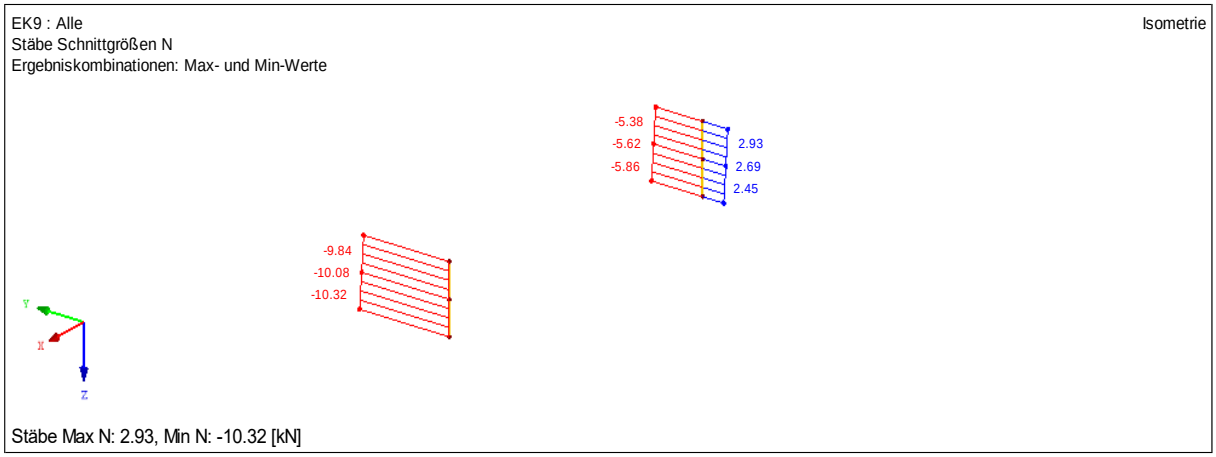


Nachweis - Biegung des Flansches			
Auflagerkraft, F_z		10080,0	N
Hebelarm		28	mm
Biegemoment MFz		141120	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1	-
Blechdicke Flansch, tf		6	mm
Lastausbreitungslänge, lL		131	mm
Fläche, A	= tf · lL	786	mm²
Widerstandsmoment W	= tf² · lL/6	786	mm³
Lokale Spannung, σy	= MFz/W	179,54	N/mm²
Globale Spannung im Träger aus RFEM, σx		10,30	N/mm²
σ		184,90	N/mm²
Nachweis	**= σ /f_{yd}**	**0,79**	-

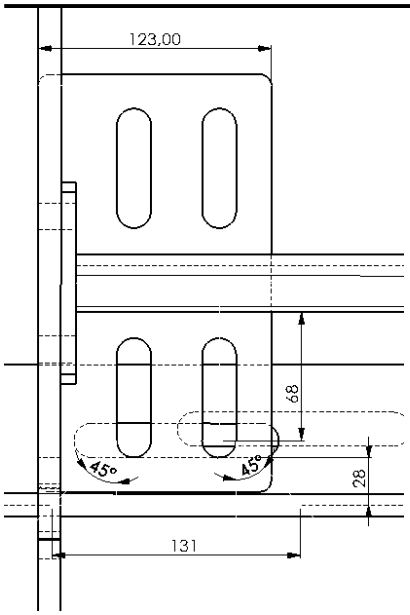


5.4.2.13 Pos 7d

5.4.2.13 Pos 7d

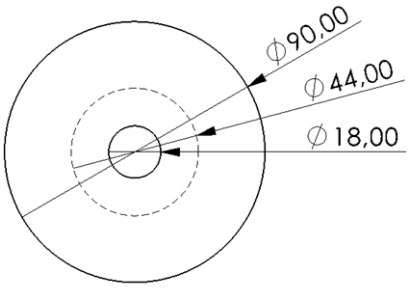


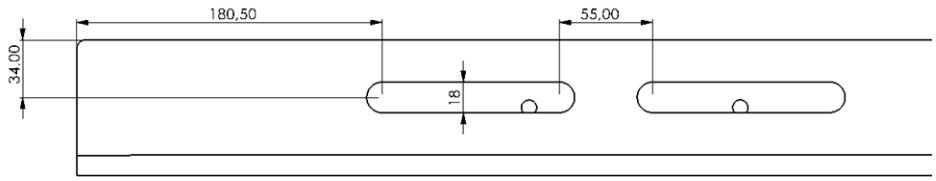
Nachweis - Biegung des Bleches			
Zugkraft, F_z		5040,0	N
Hebelarm 1		50,5	mm
Hebelarm 2		95,5	mm
Biegemoment MFz		367920	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1	-
Blechdicke, tf		8	mm
Lastausbreitungslänge, lL		191	mm
Fläche, A	= tf · lL	1528	mm²
Widerstandsmoment W	= tf² · lL/6	2037,33333	mm³
Lokale Spannung, σy	= MFz/W	180,59	N/mm²
Nachweis	**= σ /f_{yd}**	**0,77**	-



5.4.2.14 Pos 8

5.4.2.14 Pos 8




180,50
55,00
34,00
18

Strength of single connection members with shear and tensile load

Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-12.880 N	Shear force Fz	**7.064** N
Shear force Vy	15.360 N	Shear force Fy	**10.886** N
Shear force Vz	-12.050 N	Tensile force Ft	**37.739** N
Torsional moment, Mx	-3.000.000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	-1.210.000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	2.480.000 Nmm		

Input parameter

Bolt, M	**16**	**Plate/Beam**	
Bolt strength	**8,8**	Material	**S235**
Standard	**DIN EN 14399-4**	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	**normal bolt**	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	16 mm	Plate thickness, t	**6** mm
Bolt area, A	201 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	157 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	**yes**
Mean value of width across flat and corners, d_m	28 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²	Filler plate thickness, t_p	**31** mm
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²	Parameter for filler plate, β_p	0,65
Safety factor, γ_{M2}	1,25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**long elongated hole y**		
Shear band	**thread in shear band**		
Hole diameter, d_0	18 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**		
Pretension bolt	**yes**		
Standard	**DIN EN 1993-1-8/NA**		
Pretension force, $F_{p,C}$	70.000 N		
Friction coefficient, μ	**0,35**		

Hole and edge distances [mm]

	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e3	180,5	27		ok	
Edge distance e4	34	27		ok	
Hole distance p_1	92	39,6	84	not ok	*
Hole distance p_2	160	43,2	84	not ok	*

*not relevant, because no thread of corrosion

Resistance

Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
e_1	180,5 mm	e_1	34 mm
p_1	160 mm	p_1	92 mm
e_2	34 mm	e_2	180,5 mm
p_2	92 mm	p_2	160 mm
$F_{b,Rd}$= 2,5 · 360 · 16 · 6/1,25	69.120 N	$F_{b,Rd}$= 1,57 · 360 · 16 · 6/1,25 · 0.6	26.112 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0,6	k_2	0,9
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 157/1,25 · 0,65	39.187 N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 157/1,25	90.432 N
Punching			
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 28 · 6 · 360/1,25	92.114 N		
Sliding resistance in z-direction		**Sliding resistance in y-direction**	
k_s	0,63	k_s	0,7
$F_{s,Rd}$ = 0,63 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 37739)/1,25	7022 N	$F_{s,Rd}$ = 0,7 · 1 · 0,35 · (70000 - 0.8 · 37739)/1,25	7803 N

Verification

Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	69.120 N	$F_{b,Rd}$ =	26.112 N
$F_{b,Ed}$ =	7.064 N	$F_{b,Ed}$ =	10.886 N
Verification	**0,10 <1, ok**	**Verification**	**0,42 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	39.187 N	$F_{t,Rd}$ =	90.432 N
$F_{v,Ed}$ = √ (F_z^2 + F_y^2)	12.977 N	$F_{t,Ed}$ =	37.739 N
Verification	**0,33 <1, ok**	**Verification**	**0,42 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,63 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	92.114 N
		$F_{t,Ed}$ =	37.739 N
		Verification	**0,41 <1, ok**
Sliding resistance in z-direction			
$F_{s,Rd}$ =	7.022 N		
$F_{b,Ed}$ =	7.064 N		
Verification	**1,01 !**		

6 Zusammenfassung

Component	Position	Detail	Verification	Ratio
Walkway	Pos 2	a	WC	0,09
		b	BC 2 x M12 8.8	0,01
	Pos 3	a	WC	0,03
		b	BC 2 x M16 8.8	0,39
		c	Flange of U-profile	0,87
		d	Bolted Plate	0,72
	Pos 4		BC 2 x M16 8.8	0,27
	Pos 5		BC 7 x M12 8.8	0,38
	Pos 6		BC 8 x M12 8.8	0,41
	Pos 7	a	WC	0,32
		b	BC 2 x M16 8.8	0,9
		c	Flange of U-profile	0,79
		d	Bolted Plate	0,77
	Pos8		BC 4 x M16 8.8	1,01

7 Literatur und Normen

2 Literature and Standards

[1] DASt-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M64 entsprechend DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916, version 2013

[2] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Actions on structures -
Part 1-4: General actions – Wind actions

[3] DIN EN 10025-2:2019-10**:** Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

[4] DIN EN 10025-3:2019-10: Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

[5] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-1: General rules and rules for buildings

[6] DIN EN 1993-1-6:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[7] DIN EN 1993-1-8:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-8: Design of joints

[8] DIN EN 14399-4:2015-04: High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

[9] DIN EN 14399-6:2015-04 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 6: Plain chamfered washers

[10] DIN EN ISO 898-1:2013-05: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread

[11] DIN EN ISO 5817:2014-06: Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

[12] Petersen, C.: Stahlbau. Braunschweig: Vieweg-Verlag 1997

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem 7
Abbildung 3.1: Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke 11
Abbildung 5.1: Geometrie des Walkways, ... 15
Abbildung 5.2: FE-Modell des Walkways 16
Abbildung 5.3: Flächen im FE-Modell des Walkways 16
Abbildung 5.4: Verwendete Querschnitte im FE-Modell des Walkways 17
Abbildung 5.5: LF1: Eigengewicht (Walkway) 21
Abbildung 5.6: LF1: Eigengewicht (Auflagerreaktionen aus Brücke) 21
Abbildung 5.7: LF2: Eislast (Walkway) 22
Abbildung 5.8: LF2: Eislast (Auflagerreaktionen aus Brücke) 23
Abbildung 5.9: LF3: Schneelast (Walkway) 23
Abbildung 5.10: LF3: Schneelast (Auflagerreaktionen aus Brücke) 24
Abbildung 5.11: LF4: Windlast (Walkway) 24
Abbildung 5.12: LF4: Windlast (Auflagerreaktionen aus Brücke) 25
Abbildung 5.13: LF5: Wind mit Eisansatz (Walkway) 25
Abbildung 5.14: LF5: Wind mit Eisansatz (Auflagerreaktionen aus Brücke) 26
Abbildung 5.15: LF6: Verkehrslast qk (Walkway) 26
Abbildung 5.16: LF6: Verkehrslast qk (Auflagerreaktionen aus Brücke) 27
Abbildung 5.17: LF7: Verkehrslast qk auf Brücke (Auflagerreaktionen aus Brücke) 27
Abbildung 5.18: LF8: Verkehrslast Qk Pos.1 (Walkway) 28
Abbildung 5.19: LF9: Verkehrslast Qk Pos.2 (Walkway) 28
Abbildung 5.20: LF10: Verkehrslast Qk Pos.3 (Walkway) 29
Abbildung 5.21: LF11: Verkehrslast Qk Pos.4 (Walkway) 29
Abbildung 5.22: LF12: Verkehrslast Qk Pos.5 (Walkway) 30
Abbildung 5.23: LF13: Verkehrslast Qk Pos.6 (Walkway) 30
Abbildung 5.24: Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach EC3 (Walkway) 32
Abbildung 5.25: Übersicht Details (Walkway) 36

List of Figures

Figure 2.1: Overall system 7
Figure 3.1: Velocity pressures for buildings 11
Figure 5.1: Geometry of walkway 15
Figure 5.2: FE-model of walkway 16
Figure 5.3: Surfaces used in FE-modell of walkway 16
Figure 5.4: Cross-sections used in FE-model of walkway 17
Figure 5.5: LC1: Self-weight (walkway) 21
Figure 5.6: LC1: Self-weight (support forces from bridge) 21
Figure 5.7: LC2: Ice load (walkway) 22
Figure 5.8: LC2: Ice load (support forces from bridge) 23
Figure 5.9: LC3: Snow load (walkway) 23
Figure 5.10: LC3: Snow load (support forces from bridge) 24
Figure 5.11: LC4: Wind load (walkway) 24
Figure 5.12: LC4: Wind load (support forces from bridge) 25
Figure 5.13: LC5: Wind with ice build-up (walkway) 25
Figure 5.14: LC5: Wind with ice build-up (support forces from bridge) 26
Figure 5.15: LC6: Traffic load qk (walkway) 26
Figure 5.16: LC6: Traffic load qk (support forces from bridge) 27
Figure 5.17: LC7: Traffic load qk on bridge (support forces from bridge) 27
Figure 5.18: LC8: Traffic load Qk Pos.1 (walkway) 28
Figure 5.19: LC9: Traffic load Qk Pos.2 (walkway) 28
Figure 5.20: LC10: Traffic load Qk Pos.3 (walkway) 29

Figure 5.21: LC11: Traffic load Qk Pos.4 (walkway).....29
Figure 5.22: LC12: Traffic load t Qk Pos.5 (walkway) 30
Figure 5.23: LC13: Traffic load Qk Pos.6 (walkway).....30
Figure 5.24: Stress and stability verifications acc. to EC3 (walkway) 32
Figure 5.25: Overview of details (walkway).....36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Eigengewicht des Geländers auf Brücke 8
Tabelle 3.2: Eigengewicht des Geländers auf Arbeitsbühne 8
Tabelle 3.3: Eigengewicht des Geländers auf Walkway 8
Tabelle 3.4: Parameter für Berechnung der Eislasten 9
Tabelle 3.5: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Brücke 9
Tabelle 3.6: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Arbeitsbühne 9
Tabelle 3.7: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Walkway 10
Tabelle 3.8: Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 [2] 11
Tabelle 3.9: Windlasten mit Eisansatz nach DIN EN 1991-1-4 [2] und DIN EN 1991-1-3/NA 12
Tabelle 3.10: Übersicht Verkehrslasten 13
Tabelle 4.1: Streckgrenze nach DIN EN 10025-2 [3] 14
Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Material 14
Tabelle 4.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten 14
Tabelle 4.4: Kombinationsbeiwerte 14
Tabelle 5.1: Übersicht Lastfälle (Walkway) 20
Tabelle 5.2: Übersicht Lastkombinationen (Walkway) 20
Tabelle 5.3: Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach EC3 (Walkway) 33

List of Tables

Table 3.1: Self-weight of railing on the bridge 8
Table 3.2: Self-weight of railing on the work-platform 8
Table 3.3: Self-weight of railing on the walkway 8
Table 3.4: Parameters for calculation of ice loads 9
Table 3.5: Self-weight of ice on railing and side plate, bridge 9
Table 3.6: Self-weight of ice on railing and side plate, work-platform 9
Table 3.7: Self-weight of ice on railing and side plate, walkway 10
Table 3.8: Wind loads acc. to DIN EN 1991-1-4 [2] 11
Table 3.9: Wind loads with ice build-up acc. to DIN EN 1991-1-4 [2] and DIN EN 1991-1-3/NA 12
Table 3.10: Overview traffic loads 13
Table 4.1: Yield strength acc. to DIN EN 10025-2 [3] 14
Table 4.2: Safety factors for material 14
Table 4.3: Safety factors for loads 14
Table 4.4: Combinations factors 14
Table 5.1: Overview load cases (walkway) 20
Table 5.2: Overview load combinations (walkway) 20
Table 5.3: Stress and stability verifications acc. to EC3 (walkway) 33

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 • info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde/ Customer
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ Project

Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest / Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform

Auftrag Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest	*Order* *Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform*
Arbeitspaket Statische Berechnung: Brücke, Arbeitsbühne, Treppe und Abschlusspodest	*Work package* *Structural calculation: bridge, working platform, staircase and end platform*
Anlage Biogasbehälter	*Type* *Biogastank*
Standort Eiszone 2 Schneelastzone 2, sk= 0,85 kN/m² Windzone WZ4 (Küste), qb,0 = 0,56 kN/m² Berücksichtigung der TRAS320	*Site* *Icezone 2 Snowzone 2, sk= 0.85 kN/m²* *Windzone WZ4 (Coast), qb,0 = 0.56 kN/m²* *Consideration of TRAS320*
Dokument Klassifikation Kundenvertraulich	*Document classification* Customer confidential

Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)*
XX-ST-2206-AF_02 (A)

Datum (Rev.) / *Date (rev.)*
09.07.2024

Dieses Dokument umfasst insgesamt 59 Seiten

This document consists of 59 pages

Ming Xu Digital unterschrieben von Ming Xu Datum: 2024.07.09 15:53:29 +02'00'

Inhalt / *Content Rev. A*	Ming Xu	P. E. Concepts GmbH, NL – Name

Holger Lange Digital unterschrieben von Holger Lange Datum: 2024.07.09 16:53:07 +02'00'

Freigabe / *Release Rev. A*	Holger Lange	P. E. Concepts GmbH, NL – Name

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version. / *Signatures valid for actual revision.*

Rev.	Datum *Date*	Seiten *Pages*	Änderungen *Modifications*
A	09.07.2024	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. *No.*	Firma *Company*	Inhalt *Content*	Dok.-Name / Rev. *Doc. name / rev.*	Datum *Date*
(Ref1)				
(Ref2)				

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 4
2 System 5
2.1 Kombinationsvarianten 6
3 FE-Modell 10
4 Nachweise 11
4.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise 11
4.2 Detailnachweise 16
4.2.1 Brücke 16
4.2.1.1 Brücke - Detail 1 16
4.2.1.2 Brücke - Detail 2 19
4.2.2 Konsole 21
4.2.2.1 Konsole – Detail 5: 22
4.2.2.2 Konsole – Detail 6: 23
4.2.2.3 Konsole – Detail 7: 24
4.2.2.5 Konsole – Detail 8: 25
4.2.2.6 Konsole – Detail 11: 27
4.2.2.7 Konsole – Detail 12: 28
4.2.3 Arbeitsbühne 29
4.2.4 Treppe 46
5 Literatur und Normen 54
Abbildungsverzeichnis 56
Tabellenverzeichnis 57

1 Einleitung

1 Introduction

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung verschiedener Laufsteg-konstruktionen, die als Zugang zum Behälter dienen.
Nachgewiesen wird eine Brücken- und eine Arbeitsbühnen- und Treppenkonstruktion.

Die Installation der Konstruktion wird für eine Höhe von bis zu 30m nachgewiesen.

This document contains the structural analysis of different walkway constructions which provide access to the tank.

A bridge, a work-platform, and stairsconstruction will be analyzed.

The installation of the construction is proven for a height of up to 30m.

2 System

2 System

Eine Übersicht der Brücken-, Arbeitsbühnen- und Treppenkonstruktion wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

An overall view of the bridge, work-platform and stair construction is shown in *Figure 2.1*.

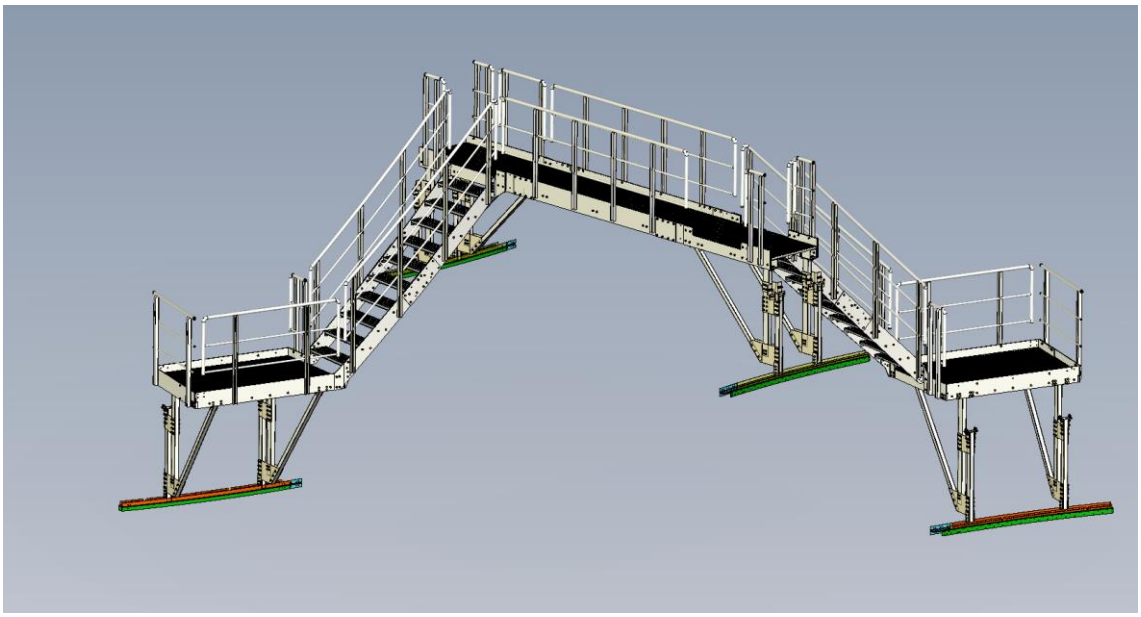


Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem
Figure 2.1: Overall system

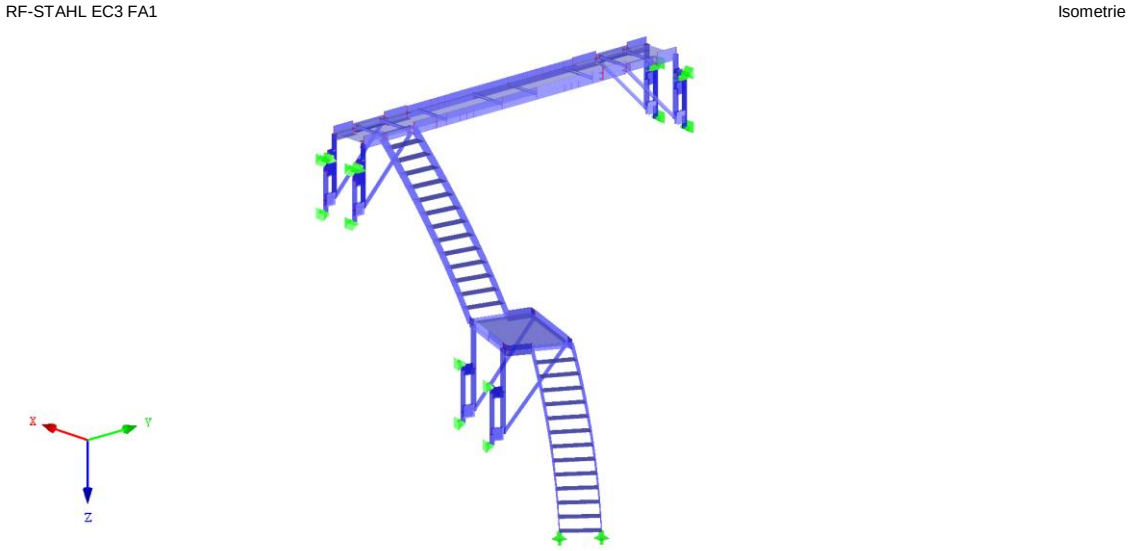
2.1 Kombinationsvarianten

2.1 Combination variants

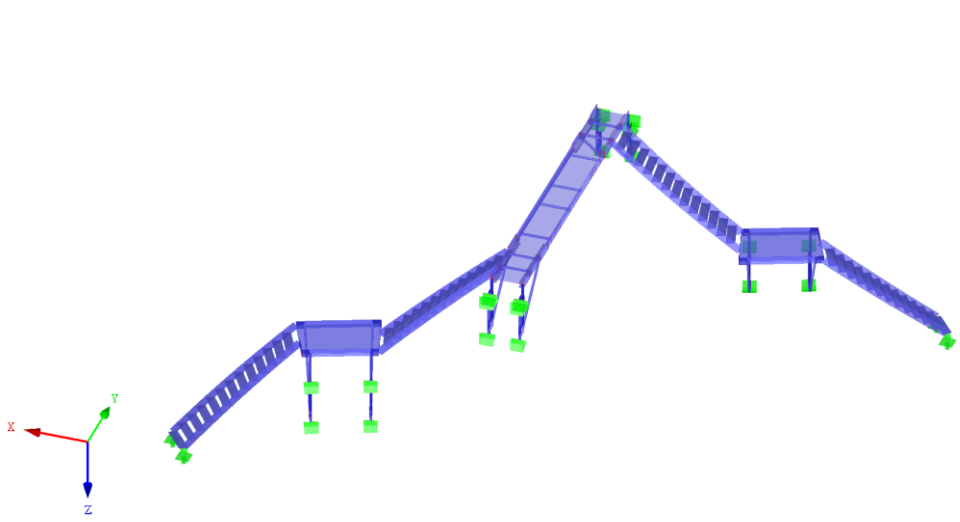
Es könnten außerdem folgenden Kombinationen vorkommen:

There may also be the following combinations:

1. Brücke in Kombination mit 1 Treppenlauf

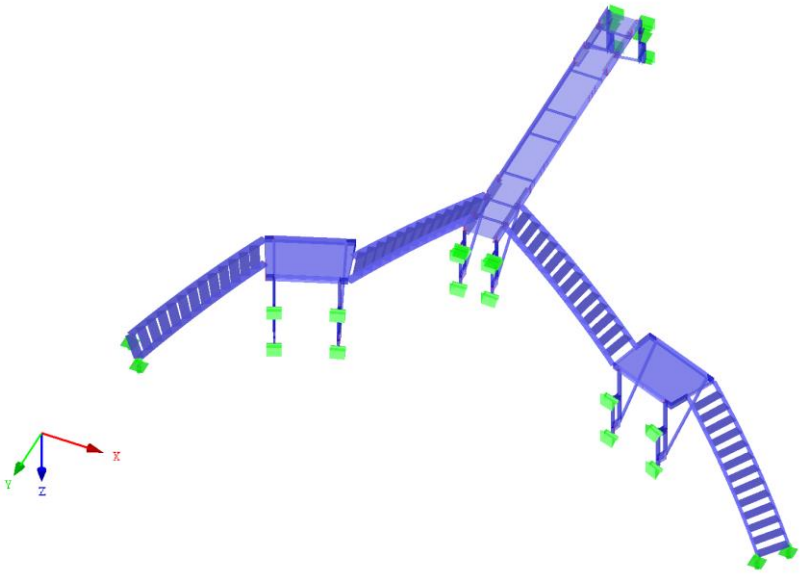


2. Brücke in Kombination mit 2 diagonalliegende Treppenläufe



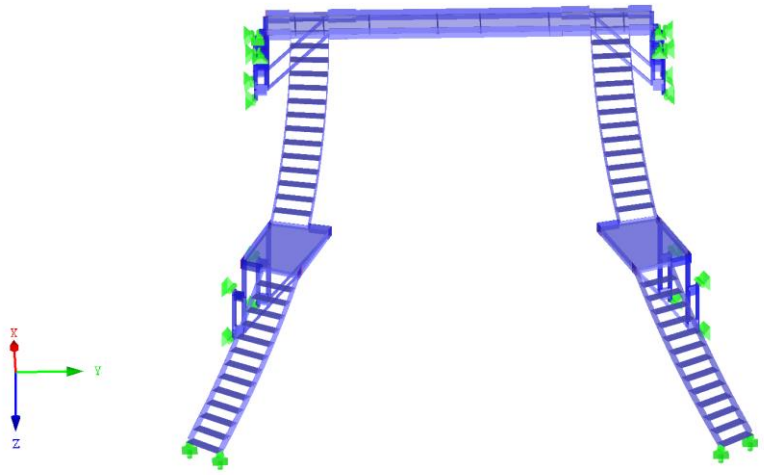
3. Brücke in Kombination mit 2 gegenüberliegenden Treppen

Isometrie



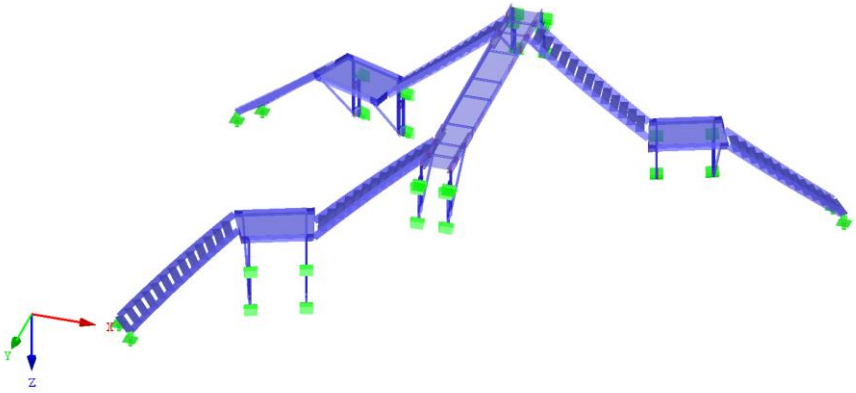
4. Brücke in Kombination mit 2 Treppenläufe auf einer Seite

Isometrie



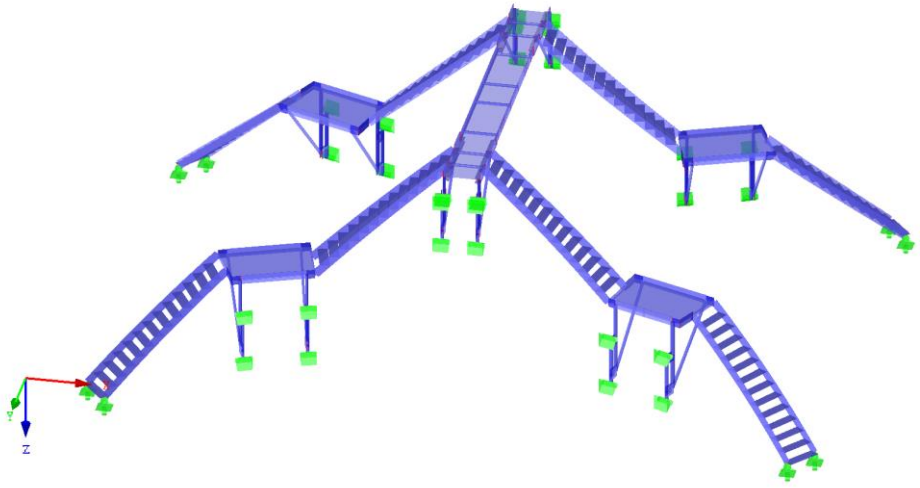
5. Brücke in Kombination mit 3 Treppenläufe

Isometrie



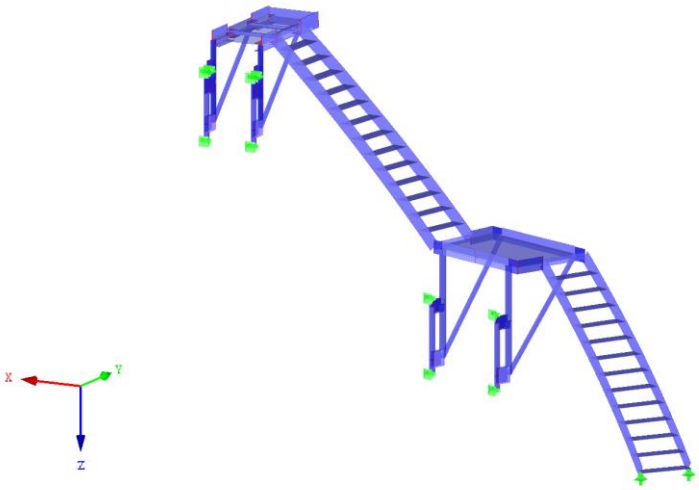
6. Brücke in Kombination mit 4 Treppenläufe

RF-STAHL EC3 FA1 Isometrie



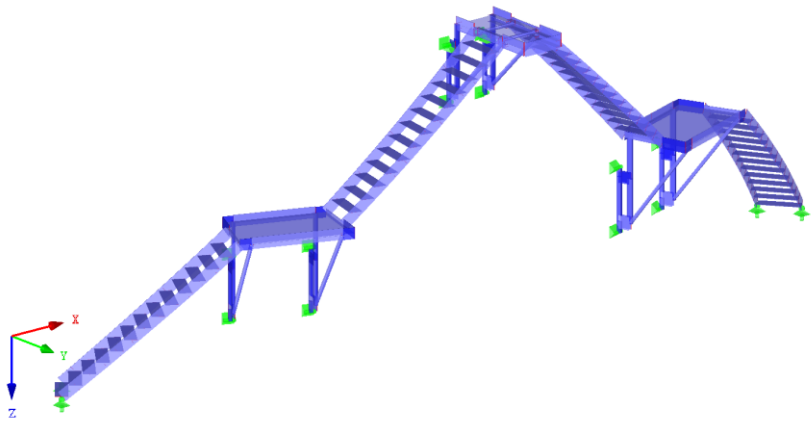
7. Abschlusspodest (verkürzte Brücke) in Kombination mit 1 Treppenlauf

Isometrie



8. Abschlusspodest (verkürzte Brücke) in Kombination mit 2 Treppenläufe

Isometrie



3 FE-Modell

3 FE-Modell

Die Brücke, Arbeitsbühne und Treppe werden in RFEM als Stabmodell erstellt. Die gelochte Oberfläche der Gitterrost-Profile wird vereinfacht als Flächen mit konstanter Blechdicke modelliert. Sie dienen lediglich zur Lastweiterleitung der Flächenlasten und werden statisch nicht bemessen. Im Nachfolgenden sind das FE-Modell, die verwendeten Flächen und Querschnitte dargestellt.

The bridge, work-platform and stair construction are created as a beam model in RFEM. The perforated surface of the Grating profiles is simplified modeled using surface elements with a constant surface thickness. They only serve the transfer of surface loads and are not statically verified. The FE-model, the surface elements and cross-sections are shown in the following figures.

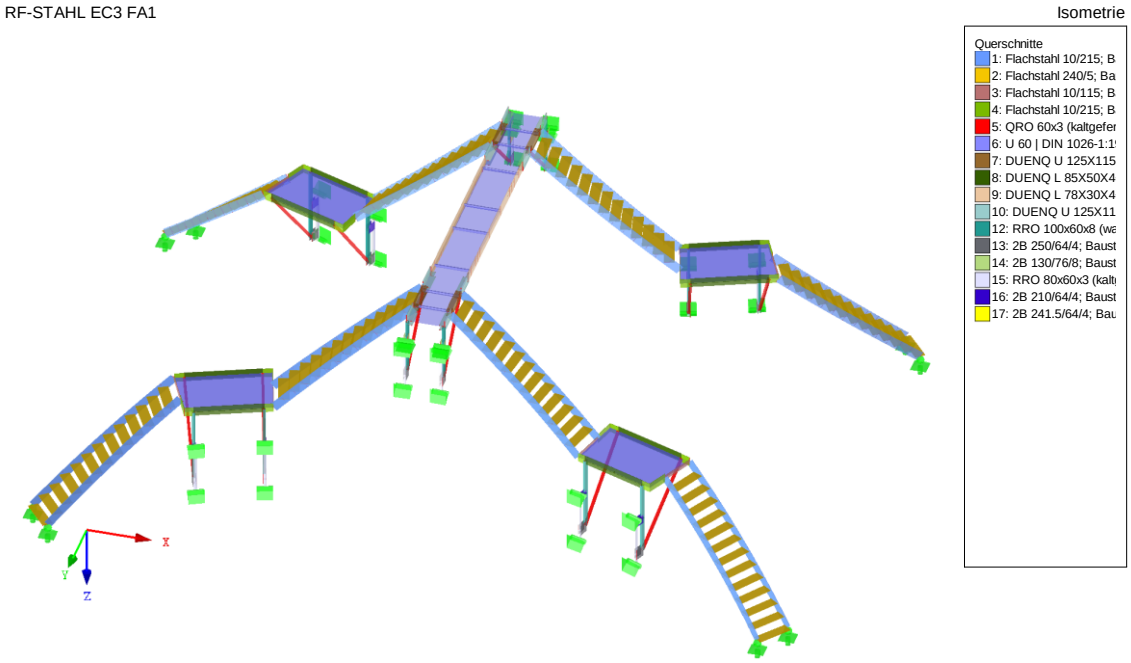


Abbildung 3.1: FE-Modell der Brücke mit 4 Treppenläufe
Figure 3.1: FE model of the bridge with 4 flights of stairs

4 Nachweise

4 Verification

4.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise

4.1 Stress and Stability Verifications

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach DIN EN 1993-1-1 [7] werden in RFEM [18] geführt.

The stress and stability verifications acc. to DIN EN 1993-1-1 [7] are carried out by RFEM [18].

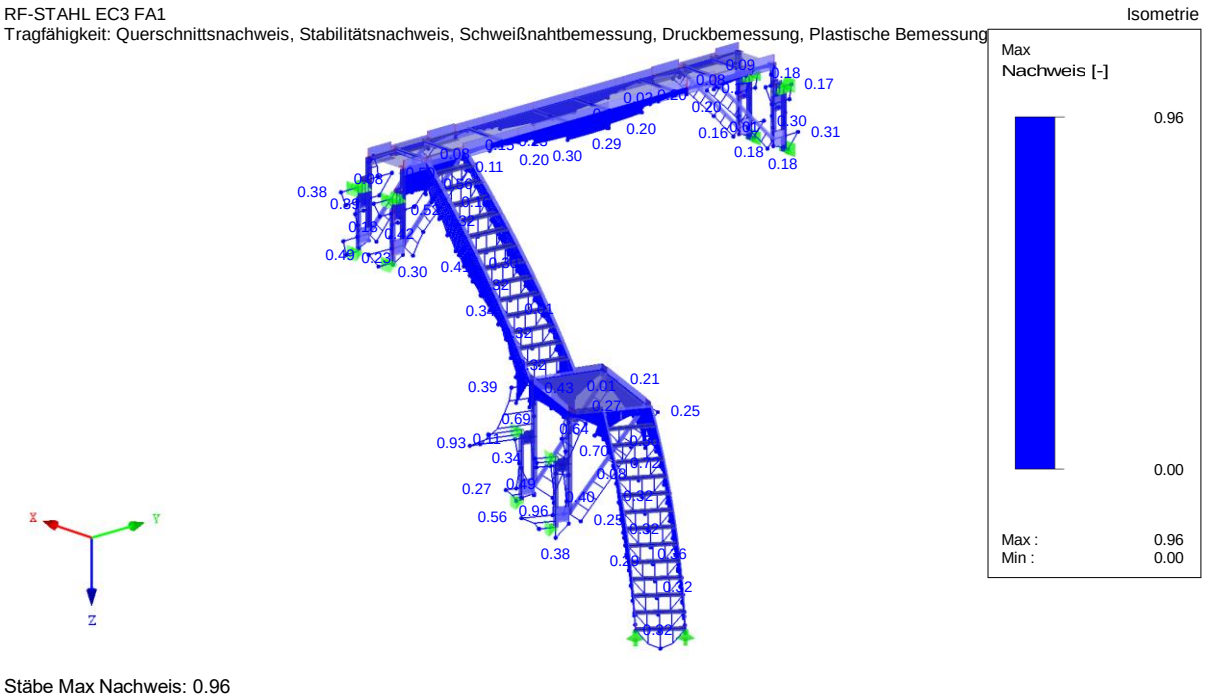
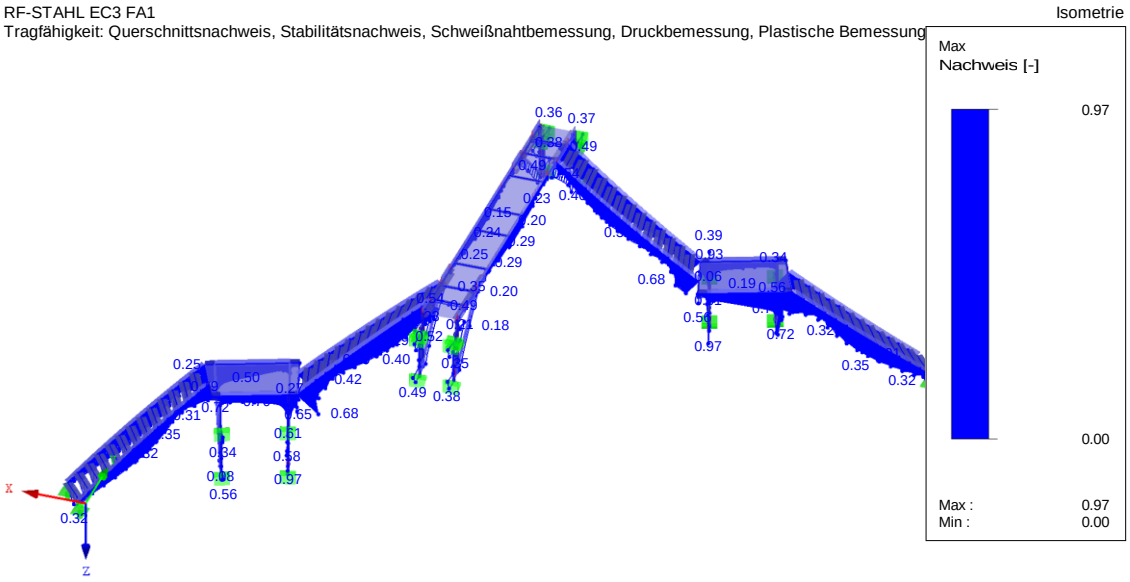


Abbildung 4.1: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 1)

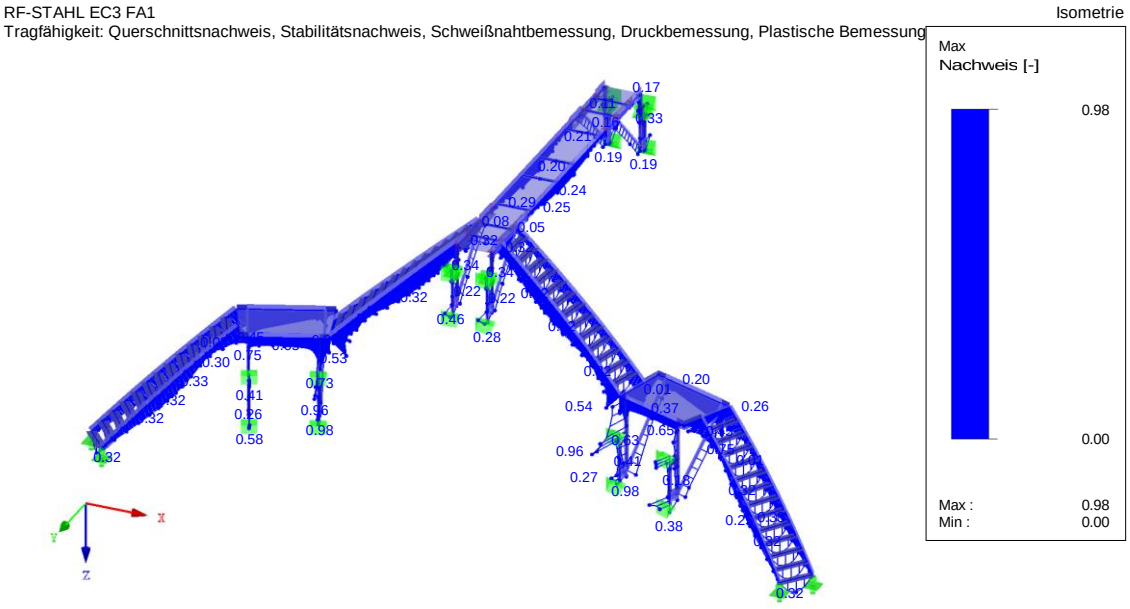
Figure 4.1: Stress and stability verification (Variant 1)



Stäbe Max Nachweis: 0.97

Abbildung 4.2: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 2)

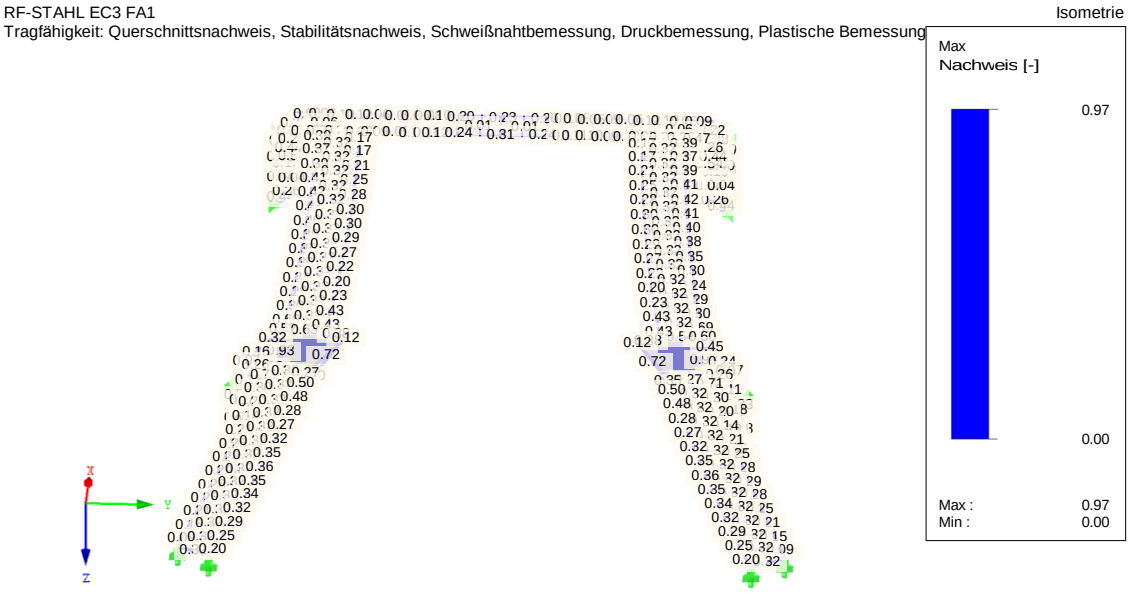
Figure 4.2: Stress and stability verification (Variant 2)



Stäbe Max Nachweis: 0.98

Abbildung 4.3: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 3)

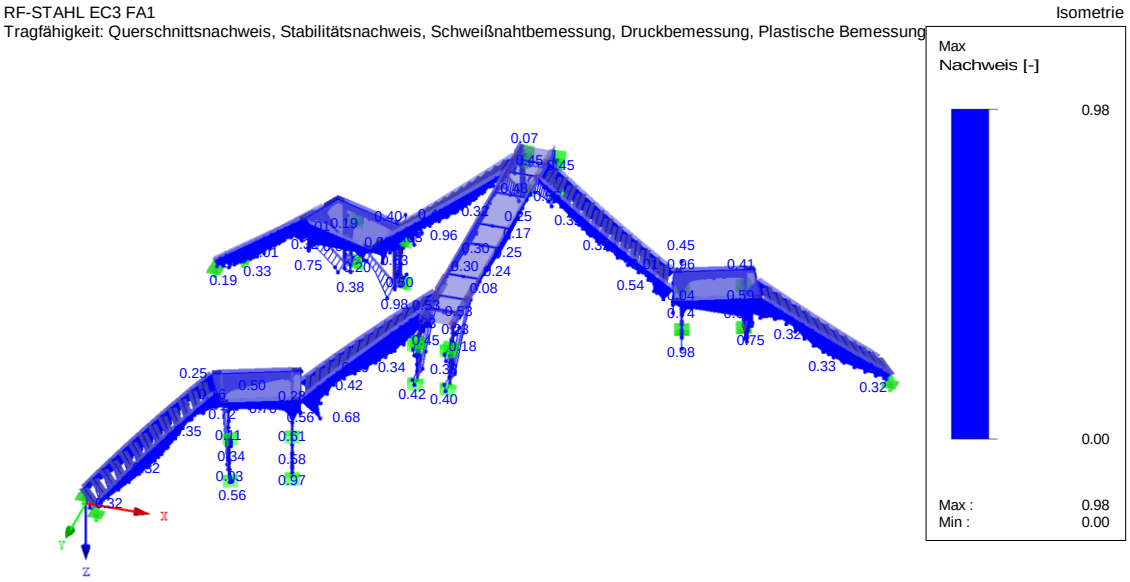
Figure 4.3: Stress and stability verification (Variant 3)



Stäbe Max Nachweis: 0.97

Abbildung 4.4: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 4)

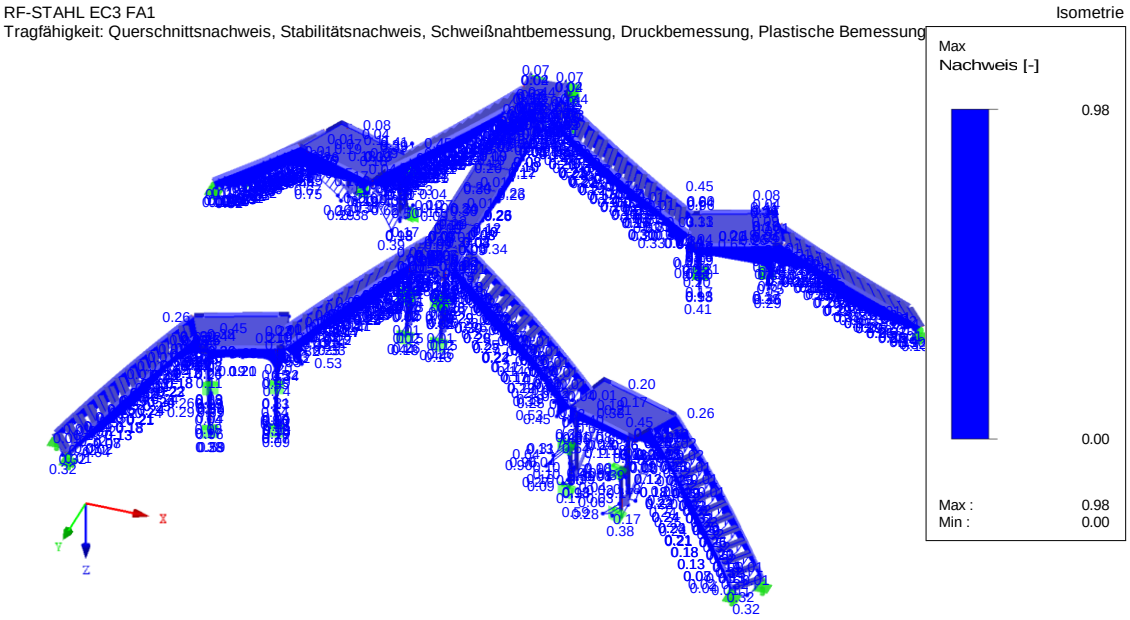
Figure 4.4: Stress and stability verification (Variant 4)



Stäbe Max Nachweis: 0.98

Abbildung 4.5: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 5)

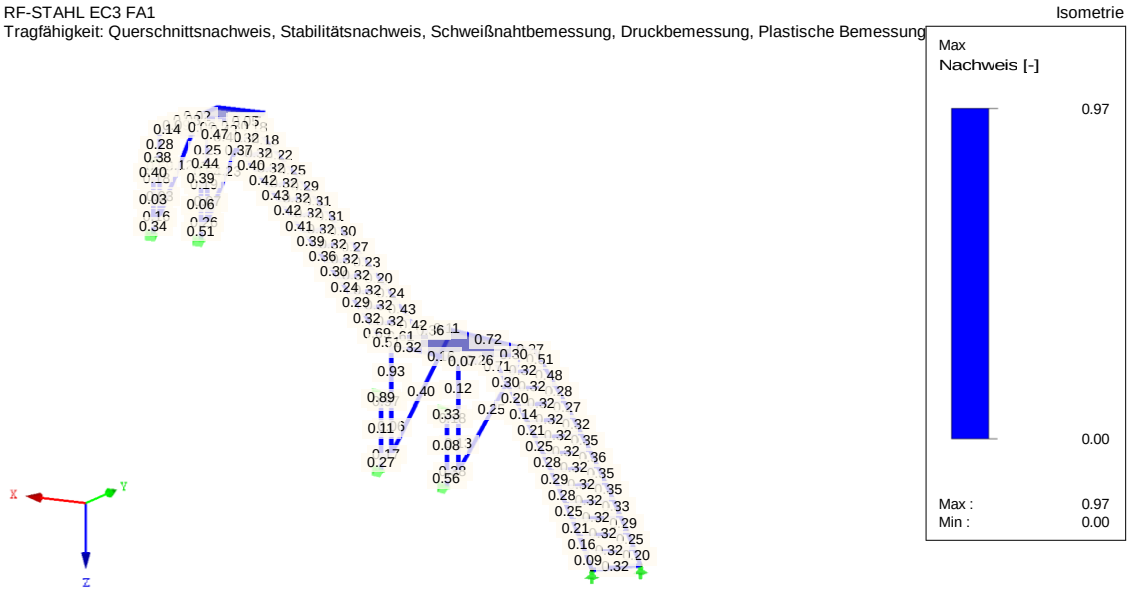
Figure 4.5: Stress and stability verification (Variant 5)



Stäbe Max Nachweis: 0.98

Abbildung 4.6: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 6)

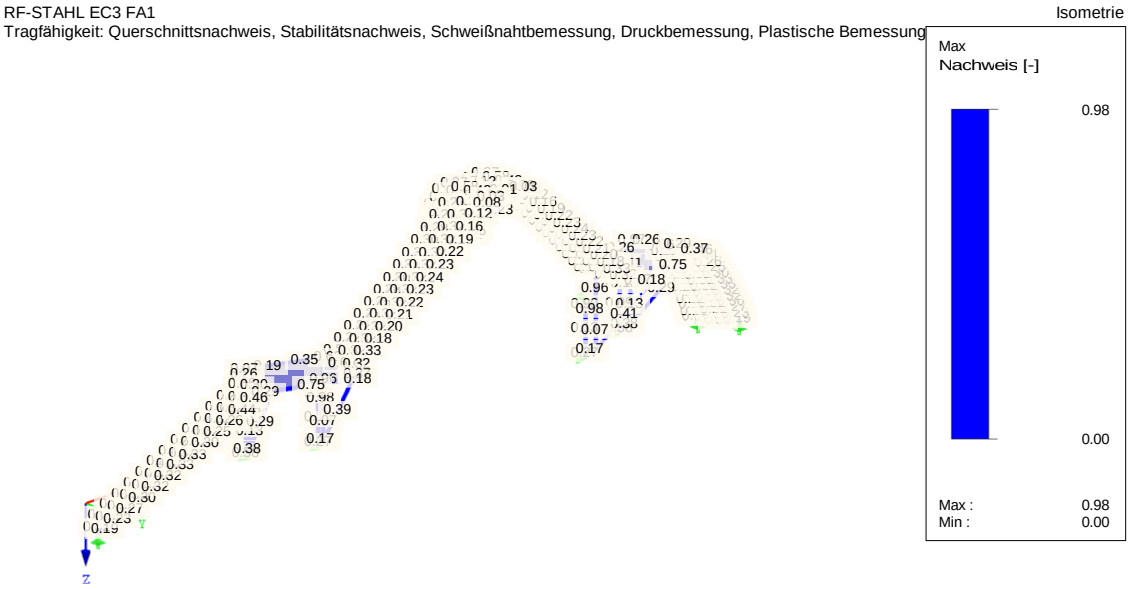
Figure 4.6: Stress and stability verification (Variant 6)



Stäbe Max Nachweis: 0.97

Abbildung 4.7: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 7)

Figure 4.7: Stress and stability verification (Variant 7)



Stäbe Max Nachweis: 0.98

Abbildung 4.8: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 8)

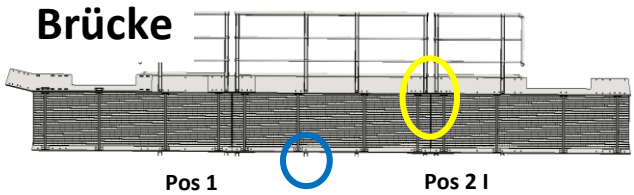
Figure 4.8: Stress and stability verification (Variant 8)

4.2 Detailnachweise

4.2 Detail Verification

4.2.1 Brücke

4.2.1 Bridge



Component	Position	Detail	Verification	Ratio	Note
Brücke	Pos 1	a	WC	0.08	Schweißnahtdicke min = 3 mm, U-Profil am Steg mit Doppelkehlnaht und am Flansch mit einfacher Kehlnaht geschweißt
		b	BC 2 x M12 8.8	0.01	
	Pos 2		BC 4 x M12 8.8	0.36	

Abbildung 4.9: Überblick Brücke
Figure 4.9: Overview Bridge

4.2.1.1 Brücke - Detail 1

4.2.1.1 Bridge - Detail 1

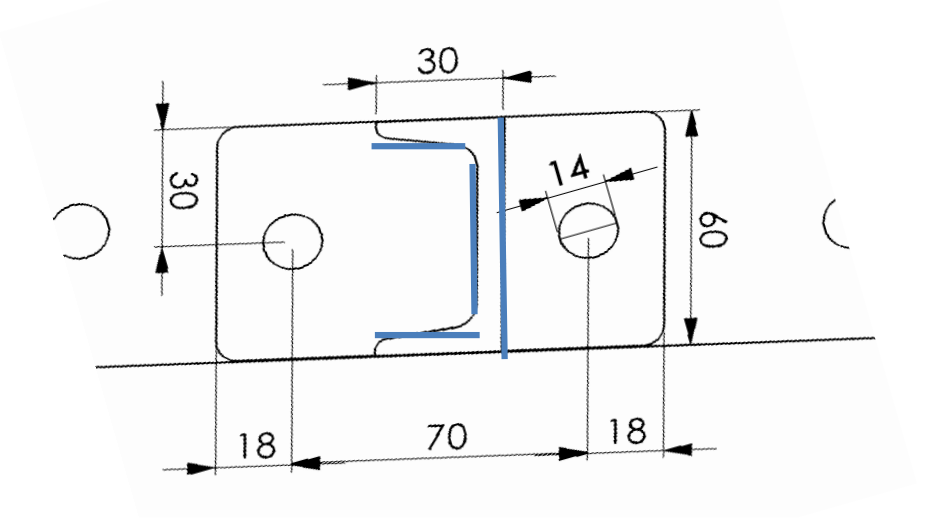


Abbildung 4.10: Brücke Position 1
Figure 4.10: Bridge Position 1

Tabelle 4.1: Nachweis Schweißnaht, Detail 1a (Brücke)
Table 4.1: Weld verification, detail 1a (bridge)

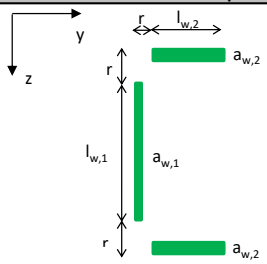
Internal forces from RFEM		
Design values		
Normal force, N		-8,540 N
Shear force, V_y		0 N
Shear force, V_z		30 N
Torsional moment, M_x		0 Nmm
Bending moment, M_y		0 Nmm
Bending moment, M_z		0 Nmm
Parameters for U-profile		
Type of U-profile		U 60
Material		S235
Yield strength, f_y		235 N/mm²
Tensile strength, f_u		360 N/mm²
Height, h		60 mm
Width, b		30 mm
Flange thickness, t_f		6.0 mm
Web thickness, t_w		6.0 mm
Radius, r		6 mm
Parameters for welded seam		
Number of weld near web, n_1		2 -
Number of weld near flange, n_2		1 -
Weld thickness near web, $a_{w,1}$		3.0 mm
Weld thickness near flange, $a_{w,2}$		3.0 mm
Length of weld near web, $l_{w,1}$	$= h - 2 \cdot r$	48.0 mm
Length of weld near flange, $l_{w,2}$	$= b - r$	24.0 mm
Area of whole weld, A_w	$= n_1 \cdot a_{w,1} \cdot l_{w,1} + 2 \cdot n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}$	432 mm²
Area of weld near web, $A_{w,1}$	$= n_1 \cdot a_{w,1} \cdot l_{w,1}$	288 mm²
Area of weld near flange, $A_{w,2}$	$= n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}$	72 mm²
Center of gravity y-direction, y	$= (A_{w,2} \cdot (l_{w,2} / 2 + r) \cdot 2 + A_{w,1} \cdot n_1 \cdot a_{w,1} / 2) / A_w$	8.0 mm
Center of gravity z-direction, z	$= (A_{w,2} \cdot n_2 \cdot a_{w,2} / 2 + A_{w,1} \cdot (r + l_{w,1} / 2) + A_{w,2} \cdot (2 \cdot r + l_{w,1} - n_2 \cdot a_{w,2} / 2)) / A_w$	30.0 mm
Moment of inertia, I_y	$= ((n_2 \cdot a_{w,2})^3 \cdot l_{w,2} / 12 + A_{w,2} \cdot (z - (n_2 \cdot a_{w,2}) / 2)^2) \cdot 2 + (n_1 \cdot a_{w,1}) \cdot l_{w,1}^3 / 12$	172,368 mm⁴
Moment of inertia, I_z	$= (n_2 \cdot a_{w,2} \cdot l_{w,2}^3 / 12 + A_{w,2} \cdot (l_{w,2} / 2 + r - y)^2) \cdot 2 + (n_2 \cdot a_{w,1})^3 \cdot l_{w,1} / 12 + A_{w,1} \cdot (y - (n_1 \cdot a_{w,1}) / 2)^2$	29,376 mm⁴
Section modulus, W_y	$= I_y / z$	5,746 mm³
Section modulus, W_z	$= I_z / (l_{w,2} + r - y)$	1,335 mm³
Polar moment of inertia, I_p	$= I_y + I_z$	201,744 mm⁴
Safety factor, γ_{M2}		1.25
Calculation of stresses for welded seam		
Normal stress, $\sigma_{w,Ed}$	$= N / A_w + M_y / W_y + M_z / W_z$	20 N/mm²
Shear stress, $\tau_{y,w,Ed}$	$= V_y / (2 \cdot A_{w2}) + M_x / I_p \cdot z$	0 N/mm²
Shear stress, $\tau_{z,w,Ed}$	$= V_z / A_{w1} + M_x / I_p \cdot y$	0 N/mm²
Stress verification of welded seam		
Equivalent stress, $\sigma_{equ,Ed,w}$	$= \sqrt{(\sigma_w^2 + 3 \cdot \tau_{y,w}^2 + 3 \cdot \tau_{z,w}^2)}$	20 N/mm²
Resistance normal stress, $\sigma_{w,Rd}$	$= 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$	259 N/mm²
Resistance equivalent stress, $\sigma_{equ,Rd,w}$	$= f_u / (\gamma_{M2} \cdot \beta_w)$	360 N/mm²
Verification 1	$= \sigma_{w,Ed} / \sigma_{w,Rd}$	**0.08 <1, ok**
Verification 2	$= \sigma_{equ,Ed,w} / \sigma_{equ,Rd,w}$	**0.05 <1, ok**

Tabelle 4.2: Nachweis Schrauben, Detail 1b (Brücke)

Table 4.2: Bolt verification, detail 1b (bridge)

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	510	N	Shear force Fy	**0**	N
Shear force Vy	0	N	Shear force Fz	**15**	N
Shear force Vz	30	N	Tensile force Ft	**255**	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	0	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	**12**		**Plate/Beam**		
Bolt strength	**8.8**		Material	**S235**	
Standard	**DIN EN 14399-4**		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	**normal bolt**		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	**4**	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	**no**
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**large hole tolerance**				
Shear band	**thread in shear band**				
Hole diameter, d_0	15	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**				
Pretension bolt	**no**				

Hole and edge distances [mm]					
	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e_1	18	18	56	ok	
Edge distance e_2	30	18	56	ok	
Hole distance p_1	70	33	56	not ok	*
Hole distance p_2	70	36	56	not ok	*
				*not relevant, because no thread of corrosion	

Resistance					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	18	mm	e_1	30	mm
p_1	70	mm	p_1	0	mm
e_2	30	mm	e_2	18	mm
p_2	0	mm	p_2	70	mm
			Single shear connection		
$F_{b,Rd}$= 1 · 360 · 12 · 4/1,25 · 0.8	11,059	N	$F_{b,Rd}$= 1,11 · 360 · 12 · 4/1,25 · 0.8	12,239	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 4 · 360/1,25	49,846	N			

Verification					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	11,059	N	$F_{b,Rd}$ =	12,239	N
$F_{b,Ed}$ =	0	N	$F_{b,Ed}$ =	15	N
Verification	**0.00 <1, ok**		**Verification**	**0.00 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$F_{v,Ed}$ = √ (F_y^2 + F_z^2)	15	N	$F_{t,Ed}$ =	255	N
Verification	**0.00 <1, ok**		**Verification**	**0.01 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.00 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	49,846	N
			$F_{t,Ed}$ =	255	N
			Verification	**0.01 <1, ok**	

4.2.1.2 Brücke - Detail 2

4.2.1.2 Bridge - Detail 2

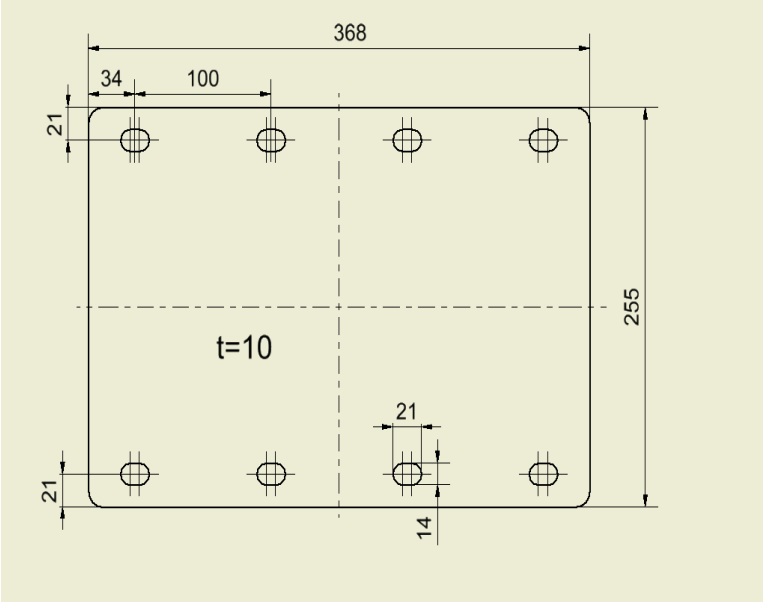


Abbildung 4.11: Brücke Position 2
Figure 4.11: Bridge Position 2

Tabelle 4.3: Nachweis Schrauben, Detail 2 (Brücke)

Table 4.3: Bolt verification, detail 2 (bridge)

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-34,190	N	Shear force Fx	**8,548**	N
Shear force Vy	0	N	Shear force Fz	**7,245**	N
Shear force Vz	-1,670	N	Tensile force Ft	**0**	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	1,270,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	**12**		**Plate/Beam**		
Bolt strength	**10.9**		Material	**S235**	
Standard	**DIN EN 14399-4**		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	**normal bolt**		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	**10**	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	**no**
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	900	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	1000	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**long elongated hole**	**z**			
Shear band	**thread in shear band**				
Hole diameter, d_0	13	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**				
Pretension bolt		**yes**			
Standard	**DIN EN 1993-1-8/NA**				
Pretension force, $F_{p,C}$	50,000	N			
Friction coefficient, μ	**0.35**				

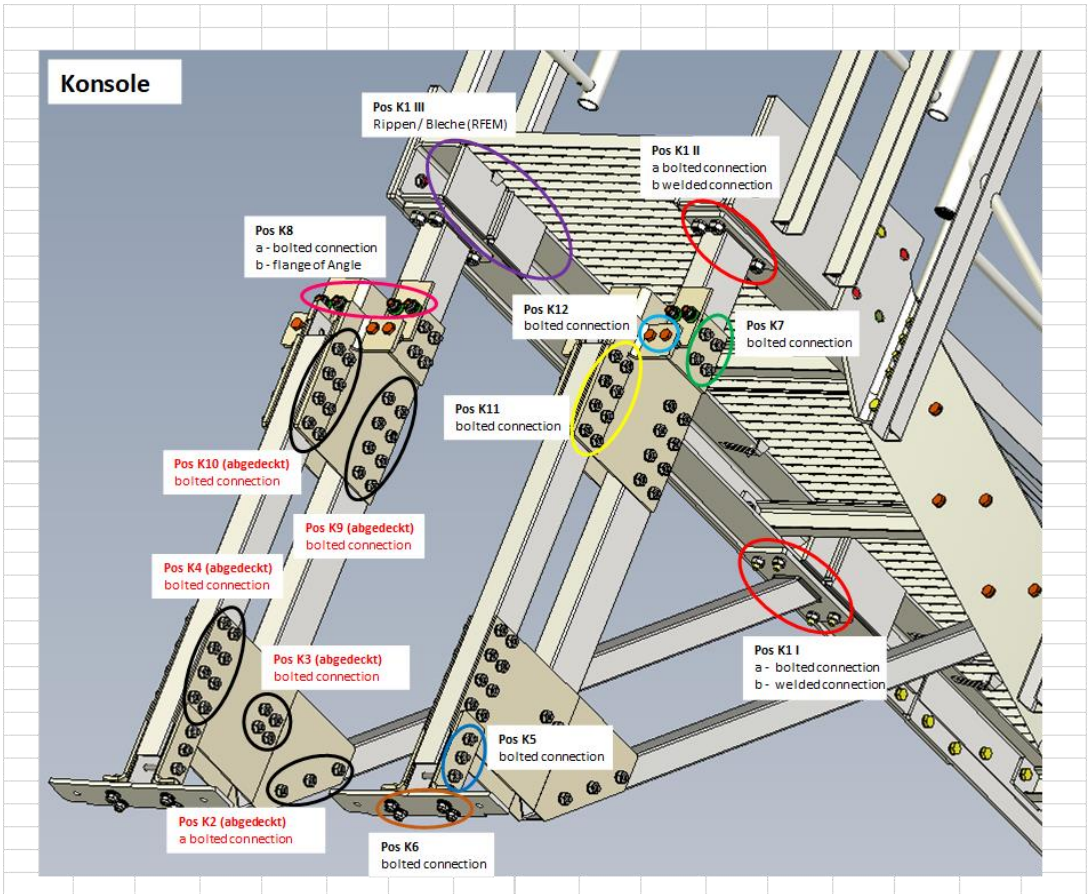
Hole and edge distances [mm]					
	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e3	30.5	19.5		ok	
Edge distance e4	21	19.5		ok	
Hole distance p_1	93	28.6	140	ok	
Hole distance p_2	213	31.2	140	not ok	*

*not relevant, because no thread of corrosion (no tensile

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	30.5	mm	e_1	21	mm
p_1	93	mm	p_1	213	mm
e_2	21	mm	e_2	30.5	mm
p_2	213	mm	p_2	93	mm
Fb,Rd= 1,96 · 360 · 12 · 10/1,25	67,569	N	Fb,Rd= 1,35 · 360 · 12 · 10/1,25 · 0.6	27,914	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.5		k_2	0.9	
Fv,Rd = 0,5 · 1000 · 84/1,25	33,720	N	Ft,Rd = 0,9 · 1000 · 84/1,25	60,696	N
Punching					
Bp,Rd = 0,6 · π · 23 · 10 · 360/1,25	124,615	N			
Sliding resistance in x-direction			**Sliding resistance in z-direction**		
k_s	0.63		k_s	0.7	
Fs,Rd = 0,63 · 1 · 0,35 · (50000 - 0.8 · 0)/1,25	8820	N	Fs,Rd = 0,7 · 1 · 0,35 · (50000 - 0.8 · 0)/1,25	9800	N
Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	67,569	N	$F_{b,Rd}$ =	27,914	N
$F_{b,Ed}$ =	8,548	N	$F_{b,Ed}$ =	7,245	N
Verification	**0.13 <1, ok**		**Verification**	**0.26 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	33,720	N	$F_{t,Rd}$ =	60,696	N
Fv,Ed = √ (Fx² + Fz²)	11,205	N	$F_{t,Ed}$ =	0	N
Verification	**0.33 <1, ok**		**Verification**	**0.00 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.33 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	0	N
			Verification	**0.00 <1, ok**	
Sliding resistance in x-direction			**Sliding resistance in z-direction**		
$F_{s,Rd}$ =	8,820	N	$F_{s,Rd}$ =	9,800	N
$F_{b,Ed}$ =	8,548	N	$F_{b,Ed}$ =	7,245	N
Verification	**0.97 <1, ok**		**Verification**	**0.74 <1, ok**	

4.2.2 Konsole

4.2.2 Bracket



Component	Position	Detail	Verification	Ratio	Note
Konsole	Pos 2				abgedeckt
	Pos 3				abgedeckt
	Pos 4				abgedeckt
	Pos 5			0.94	
	Pos 6	a			
		b	Flange of Angle	ok	
	Pos 7		BC 4 x M12 8.8	0.82	
	Pos 8	a	BC 2 x M12 8.8	0.92	
		b	Flange of Angle	ok	
	Pos 9				abgedeckt
	Pos 10				abgedeckt
	Pos 11		BC 4 x M12 8.8	0.35	
	Pos 12		BC 4 x M12 8.8	0.88	

Abbildung 4.12: Überblick Konsole

Figure 4.12: Overview Bracket

4.2.2.1 Konsole – Detail 5:

Tabelle 4.4: Nachweis Schrauben, Detail K5 (Konsole)
Table 4.4: Bolt verification, detail K5 (Bracket)

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	47,430 N	Shear force Fz	17,054 N
Shear force Vy	-10,760 N	Shear force Fx	7,905 N
Shear force Vz	-25,330 N	Tensile force Ft	22,610 N
Torsional moment, Mx	-1,550,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	1,190,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S355
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	355 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	490 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? yes
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²	Filler plate thickness, t_p	6 mm
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²	Parameter for filler plate, β_p	0.95
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	normal hole		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	13 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	37.5	15.6	52	ok
Edge distance e_2	16	15.6	52	ok
Hole distance p_1	42	28.6	42	ok
Hole distance p_2	42	31.2	42	ok

Resistance			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
e_1	37.5 mm	e_1	16 mm
p_1	0 mm	p_1	42 mm
e_2	16 mm	e_2	37.5 mm
p_2	42 mm	p_2	0 mm
Single shear connection			
Fb,Rd= 1,5 · 490 · 12 · 3/1,25	21,168 N	Fb,Rd= 1,03 · 490 · 12 · 3/1,25	14,474 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
Fv,Rd = 0,6 · 800 · 84/1,25 · 0,95	30,753 N	Ft,Rd = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557 N
Punching			
Bp,Rd = 0,6 · π · 23 · 3 · 490/1,25	50,885 N		

Verification			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	21,168 N	$F_{b,Rd}$ =	14,474 N
$F_{b,Ed}$ =	17,054 N	$F_{b,Ed}$ =	7,905 N
Verification	**0.81 <1, ok**	**Verification**	**0.55 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	30,753 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
Fv,Ed = √(Fz² + Fx²)	18,797 N	$F_{t,Ed}$ =	22,610 N
Verification	**0.61 <1, ok**	**Verification**	**0.47 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.94 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	50,885 N
		$F_{t,Ed}$ =	22,610 N
		Verification	**0.44 <1, ok**

4.2.2.2 Konsole – Detail 6:

Tabelle 4.5: Spannungsnachweis, Detail K6 (Konsole)
Table 4.5: Angle verification, detail K6 (Bracket)

Verification of angle according to DIN EN 1993-1-8				
Input parameter				
Profile	Width	ba	**75**	mm
	Angle thickeness	t	**7**	mm
	Safety factor	γ_{M0}	**1**	
Material			**S355**	
	Yield strength	f_y	355	N/mm²
	Tensile strength	f_u	490	N/mm²
Bolt	M		**12**	
	strength		**8.8**	
	Bolt diameter	d	12	mm
	Bolt area	A	113	mm²
	Bolt shear area	A_s	84	mm²
	Yield strength of bolt	$f_{y,b}$	640	N/mm²
	Tensile strength of bolt	$f_{u,b}$	800	N/mm²
	Safety factor	γ_{M1}	1.25	
	Hole diameter	d_0	13	mm
	Tensile resistance	$F_{t,Rd}$	48,384	N
	Heigh of screw head	k	**8**	mm
Nut	M		**12**	
	Heigh of nut	m_{height}	**10**	mm
Washer	Thickness	t	**3**	mm
Bolt pattern		e_{min}	**20.00**	mm
	Plate thinkness of package	∑t	13	mm
		n	20	mm
		m	**16.00**	mm
		$l_{eff,1}$	37.5	mm
Rated value for bending moment capacity of the front plate joint				
		$M_{pl,1,Rd}$	163,078	Nmm
Review of supporting forces				
		L_b	28	mm
		L_b*	235	mm
		--> Supporting forces		
Resistance of T-stub flange with tensile load				
Modus 1		$F_{T,1,Rd}$	40,770	N
Modus 2		$F_{T,2,Rd}$	62,820	N
Modus 3		$F_{T,3,Rd}$	96,768	N
		$F_{T,Rd}$	**40,770**	**N**

4.2.2.3 Konsole – Detail 7:

Tabelle 4.6: Nachweis Schrauben, Detail K7 (Konsole)

Table 4.6: Bolt verification, detail K7 (Bracket)

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	21,630	N	Shear force Fx	11,141	N
Shear force Vy	37,610	N	Shear force Fz	1,690	N
Shear force Vz	13,520	N	Tensile force Ft	31,867	N
Torsional moment, Mx	10,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	-1,890,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	1,790,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S355	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	355	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	490	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	8	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	normal hole				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	13	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	26	15.6	72	ok
Edge distance e_2	17	15.6	72	ok
Hole distance p_1	40	28.6	112	ok
Hole distance p_2	56	31.2	112	ok

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	26	mm	e_1	17	mm
p_1	40	mm	p_1	56	mm
e_2	17	mm	e_2	26	mm
p_2	56	mm	p_2	40	mm
$F_{b,Rd}$= 1,31 · 490 · 12 · 8/1,25	49,211	N	$F_{b,Rd}$= 1,09 · 490 · 12 · 8/1,25	41,009	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 8 · 490/1,25	135,692	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	49,211	N	$F_{b,Rd}$ =	41,009	N
$F_{b,Ed}$ =	11,141	N	$F_{b,Ed}$ =	1,690	N
Verification	**0.23 <1, ok**		**Verification**	**0.04 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fx^2 + Fz^2)}$	11,269	N	$F_{t,Ed}$ =	31,867	N
Verification	**0.35 <1, ok**		**Verification**	**0.66 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.82 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	135,692	N
			$F_{t,Ed}$ =	31,867	N
			Verification	**0.23 <1, ok**	

4.2.2.5 Konsole – Detail 8:

Tabelle 4.7: Nachweis Schrauben, Detail K8 (Konsole)

Table 4.7: Bolt verification, detail K8 (Bracket)

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	17,630	N	Shear force Fy	9,815	N
Shear force Vy	-39,260	N	Shear force Fz	3,108	N
Shear force Vz	12,070	N	Tensile force Ft	21,726	N
Torsional moment, Mx	-20,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	0	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	3,810,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	3	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	normal hole				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	13	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	16	15.6	52	ok
Edge distance e_2	27.5	15.6	52	ok
Hole distance p_1	42	28.6	42	ok
Hole distance p_2	42	31.2	42	ok

Resistance					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	16	mm	e_1	27.5	mm
p_1	42	mm	p_1	0	mm
e_2	27.5	mm	e_2	16	mm
p_2	0	mm	p_2	42	mm
			Single shear connection		
$F_{b,Rd}$= 1,03 · 360 · 12 · 3/1,25	10,634	N	$F_{b,Rd}$= 1,23 · 360 · 12 · 3/1,25	12,766	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 3 · 360/1,25	37,385	N			

Verification					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	10,634	N	$F_{b,Rd}$ =	12,766	N
$F_{b,Ed}$ =	9,815	N	$F_{b,Ed}$ =	3,108	N
Verification	**0.92 <1, ok**		**Verification**	**0.24 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fy^2 + Fz^2)}$	10,295	N	$F_{t,Ed}$ =	21,726	N
Verification	**0.32 <1, ok**		**Verification**	**0.45 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.64 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	37,385	N
			$F_{t,Ed}$ =	21,726	N
			Verification	**0.58 <1, ok**	

Tabelle 4.8: Spannungsnachweis, Detail K8 (Konsole)
Table 4.8: Angle verification, detail K8 (Bracket)

Verification of angle according to DIN EN 1993-1-8				
Input parameter				
Profile	Width	ba	**90**	mm
	Angle thickeness	t	**8**	mm
	Safety factor	γ_{M0}	**1**	
Material			**S355**	
	Yield strength	f_y	355	N/mm²
	Tensile strength	f_u	490	N/mm²
Bolt	M		**12**	
	strength		**8.8**	
	Bolt diameter	d	12	mm
	Bolt area	A	113	mm²
	Bolt shear area	A_s	84	mm²
	Yield strength of bolt	$f_{y,b}$	640	N/mm²
	Tensile strength of bolt	$f_{u,b}$	800	N/mm²
	Safety factor	γ_{M1}	1.25	
	Hole diameter	d_0	14	mm
	Tensile resistance	$F_{t,Rd}$	48,384	N
	Heigh of screw head	k	**8**	mm
Nut	M		**12**	
	Heigh of nut	m_{height}	**10**	mm
Washer	Thickness	t	**3**	mm
Bolt pattern		e_{min}	**16.00**	mm
	Plate thinkness of package	∑t	13	mm
		n	16	mm
		m	**20.00**	mm
		$l_{eff,1}$	45.0	mm
Rated value for bending moment capacity of the front plate joint				
		$M_{pl,1,Rd}$	255,600	Nmm
Review of supporting forces				
		L_b	28	mm
		L_b*	257	mm
		--> Supporting forces		
Resistance of T-stub flange with tensile load				
Modus 1		$F_{T,1,Rd}$	51,120	N
Modus 2		$F_{T,2,Rd}$	57,208	N
Modus 3		$F_{T,3,Rd}$	96,768	N
		$F_{T,Rd}$	**51,120**	**N**

4.2.2.6 Konsole – Detail 11:

Tabelle 4.9: Nachweis Schrauben, Detail K11 (Konsole)

Table 4.9: Bolt verification, detail K11 (Bracket)

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-9,220	N	Shear force Fz	2,345	N
Shear force Vy	9,460	N	Shear force Fx	1,153	N
Shear force Vz	-880	N	Tensile force Ft	17,186	N
Torsional moment, Mx	510,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	0	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	-1,660,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S355	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	355	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	490	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	3	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	normal hole				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]					
		Min.	Max.	Verification	
Edge distance e_1	20	16.8	52	ok	
Edge distance e_2	21	16.8	52	ok	
Hole distance p_1	40	30.8	42	ok	
Hole distance p_2	56	33.6	42	not ok	*
*not relevant, because no thread of corrosion					

Resistance					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in x-direction**		
e_1	20	mm	e_1	21	mm
p_1	40	mm	p_1	56	mm
e_2	21	mm	e_2	20	mm
p_2	56	mm	p_2	40	mm
Fb,Rd= 1,19 · 490 · 12 · 3/1,25	16,800	N	Fb,Rd= 1,15 · 490 · 12 · 3/1,25	16,229	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
Fv,Rd = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	Ft,Rd = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
Bp,Rd = 0,6 · π · 23 · 3 · 490/1,25	50,885	N			

Verification					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in x-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	16,800	N	$F_{b,Rd}$ =	16,229	N
$F_{b,Ed}$ =	2,345	N	$F_{b,Ed}$ =	1,153	N
Verification	**0.14 <1, ok**		**Verification**	**0.07 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
Fv,Ed = √ (Fz^2 + Fx^2)	2,613	N	$F_{t,Ed}$ =	17,186	N
Verification	**0.08 <1, ok**		**Verification**	**0.35 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.33 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	50,885	N
			$F_{t,Ed}$ =	17,186	N
			Verification	**0.34 <1, ok**	

4.2.2.7 Konsole – Detail 12:

Tabelle 4.10: Nachweis Schrauben, Detail K12 (Konsole)

Table 4.10: Bolt verification, detail K12 (Bracket)

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-9,220 N	Shear force Fy	2,365 N
Shear force Vy	-9,460 N	Shear force Fx	11,245 N
Shear force Vz	-880 N	Tensile force Ft	16,739 N
Torsional moment, Mx	-510,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	1,660,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	normal hole		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	13 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	16	15.6	52	ok
Edge distance e_2	27.5	15.6	52	ok
Hole distance p_1	40	28.6	42	ok
Hole distance p_2	40	31.2	42	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
e_1	16 mm	e_1	27.5 mm
p_1	40 mm	p_1	0 mm
e_2	27.5 mm	e_2	16 mm
p_2	0 mm	p_2	40 mm
		Single shear connection	
$F_{b,Rd}$= 1.03 · 360 · 12 · 3/1.25	10,634 N	$F_{b,Rd}$= 1.23 · 360 · 12 · 3/1.25	12,766 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371 N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 3 · 360/1,25	37,385 N		

Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	10,634 N	$F_{b,Rd}$ =	12,766 N
$F_{b,Ed}$ =	2,365 N	$F_{b,Ed}$ =	11,245 N
Verification	**0.22 <1, ok**	**Verification**	**0.88 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
Fv,Ed = √ (Fy^2 + Fx^2)	11,491 N	$F_{t,Ed}$ =	16,739 N
Verification	**0.35 <1, ok**	**Verification**	**0.34 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.60 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	37,385 N
		$F_{t,Ed}$ =	16,739 N
		Verification	**0.45 <1, ok**

4.2.3 Arbeitsbühne

4.2.3 Workplatform

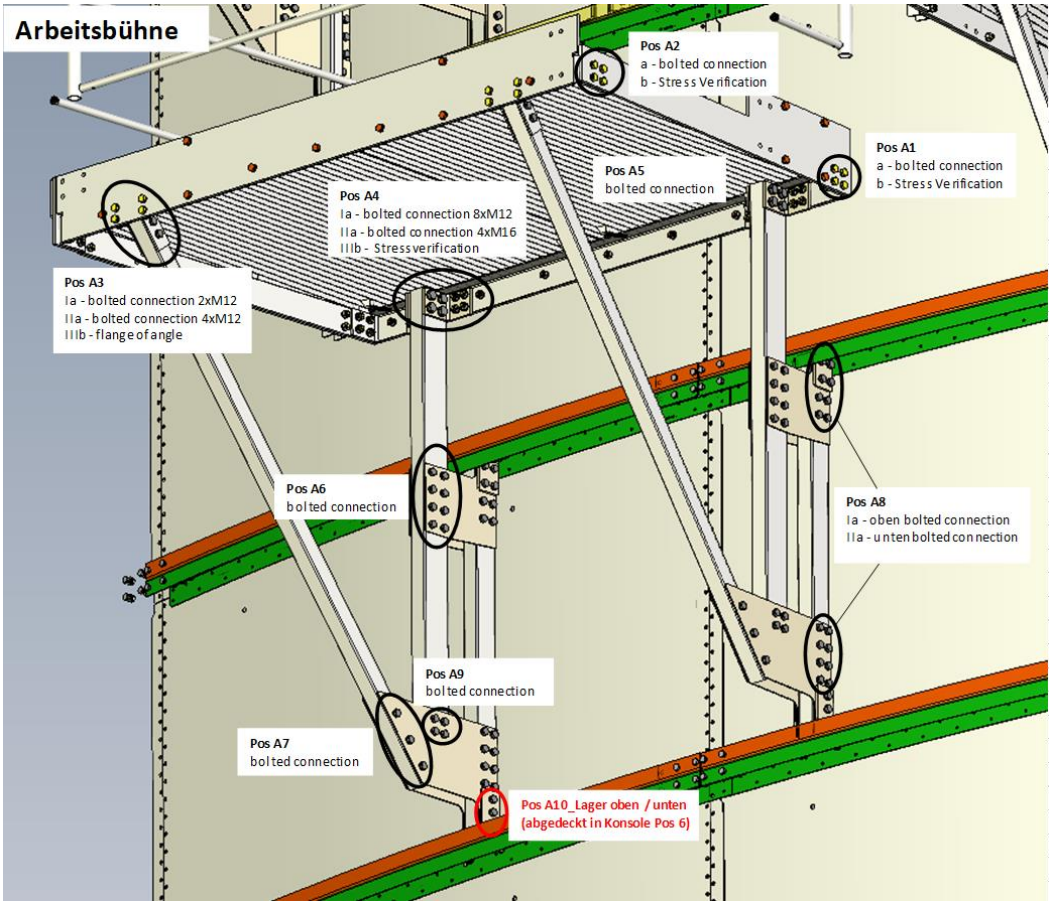


Abbildung 4.13: ÜberblickArbeitsbühne

Figure 4.13: Overview Workplatform

Tabelle 4.11: Überblick Nachweis: Arbeitsbühne

Table 4.11: Overview verification

Arbeitsbühne	**Pos A1**	a	BC 4 x M12 8.8	0.45	
		b	Stress Verification	0.74	
	Pos A2	a	BC 4 x M12 8.8	0.47	
		b	Stress Verification	0.55	
	Pos A3	Ia	BC 2 x M12 8.8	0.63	
		IIa	BC 4 x M12 8.8	0.76	
		IIIb	Flange of angle	0.49	
	Pos A4	Ia	BC 8 x M12 8.8	0.94	
		IIa	BC 4 x M16 8.8	0.84	
		IIIb	Stress Verification	0.97	
	Pos A5		BC 7 x M12 8.8	ok	Konstruktionsverbindung
	Pos A6		BC 8 x M12 8.8	0.81	
	Pos A7		BC 3 x M12 8.8	0.41	
	Pos A8	Ia - oben	BC 8 x M12 8.8	0.46	
		IIa - unten	BC 8 x M12 8.8	0.87	
	Pos A9		BC 4 x M12 8.8	0.73	
	Pos A10		BC 4 x M12 8.8	ok	abgedeckt durch Konsole Pos 6

Tabelle 4.12: Nachweis: Detail A1-a (Arbeitsbühne)

Table 4.12: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load				
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**	
Tensile force N	-1,210	N	Shear force Fx	303 N
Shear force Vy	360	N	Shear force Fz	9,580 N
Shear force Vz	-2,320	N	Tensile force Ft	6,687 N
Torsional moment, Mx	-10,000	Nmm		
Bending moment in y-direction, My	-810,000	Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-110,000	Nmm		
Input parameter				
Bolt, M	12		**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8		Material	S235
Standard	EN 14399-4 / 14399-8		Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10 mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	M12 + 2mm			
Shear band	thread in shear band			
Hole diameter, d_0	14	mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1			
Pretension bolt	no			

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	23	16.8	80	ok
Edge distance e_2	22.5	16.8	80	ok
Hole distance p_1	40	30.8	140	ok
Hole distance p_2	45	33.6	140	ok

Resistance				
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	23	mm	e_1	22.5 mm
p_1	45	mm	p_1	40 mm
e_2	22.5	mm	e_2	23 mm
p_2	40	mm	p_2	45 mm
$F_{b,Rd} = 1.26 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 10/1.25$	43,529	N	$F_{b,Rd} = 1.34 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 10/1.25$	46,286 N
Shearing per shear band			**Tensile**	
α_v	0.6		k_2 0.9	
$F_{v,Rd} = 0,85 \cdot 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	27,516	N	$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	48,557 N
Punching				
$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 10 \cdot 360/1.25$	124,615	N		
Verification				
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	43,529	N	$F_{b,Rd}$ =	46,286 N
$F_{b,Ed}$ =	303	N	$F_{b,Ed}$ =	9,580 N
Verification	**0.01 <1, ok**		**Verification**	**0.21 <1, ok**
Combination of bearing of hole			**permissibility of a 2 mm clearance for an M12 bolt**	
$(F_{b,x,Ed}/F_{b,x,Rd})^2 + (F_{b,z,Ed}/F_{b,z,Rd})^2 \leq 1$	**0.04**		$0.85 \cdot F_{v,Rd} \leq F_{b,x,Rd}$ und $0.85 \cdot F_{v,Rd} \leq F_{b,z,Rd}$	
Verification	**0.04 <1, ok**		**Permissibility Check**	**ok**
Shearing per shear band			**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	27,516	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(F_x^2 + F_z^2)}$	9,585	N	$F_{t,Ed}$ =	6,687 N
Verification	**0.35 <1, ok**		**Verification**	**0.14 <1, ok**
Combination of shearing and tensile			**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.45 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	124,615 N
			$F_{t,Ed}$ =	6,687 N
			Verification	**0.05 <1, ok**

Tabelle 4.13: Nachweis: Detail A1-b (Arbeitsbühne)
Table 4.13: Verification, detail

Nachweis - Biegung der Wange		
Normalkraft, N		22210 N
Querkraft, Vy		360 N
Querkraft, Vz		2840 N
Torsionsmoment MT		10000 Nmm
Torsionsmoment My		810000 Nmm
Torsionsmoment Mz		110000 Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235 N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1.0 -
Blechdicke Wange, tf		10 mm
Höhe des Querschnitts, h		85 mm
Fläche, A		850 mm²
Schubfläche, Ay=Az		708 mm²
Widerstandsmoment Wy		12040 mm³
Widerstandsmoment Wz		1420 mm³
Torsionsiderstandsmoment W_T		2620 mm³
Normalspannung, σx		170.87 N/mm²
Schubspannung, τy		7.83 N/mm²
Schubspannung, τz		18.14 N/mm²
Vergleichsspannung, σv	$= \sqrt{(\sigma x^2 + 3\tau y^2 + 3\tau z^2)}$	174.26 N/mm²
Nachweis	$= \sigma / f_{yd}$	**0.74** -

Tabelle 4.14: Nachweis: Detail A2-a (Arbeitsbühne)

Table 4.14: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-33,780 N	Shear force Fx	188 N
Shear force Vy	250 N	Shear force Fz	7,321 N
Shear force Vz	28,840 N	Tensile force Ft	13,695 N
Torsional moment, Mx	10,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	0 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	EN 14399-4 / 14399-8	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	10 mm
Bolt area, A	113 mm²		* for countersunk bolts tp =t - 1/2 s
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	M12 + 2mm		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	23	16.8	80	ok
Edge distance e_2	22.5	16.8	80	ok
Hole distance p_1	40	30.8	140	ok
Hole distance p_2	45	33.6	140	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	23 mm	e_1	22.5 mm
p_1	45 mm	p_1	40 mm
e_2	22.5 mm	e_2	23 mm
p_2	40 mm	p_2	45 mm
$F_{b,Rd}$= 1.26 · 360 · 12 · 10/1.25	43,529 N	$F_{b,Rd}$= 1.34 · 360 · 12 · 10/1.25	46,286 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd}$ = 0,85 . 0.6 · 800 · 84/1.25	27,516 N	$F_{t,Rd}$ = 0.9 · 800 · 84/1.25	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd}$ = 0.6 · π · 23 · 10 · 360/1.25	124,615 N		
Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	43,529 N	$F_{b,Rd}$ =	46,286 N
$F_{b,Ed}$ =	188 N	$F_{b,Ed}$ =	7,321 N
Verification	**0.00 <1, ok**	**Verification**	**0.16 <1, ok**
Combination of bearing of hole		**permissibility of a 2 mm clearance for an M12 bolt**	
$(F_{b,x,Ed}/F_{b,x,Rd})^2 + (F_{b,z,Ed}/F_{b,z,Rd})^2 \leq 1$	**0.03**	0.85 . $F_{v,Rd} \leq F_{b,x,Rd}$ und 0.85 . $F_{v,Rd} \leq F_{b,z,Rd}$	
Verification	**0.03 <1, ok**	**Permissibility Check**	**ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	27,516 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$F_{v,Ed} = V(Fx^2 + Fz^2)$	7,324 N	$F_{t,Ed}$ =	13,695 N
Verification	**0.27 <1, ok**	**Verification**	**0.28 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.47 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	124,615 N
		$F_{t,Ed}$ =	13,695 N
		Verification	**0.11 <1, ok**

Tabelle 4.15: Nachweis: Detail A2-b (Arbeitsbühne)
Table 4.15: Verification, detail

Nachweis - Biegung der Wange			
Normalkraft, N		33780	N
Querkraft, Vy		250	N
Querkraft, Vz		28840	N
Torsionsmoment MT		10000	Nmm
Torsionsmoment My		0	Nmm
Torsionsmoment Mz		0	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1.0	-
Blechdicke Wange, tf		10	mm
Höhe des Querschnitts, h		85	mm
Fläche, A		850	mm²
Schubfläche, Ay=Az		708	mm²
Widerstandsmoment Wy		12040	mm³
Widerstandsmoment Wz		1420	mm³
Torsionsiderstandsmoment W_T		2620	mm³
Normalspannung, σx		39.74	N/mm²
Schubspannung, τy		44.55	N/mm²
Schubspannung, τz		54.86	N/mm²
Vergleichsspannung, σv	$= \sqrt{(\sigma x^2 + 3\tau y^2 + 3\tau z^2)}$	128.69	N/mm²
Nachweis	$= \sigma / f_{yd}$	**0.55**	-

Tabelle 4.16: Nachweis: Detail A3-Ia (Arbeitsbühne)

Table 4.16: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	39,420 N	Shear force Fy	9,855 N
Shear force Vy	120 N	Shear force Fz	1,498 N
Shear force Vz	-40 N	Tensile force Ft	1,489 N
Torsional moment, Mx	-150,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	20,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-60,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	*for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	45	16.8	52	ok
Edge distance e_2	30	16.8	52	ok
Hole distance p_1	42	30.8	42	ok
Hole distance p_2	42	33.6	42	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	45 mm	e_1	30 mm
p_1	42 mm	p_1	0 mm
e_2	30 mm	e_2	45 mm
p_2	0 mm	p_2	42 mm
		Single shear connection	
$F_{b,Rd} = 1,88 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1,25 \cdot 0.8$	15,552 N	$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1,25 \cdot 0.8$	12,442 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 3 \cdot 360/1,25$	37,385 N		

Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	15,552 N	$F_{b,Rd}$ =	12,442 N
$F_{b,Ed}$ =	9,855 N	$F_{b,Ed}$ =	1,498 N
Verification	**0.63 <1, ok**	**Verification**	**0.12 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(Fy^2 + Fz^2)}$	9,968 N	$F_{t,Ed}$ =	1,489 N
Verification	**0.31 <1, ok**	**Verification**	**0.03 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.33 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	37,385 N
		$F_{t,Ed}$ =	1,489 N
		Verification	**0.04 <1, ok**

Tabelle 4.17: Nachweis: Detail A3-IIa (Arbeitsbühne)

Table 4.17: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	39,420 N	Shear force Fy	1,949 N
Shear force Vy	120 N	Shear force Fz	8,465 N
Shear force Vz	-40 N	Tensile force Ft	6,879 N
Torsional moment, Mx	-150,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	20,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-60,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	5 mm
Bolt area, A	113 mm²		*for countersunk bolts tp = t - 1/2 s
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	17	16.8	60	ok
Edge distance e_2	20	16.8	60	ok
Hole distance p_1	36	30.8	70	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	17 mm	e_1	20 mm
p_1	115 mm	p_1	36 mm
e_2	20 mm	e_2	17 mm
p_2	36 mm	p_2	115 mm
$F_{b,Rd} = 0.77 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5/1.25 \cdot 0.8$	10,631 N	$F_{b,Rd} = 0.81 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 5/1.25 \cdot 0.8$	11,191 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 5 \cdot 360/1,25$	62,308 N		

Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	10,631 N	$F_{b,Rd}$ =	11,191 N
$F_{b,Ed}$ =	1,949 N	$F_{b,Ed}$ =	8,465 N
Verification	**0.18 <1, ok**	**Verification**	**0.76 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fy^2 + Fz^2)}$	8,687 N	$F_{t,Ed}$ =	6,879 N
Verification	**0.27 <1, ok**	**Verification**	**0.14 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.37 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	62,308 N
		$F_{t,Ed}$ =	6,879 N
		Verification	**0.11 <1, ok**

Tabelle 4.18: Nachweis: Detail A3-IIIb (Arbeitsbühne)
Table 4.18: Verification, detail

Nachweis - Biegung der Wange			
Normalkraft, Fx		23724	N
Querkraft, Fy		120	N
Querkraft, Fz		31522	N
Torsionsmoment Mx		42354	Nmm
Biegemoment My		20000	Nmm
Biegemoment Mz		155904	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		235	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1.0	-
Blechdicke Wange, tf		5	mm
Höhe des Querschnitts, h		76	mm
Fläche, A		760	mm²
Schubfläche, Ay=Az		533	mm²
Widerstandsmoment Wy		8530	mm³
Widerstandsmoment Wz		19300	mm³
Normalspannung, σx		41.64	N/mm²
Schubspannung, τy		0.23	N/mm²
Schubspannung, τz		61.79	N/mm²
Vergleichsspannung, σv	$= \sqrt{(\sigma x^2 + 3\tau y^2 + 3\tau z^2)}$	114.84	N/mm²
Nachweis	$= \sigma / f_{yd}$	**0.49**	-

Tabelle 4.19: Nachweis: Detail A4-Ia (Arbeitsbühne)

Table 4.19: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-48,810 N	Shear force Fy	1,109 N
Shear force Vy	8,870 N	Shear force Fz	21,854 N
Shear force Vz	20,510 N	Tensile force Ft	7,243 N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	730,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-5,860,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S355
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	355 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	490 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	8 mm
Bolt area, A	113 mm²		*for countersunk bolts tp = t - 1/2 s
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	20	16.8	72	ok
Edge distance e_2	18	16.8	72	ok
Hole distance p_1	35	30.8	112	ok
Hole distance p_2	39	33.6	112	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	20 mm	e_1	18 mm
p_1	35 mm	p_1	39 mm
e_2	18 mm	e_2	20 mm
p_2	39 mm	p_2	35 mm
$F_{b,Rd} = 0.9 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 8/1.25 \cdot 0.8$	27,238 N	$F_{b,Rd} = 0.77 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 8/1.25 \cdot 0.8$	23,224 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 8 \cdot 490/1,25$	135,692 N		

Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	27,238 N	$F_{b,Rd}$ =	23,224 N
$F_{b,Ed}$ =	1,109 N	$F_{b,Ed}$ =	21,854 N
Verification	**0.04 <1, ok**	**Verification**	**0.94 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(Fy^2 + Fz^2)}$	21,882 N	$F_{t,Ed}$ =	7,243 N
Verification	**0.68 <1, ok**	**Verification**	**0.15 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.78 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	135,692 N
		$F_{t,Ed}$ =	7,243 N
		Verification	**0.05 <1, ok**

Tabelle 4.20: Nachweis: Detail A4-IIa (Arbeitsbühne)

Table 4.20: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-47,750 N	Shear force Fy	7,246 N
Shear force Vy	8,940 N	Shear force Fz	9,990 N
Shear force Vz	20,970 N	Tensile force Ft	75,985 N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	740,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-5,900,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	16	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S355
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	355 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	490 N/mm²
Bolt diameter, d	16 mm	Plate thickness, t	8 mm
Bolt area, A	201 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	157 mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	28 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	normal hole		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	18 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	22	21.6	72	ok
Edge distance e_2	22	21.6	72	ok
Hole distance p_1	40	39.6	112	ok
Hole distance p_2	46	43.2	112	ok

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	22 mm	e_1	22 mm
p_1	46 mm	p_1	40 mm
e_2	22 mm	e_2	22 mm
p_2	40 mm	p_2	46 mm
$F_{b,Rd} = 0.57 \cdot 490 \cdot 16 \cdot 8/1.25$	28,846 N	$F_{b,Rd} = 0.7 \cdot 490 \cdot 16 \cdot 8/1.25$	35,206 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 800 \cdot 157/1,25$	60,288 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 157/1,25$	90,432 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 28 \cdot 8 \cdot 490/1,25$	167,169 N		
Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	28,846 N	$F_{b,Rd}$ =	35,206 N
$F_{b,Ed}$ =	7,246 N	$F_{b,Ed}$ =	9,990 N
Verification	**0.25 <1, ok**	**Verification**	**0.28 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	60,288 N	$F_{t,Rd}$ =	90,432 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fy^2 + Fz^2)}$	12,342 N	$F_{t,Ed}$ =	75,985 N
Verification	**0.20 <1, ok**	**Verification**	**0.84 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.80 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	167,169 N
		$F_{t,Ed}$ =	75,985 N
		Verification	**0.45 <1, ok**

Tabelle 4.21: Nachweis: Detail A4-IIIb (Arbeitsbühne)
Table 4.21: Verification, detail

Nachweis - Biegung der Wange			
Normalkraft, Fx		48810	N
Querkraft, Fy		8870	N
Querkraft, Fz (+ Druck)		20510	N
Torsionsmoment Mx		0	Nmm
Biegemoment My		730000	Nmm
Biegemoment Mz		5860000	Nmm
Streckgrenze, f_{yk}		355	N/mm²
Teilsicherheitsbeiwert		1.0	-
Blechdicke Wange, tf		8	mm
Höhe des Querschnitts, h		84	mm
Fläche, A		1344	mm²
Schubfläche, Ay=Az		1120	mm²
Widerstandsmoment Wy		18820	mm³
Widerstandsmoment Wz		41070	mm³
Normalspannung, σx		38.79	N/mm²
Schubspannung, τy		7.92	N/mm²
Schubspannung, τz		197.47	N/mm²
Vergleichsspannung, σv	$= \sqrt{(\sigma x^2 + 3\tau y^2 + 3\tau z^2)}$	344.49	N/mm²
Nachweis	$= \sigma / f_{yd}$	**0.97**	-

Tabelle 4.22: Nachweis: Detail A6 (Arbeitsbühne)

Table 4.22: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load				
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**	
Tensile force N	-26,170	N	Shear force Fx	19,563 N
Shear force Vy	-11,200	N	Shear force Fz	8,671 N
Shear force Vz	-53,370	N	Tensile force Ft	2,530 N
Torsional moment, Mx	-10,000	Nmm		
Bending moment in y-direction, My	15,520,000	Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-780,000	Nmm		
Input parameter				
Bolt, M	12		**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8		Material	S355
Standard	EN 14399-4 / 14399-8		Yield strength, f_y	355 N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	490 N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	4 mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used? no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread? no
Hole type	M12 + 2mm			
Shear band	thread in shear band			
Hole diameter, d_0	14	mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1			
Pretension bolt	no			

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	25	16.8	56	ok
Edge distance e_2	25	16.8	56	ok
Hole distance p_1	50	30.8	56	ok
Hole distance p_2	56	33.6	56	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	25 mm	e_1	25 mm
p_1	50 mm	p_1	56 mm
e_2	25 mm	e_2	25 mm
p_2	56 mm	p_2	50 mm
$F_{b,Rd} = 1.49 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 4/1.25$	28,000 N	$F_{b,Rd} = 1.49 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 4/1.25$	28,000 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0{,}85 \cdot 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	27,516 N	$F_{t,Rd} = 0.9 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 4 \cdot 490/1.25$	67,846 N		
Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	28,000 N	$F_{b,Rd}$ =	28,000 N
$F_{b,Ed}$ =	19,563 N	$F_{b,Ed}$ =	8,671 N
Verification	**0.70 <1, ok**	**Verification**	**0.31 <1, ok**
Combination of bearing of hole		**permissibility of a 2 mm clearance for an M12 bolt**	
$(F_{b,x,Ed}/F_{b,x,Rd})^2 + (F_{b,z,Ed}/F_{b,z,Rd})^2 \leq 1$	**0.58**	$0.85 \cdot F_{v,Rd} \leq F_{b,x,Rd}$ und $0.85 \cdot F_{v,Rd} \leq F_{b,z,Rd}$	
Verification	**0.58 <1, ok**	**Permissibility Check**	**ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	27,516 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(F_x^2 + F_z^2)}$	21,399 N	$F_{t,Ed}$ =	2,530 N
Verification	**0.78 <1, ok**	**Verification**	**0.05 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.81 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	67,846 N
		$F_{t,Ed}$ =	2,530 N
		Verification	**0.04 <1, ok**

Tabelle 4.23: Nachweis: Detail A7 (Arbeitsbühne)

Table 4.23: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	12,740 N	Shear force Fz	8,401 N
Shear force Vy	-1,170 N	Shear force Fy	149 N
Shear force Vz	-60 N	Tensile force Ft	6,223 N
Torsional moment, Mx	80,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	50,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-1,050,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	*for countersunkboltstp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	52	16.8	52	ok
Edge distance e_2	30	16.8	52	ok

Resistance			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
e_1	52 mm	e_1	30 mm
p_1	90 mm	p_1	0 mm
e_2	30 mm	e_2	52 mm
p_2	0 mm	p_2	90 mm
		Single shear connection	
$F_{b,Rd} = 2.5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	20,736 N	$F_{b,Rd} = 1.5 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	12,442 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 3 \cdot 360/1.25$	37,385 N		

Verification			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	20,736 N	$F_{b,Rd}$ =	12,442 N
$F_{b,Ed}$ =	8,401 N	$F_{b,Ed}$ =	149 N
Verification	**0.41 <1, ok**	**Verification**	**0.01 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fz^2 + Fy^2)}$	8,402 N	$F_{t,Ed}$ =	6,223 N
Verification	**0.26 <1, ok**	**Verification**	**0.13 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.35 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	37,385 N
		$F_{t,Ed}$ =	6,223 N
		Verification	**0.17 <1, ok**

Tabelle 4.24: Nachweis: Detail A8-Ia (Arbeitsbühne)

Table 4.24: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	-26,790 N	Shear force Fx	6,183 N
Shear force Vy	9,070 N	Shear force Fz	4,278 N
Shear force Vz	-51,270 N	Tensile force Ft	9,851 N
Torsional moment, Mx	10,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	3,710,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-1,390,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S355
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	355 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	490 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	*for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	20	16.8	52	ok
Edge distance e_2	30	16.8	52	ok
Hole distance p_1	40	30.8	42	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	20 mm	e_1	30 mm
p_1	40 mm	p_1	56 mm
e_2	30 mm	e_2	20 mm
p_2	56 mm	p_2	40 mm
$F_{b,Rd} = 1.19 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	13,440 N	$F_{b,Rd} = 1.64 \cdot 490 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	18,547 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 3 \cdot 490/1,25$	50,885 N		

Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	13,440 N	$F_{b,Rd}$ =	18,547 N
$F_{b,Ed}$ =	6,183 N	$F_{b,Ed}$ =	4,278 N
Verification	**0.46 <1, ok**	**Verification**	**0.23 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fx^2 + Fz^2)}$	7,519 N	$F_{t,Ed}$ =	9,851 N
Verification	**0.23 <1, ok**	**Verification**	**0.20 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.38 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	50,885 N
		$F_{t,Ed}$ =	9,851 N
		Verification	**0.19 <1, ok**

Tabelle 4.25: Nachweis: Detail A8-IIa (Arbeitsbühne)

Table 4.25: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	21,480 N	Shear force Fx	8,634 N
Shear force Vy	110 N	Shear force Fz	3,804 N
Shear force Vz	33,090 N	Tensile force Ft	576 N
Torsional moment, Mx	0 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	6,000,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-90,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	113 mm²	*for countersunkboltstp=t-1/2s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	20	16.8	52	ok
Edge distance e_2	21	16.8	52	ok
Hole distance p_1	40	30.8	42	ok

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
e_1	20 mm	e_1	21 mm
p_1	40 mm	p_1	56 mm
e_2	21 mm	e_2	20 mm
p_2	56 mm	p_2	40 mm
$F_{b,Rd} = 1.19 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	9,874 N	$F_{b,Rd} = 1.15 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 3/1.25 \cdot 0.8$	9,539 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 3 \cdot 360/1.25$	37,385 N		

Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in z-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	9,874 N	$F_{b,Rd}$ =	9,539 N
$F_{b,Ed}$ =	8,634 N	$F_{b,Ed}$ =	3,804 N
Verification	**0.87 <1, ok**	**Verification**	**0.40 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fx^2 + Fz^2)}$	9,435 N	$F_{t,Ed}$ =	576 N
Verification	**0.29 <1, ok**	**Verification**	**0.01 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.30 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	37,385 N
		$F_{t,Ed}$ =	576 N
		Verification	**0.02 <1, ok**

Tabelle 4.26: Nachweis: Detail A9 (Arbeitsbühne)

Table 4.26: Verification, detail

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	17,740 N	Shear force Fz	11,560 N
Shear force Vy	-120 N	Shear force Fx	2,426 N
Shear force Vz	6,310 N	Tensile force Ft	1,280 N
Torsional moment, Mx	50,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	-1,690,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-50,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	12	**Plate/Beam**	
Bolt strength	8.8	Material	S235
Standard	DIN EN 14399-4	Yield strength, f_y	235 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	360 N/mm²
Bolt diameter, d	12 mm	Plate thickness, t	4 mm
Bolt area, A	113 mm²	*for countersunkboltstp=t-1/2s	
Bolt shear area, A_s	84 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	640 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	large hole tolerance		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	14 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
		Min.	Max.	Verification
Edge distance e_1	26	16.8	56	ok
Edge distance e_2	32	16.8	56	ok
Hole distance p_1	40	30.8	56	ok
Hole distance p_2	40	33.6	56	ok

Resistance			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
e_1	26 mm	e_1	32 mm
p_1	40 mm	p_1	40 mm
e_2	32 mm	e_2	26 mm
p_2	40 mm	p_2	40 mm
$F_{b,Rd} = 1.42 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 4/1.25 \cdot 0.8$	15,746 N	$F_{b,Rd} = 1.62 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 4/1.25 \cdot 0.8$	17,866 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2	0.9
$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot 800 \cdot 84/1.25$	32,371 N	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot 800 \cdot 84/1,25$	48,557 N
Punching			
$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot 23 \cdot 4 \cdot 360/1.25$	49,846 N		
Verification			
Bearing of hole in z-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	15,746 N	$F_{b,Rd}$ =	17,866 N
$F_{b,Ed}$ =	11,560 N	$F_{b,Ed}$ =	2,426 N
Verification	**0.73 <1, ok**	**Verification**	**0.14 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	32,371 N	$F_{t,Rd}$ =	48,557 N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fz^2 + Fx^2)}$	11,811 N	$F_{t,Ed}$ =	1,280 N
Verification	**0.36 <1, ok**	**Verification**	**0.03 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.38 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	49,846 N
		$F_{t,Ed}$ =	1,280 N
		Verification	**0.03 <1, ok**

4.2.4 Treppe

4.2.4 Stairs

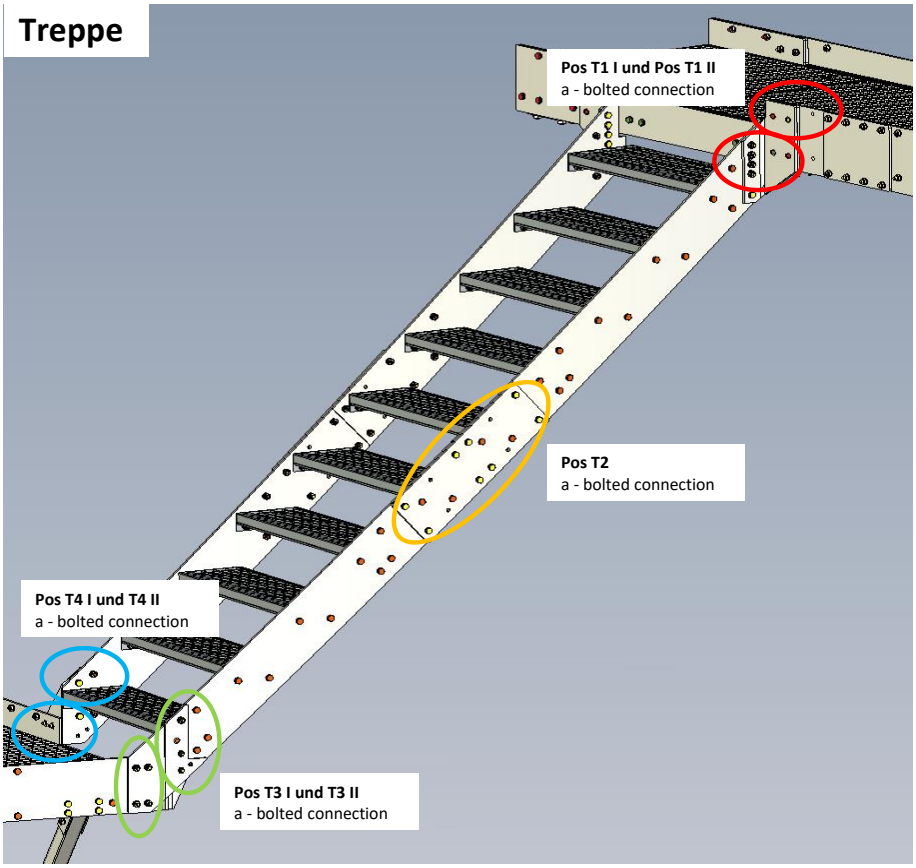
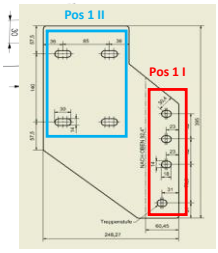
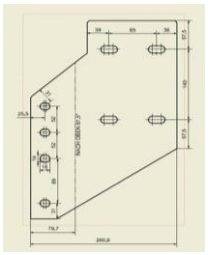


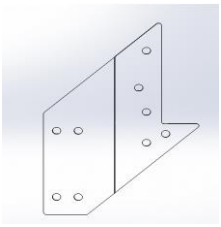
Abbildung 4.14: Überblick Treppenlauf
Figure 4.14: Overview Stairs

Tabelle 4.27: Überblick Nachweis: Treppenlauf
Table 4.27: Overview verification of stairs

Component	Position	Detail	Verification	Ratio	Note
Treppe	Pos 1 I		BC 4 x M12 8.8	0.81	ohne Vorspannung
	Pos 1 II		BC 4 x M12 8.8	0.38	Planmäßig vorgespannte Schraubenverbindung Fp,c=17500 N Reibbeiwert 0,3
	Pos 2		BC 8 x M12 8.8	0.56	weitere 4 Schrauben aus Korrosionsschutzgründen
	Pos 3 I		BC 4 x M12 8.8	0.89	
	Pos 3 II		BC 4 x M12 8.8		abgedeckt
	Pos 4 I		BC 4 x M12 8.8	0.76	
	Pos 4 II		BC 4 x M12 8.8	0.24	







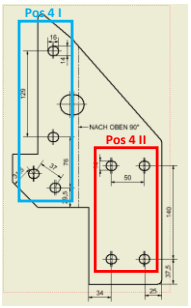


Tabelle 4.28: Nachweis Schrauben: Detail T 1I (Treppe)

Table 4.28: Bolt *Verification, detail T 1I (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-64,040	N	Shear force Fx	22,294	N
Shear force Vy	-710	N	Shear force Fz	690	N
Shear force Vz	-2,760	N	Tensile force Ft	178	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	-2,300,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	short elongated hole	z			
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	21	21		ok
Edge distance e4	29.5	21		ok
Hole distance p_1	52	30.8	140	ok
Hole distance p_2	52	33.6	140	ok

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	21	mm	e_1	29.5	mm
p_1	0	mm	p_1	52	mm
e_2	29.5	mm	e_2	21	mm
p_2	52	mm	p_2	0	mm
Single shear connection					
$F_{b,Rd}$= 1,25 · 360 · 12 · 10/1,25	43,200	N	$F_{b,Rd}$= 1,76 · 360 · 12 · 10/1,25 · 0.6	36,411	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	27,516	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 10 · 360/1,25	124,615	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	43,200	N	$F_{b,Rd}$ =	36,411	N
$F_{b,Ed}$ =	22,294	N	$F_{b,Ed}$ =	690	N
Verification	**0.52**	**<1, ok**	**Verification**	**0.02**	**<1, ok**
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	27,516	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
Fv,Ed = √ (Fx^2 + Fz^2)	22,305	N	$F_{t,Ed}$ =	178	N
Verification	**0.81**	**<1, ok**	**Verification**	**0.00**	**<1, ok**
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.81**	**<1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	178	N
			Verification	**0.00**	**<1, ok**

Tabelle 4.29: Nachweis Schrauben: Detail T 1II (Treppe)

Table 4.29: Bolt *Verification, detail T 1II (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-64,040	N	Shear force Fy	178	N
Shear force Vy	-710	N	Shear force Fz	690	N
Shear force Vz	-2,760	N	Tensile force Ft	8,214	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	-2,300,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	long elongated hole	z			
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	yes				
Standard	Costumer specifications				
Costumer specifications, $F_{p,C}$	17500	N			
Friction coefficient, μ	0.3				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	36	21		ok
Edge distance e4	57.5	21		ok
Hole distance p_1	85	30.8	140	ok
Hole distance p_2	140	33.6	140	ok

Resistance					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	36	mm	e_1	57.5	mm
p_1	85	mm	p_1	140	mm
e_2	57.5	mm	e_2	36	mm
p_2	140	mm	p_2	85	mm
$F_{b,Rd}$= 2.14 · 360 · 12 · 10/1.25	74,057	N	$F_{b,Rd}$= 2.5 · 360 · 12 · 10/1.25 · 0.6	51,840	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0.6 · 800 · 84/1.25	27,516	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0.6 · π · 23 · 10 · 360/1.25	124,615	N			
Sliding resistance in y-direction			**Sliding resistance in z-direction**		
k_s	0.63		k_s	0.7	
$F_{s,Rd}$ = 0,63 · 1 · 0,3 · (17500 - 0.8 · 8214)/1,25	1652	N	$F_{s,Rd}$ = 0,7 · 1 · 0,3 · (17500 - 0.8 · 8214)/1,25	1836	N
Verification					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	74,057	N	$F_{b,Rd}$ =	51,840	N
$F_{b,Ed}$ =	178	N	$F_{b,Ed}$ =	690	N
Verification	**0.00 <1, ok**		**Verification**	**0.01 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	27,516	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$F_{v,Ed} = \sqrt{(F_y^2 + F_z^2)}$	712	N	$F_{t,Ed}$ =	8,214	N
Verification	**0.03 <1, ok**		**Verification**	**0.17 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.15 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	8,214	N
			Verification	**0.07 <1, ok**	
Sliding resistance in y-direction			**Sliding resistance in z-direction**		
$F_{s,Rd}$ =	1,652	N	$F_{s,Rd}$ =	1,836	N
$F_{b,Ed}$ =	178	N	$F_{b,Ed}$ =	690	N
Verification	**0.11 <1, ok**		**Verification**	**0.38 <1, ok**	

Tabelle 4.30: Nachweis Schrauben: Detail T 2 (Treppe)

Table 4.30: Bolt *Verification, detail T 2 (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-57,270	N	Shear force Fx	17,603	N
Shear force Vy	-240	N	Shear force Fz	1,818	N
Shear force Vz	140	N	Tensile force Ft	774	N
Torsional moment, Mx	200,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	-920,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	-140,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	normal hole				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	30.8	16.8	80	ok
Edge distance e_2	38.4	16.8	80	ok
Hole distance p_1	140	30.8	140	ok
Hole distance p_2	258	33.6	140	not ok *

*not relevant, because other bolts are located in the plate

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	30.8	mm	e_1	38.4	mm
p_1	258	mm	p_1	140	mm
e_2	38.4	mm	e_2	30.8	mm
p_2	140	mm	p_2	258	mm
$F_{b,Rd}$= 1.83 · 360 · 12 · 10/1.25	63,360	N	$F_{b,Rd}$= 2.29 · 360 · 12 · 10/1.25	78,994	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 10 · 360/1,25	124,615	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	63,360	N	$F_{b,Rd}$ =	78,994	N
$F_{b,Ed}$ =	17,603	N	$F_{b,Ed}$ =	1,818	N
Verification	**0.28 <1, ok**		**Verification**	**0.02 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
Fv,Ed = √ (Fx² + Fz²)	17,697	N	$F_{t,Ed}$ =	774	N
Verification	**0.55 <1, ok**		**Verification**	**0.02 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.56 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	774	N
			Verification	**0.01 <1, ok**	

Tabelle 4.31: Nachweis Schrauben: Detail T 3I & 3II (Treppe)

Table 4.31: Bolt *Verification, detail T 3I & 3II (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-61,240	N	Shear force Fx	15,521	N
Shear force Vy	1,450	N	Shear force Fz	208	N
Shear force Vz	-830	N	Tensile force Ft	21,941	N
Torsional moment, Mx	300,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	40,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	420,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	short elongated hole	z			
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]					
	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e3	21	21		ok	
Edge distance e4	29.5	21		ok	
Hole distance p_1	26.5	30.8	140	not ok	*
Hole distance p_2	129	33.6	140	ok	
				*not relevant, because no thread of corrosion	

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	21	mm	e_1	29.5	mm
p_1	26.5	mm	p_1	129	mm
e_2	29.5	mm	e_2	21	mm
p_2	129	mm	p_2	26.5	mm
$F_{b,Rd}$= 0,95 · 360 · 12 · 10/1,25	32,914	N	$F_{b,Rd}$= 0,67 · 360 · 12 · 10/1,25 · 0.6	13,836	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	27,516	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 10 · 360/1,25	124,615	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	32,914	N	$F_{b,Rd}$ =	13,836	N
$F_{b,Ed}$ =	15,521	N	$F_{b,Ed}$ =	208	N
Verification	**0.47**	**<1, ok**	**Verification**	**0.01**	**<1, ok**
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	27,516	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$F_{v,Ed}$ = √(F_x^2 + F_z^2)	15,522	N	$F_{t,Ed}$ =	21,941	N
Verification	**0.56**	**<1, ok**	**Verification**	**0.45**	**<1, ok**
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.89**	**<1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	21,941	N
			Verification	**0.18**	**<1, ok**

Tabelle 4.32: Nachweis Schrauben: Detail T 4I (Treppe)

Table 4.32: Bolt *Verification, detail T 4I (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	1,690	N	Shear force Fx	471	N
Shear force Vy	1,730	N	Shear force Fz	693	N
Shear force Vz	2,770	N	Tensile force Ft	36,759	N
Torsional moment, Mx	400,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	10,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	550,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	short elongated hole	z			
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	21	21		ok
Edge distance e4	21	21		ok
Hole distance p_1	31	30.8	140	ok
Hole distance p_2	76	33.6	140	ok

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	21	mm	e_1	21	mm
p_1	31	mm	p_1	76	mm
e_2	21	mm	e_2	21	mm
p_2	76	mm	p_2	31	mm
$F_{b,Rd}$= 1,22 · 360 · 12 · 10/1,25	42,171	N	$F_{b,Rd}$= 0,7 · 360 · 12 · 10/1,25 · 0.6	14,515	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 23 · 10 · 360/1,25	124,615	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	42,171	N	$F_{b,Rd}$ =	14,515	N
$F_{b,Ed}$ =	471	N	$F_{b,Ed}$ =	693	N
Verification	**0.01**	**<1, ok**	**Verification**	**0.05**	**<1, ok**
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fx^2 + Fz^2)}$	838	N	$F_{t,Ed}$ =	36,759	N
Verification	**0.03**	**<1, ok**	**Verification**	**0.76**	**<1, ok**
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.57**	**<1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	36,759	N
			Verification	**0.29**	**<1, ok**

Tabelle 4.33: Nachweis Schrauben: Detail T 4II (Treppe)

Table 4.33: Bolt *Verification, detail T 4II (Stairs)*

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	1,690	N	Shear force Fy	1,861	N
Shear force Vy	1,730	N	Shear force Fz	4,693	N
Shear force Vz	2,770	N	Tensile force Ft	5,958	N
Torsional moment, Mx	400,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	10,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	550,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S235	
Standard	DIN EN 14399-4		Yield strength, f_y	235	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	360	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	10	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	23	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	short elongated hole	z			
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	14	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	25	21		ok
Edge distance e4	37.5	21		ok
Hole distance p_1	50	30.8	140	ok
Hole distance p_2	140	33.6	140	ok

Resistance					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
e_1	25	mm	e_1	37.5	mm
p_1	50	mm	p_1	140	mm
e_2	37.5	mm	e_2	25	mm
p_2	140	mm	p_2	50	mm
$F_{b,Rd}$= 1,49 · 360 · 12 · 10/1,25	51,429	N	$F_{b,Rd}$= 2,23 · 360 · 12 · 10/1,25 · 0.6	46,286	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 84/1,25	32,371	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 84/1,25	48,557	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0.6 · π · 23 · 10 · 360/1.25	124,615	N			

Verification					
Bearing of hole in y-direction			**Bearing of hole in z-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	51,429	N	$F_{b,Rd}$ =	46,286	N
$F_{b,Ed}$ =	1,861	N	$F_{b,Ed}$ =	4,693	N
Verification	**0.04**	**<1, ok**	**Verification**	**0.10**	**<1, ok**
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
$F_{v,Ed}$ = √ (F_y^2 + F_z^2)	5,048	N	$F_{t,Ed}$ =	5,958	N
Verification	**0.16**	**<1, ok**	**Verification**	**0.12**	**<1, ok**
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$ + $F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.24**	**<1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	124,615	N
			$F_{t,Ed}$ =	5,958	N
			Verification	**0.05**	**<1, ok**

5 Literatur und Normen

2 Literature and Standards

[1] DASt-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M64 entsprechend DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916, version 2013

[2] DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, version October 2012

[3] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions – Wind actions

[4] DIN EN 10025-2:2019-10**:** Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

[5] DIN EN 10025-3:2019-10: Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

[6] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings

[7] DIN EN 1993-1-6:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[8] DIN EN 1993-1-8:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints

[9] DIN EN 1993-1-9:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue

[10] DIN EN 1993-1-10:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

[11] DIN EN 14399-4:2015-04: High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

[12] DIN EN 14399-6:2015-04 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 6: Plain chamfered washers

[13] DIN EN ISO 898-1:2013-05: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread

[14] DIN EN ISO 5817:2014-06: Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

[15] DNV-RP-C203:2019-09, Amendement:2021-09: Fatigue Design of Offshore Steel Structures

[16] Gudehus, H., Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung, 4. Auflage, Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1999

[17] IEC 61400-1:2019-02, Ed. 4**:** Wind turbines – Part 1: Design requirements

[18] IIW document IIW-2259-15 ex XIII-2460-13/XV-1440-13, Recommendations for fatigue design of welded joints and components. January 2016

[19] Petersen, C.: Stahlbau. Braunschweig: Vieweg-Verlag 1997

[20] Schmidt, H./Neuper, M.: Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben. Stahlbau 66 (1997), H.3, S. 163-168

[21] Seidel, M.: Zur Bemessung geschraubter Ringflanschverbindungen von Windenergieanlagen. Dissertation, Schriftenreihe Heft 20, Hannover, SHAKER Verlag, 2001

[22] VDI-Richtlinie 2230: Blatt 1: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, November 2015

[23] VDI- Richtlinie 2230: Part 2: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, December 2014

[24] DIN EN 1090-2:2018-09: Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Übersicht Gesamtsystem 5
Abbildung 3.1: FE-Modell der Brücke mit 4 Treppenläufe 10
Abbildung 4.1: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 1) 11
Abbildung 4.2: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 2) 12
Abbildung 4.3: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 3) 12
Abbildung 4.4: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 4) 13
Abbildung 4.5: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 5) 13
Abbildung 4.6: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 6) 14
Abbildung 4.7: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 7) 14
Abbildung 4.8: Spannungs- und Stabilitätsnachweise (Variante 8) 15
Abbildung 4.9: Überblick Brücke 16
Abbildung 4.10: Brücke Position 1 16
Abbildung 4.11: Brücke Position 2 19
Abbildung 4.12: Überblick Konsole 21
Abbildung 4.13: ÜberblickArbeitsbühne 29
Abbildung 4.14: Überblick Treppenlauf 46

List of Figures

Figure 1.1: Overall system 5
Figure 3.1: FE model of the bridge with 4 flights of stairs 10
Figure 4.1: Stress and stability verification (Variant 1) 11
Figure 4.2: Stress and stability verification (Variant 2) 12
Figure 4.3: Stress and stability verification (Variant 3) 12
Figure 4.4: Stress and stability verification (Variant 4) 13
Figure 4.5: Stress and stability verification (Variant 5) 13
Figure 4.6: Stress and stability verification (Variant 6) 14
Figure 4.7: Stress and stability verification (Variant 7) 14
Figure 4.8: Stress and stability verification (Variant 8) 15
Figure 4.9: Overview Bridge 16
Figure 4.10: Bridge Position 1 16
Figure 4.11: Bridge Position 2 19
Figure 4.12: Overview Bracket 21
Figure 4.13: Overview Workplatform 29
Figure 4.14: Overview Stairs 46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Nachweis Schweißnaht, Detail 1a (Brücke) 17
Tabelle 4.2: Nachweis Schrauben, Detail 1b (Brücke) 18
Tabelle 4.3: Nachweis Schrauben, Detail 2 (Brücke) 20
Tabelle 4.4: Nachweis Schrauben, Detail K5 (Konsole) 22
Tabelle 4.4: Spannungsnachweis, Detail K6 (Konsole) 23
Tabelle 4.6: Nachweis Schrauben, Detail K7 (Konsole) 24
Tabelle 4.6: Nachweis Schrauben, Detail K8 (Konsole) 25
Tabelle 4.4: Spannungsnachweis, Detail K8 (Konsole) 26
Tabelle 4.6: Nachweis Schrauben, Detail K11 (Konsole) 27
Tabelle 4.6: Nachweis Schrauben, Detail K12 (Konsole) 28
Tabelle 4.11: Überblick Nachweis: Arbeitsbühne 30
Tabelle 4.12: Nachweis: Detail A1-a (Arbeitsbühne) 31
Tabelle 4.13: Nachweis: Detail A1-b (Arbeitsbühne) 32
Tabelle 4.14: Nachweis: Detail A2-a (Arbeitsbühne) 33
Tabelle 4.15: Nachweis: Detail A2-b (Arbeitsbühne) 34
Tabelle 4.16: Nachweis: Detail A3-Ia (Arbeitsbühne) 35
Tabelle 4.17: Nachweis: Detail A3-IIa (Arbeitsbühne) 36
Tabelle 4.18: Nachweis: Detail A3-IIIb (Arbeitsbühne) 37
Tabelle 4.19: Nachweis: Detail A4-Ia (Arbeitsbühne) 38
Tabelle 4.20: Nachweis: Detail A4-IIa (Arbeitsbühne) 39
Tabelle 4.21: Nachweis: Detail A4-IIIb (Arbeitsbühne) 40
Tabelle 4.22: Nachweis: Detail A6 (Arbeitsbühne) 41
Tabelle 4.23: Nachweis: Detail A7 (Arbeitsbühne) 42
Tabelle 4.24: Nachweis: Detail A8-Ia (Arbeitsbühne) 43
Tabelle 4.25: Nachweis: Detail A8-IIa (Arbeitsbühne) 44
Tabelle 4.26: Nachweis: Detail A9 (Arbeitsbühne) 45
Tabelle 4.27: Überblick Nachweis: Treppenlauf 47
Tabelle 4.28: Nachweis Schrauben: Detail T 1I (Treppe) 48
Tabelle 4.29: Nachweis Schrauben: Detail T 1II (Treppe) 49
Tabelle 4.30: Nachweis Schrauben: Detail T 2 (Treppe) 50
Tabelle 4.31: Nachweis Schrauben: Detail T 3I & 3II (Treppe) 51
Tabelle 4.32: Nachweis Schrauben: Detail T 4I (Treppe) 52
Tabelle 4.32: Nachweis Schrauben: Detail T 4II (Treppe) 53

List of Tables

Table 4.1: Weld verification, detail 1a (bridge) 17
Table 4.2: Bolt verification, detail 1b (bridge) 18
Table 4.3: Bolt verification, detail 2 (bridge) 20
Table 4.4: Bolt verification, detail K5 (Bracket) 22
Table 4.4: Angle verification, detail K6 (Bracket) 23
Table 4.6: Bolt verification, detail K7 (Bracket) 24
Table 4.6: Bolt verification, detail K8 (Bracket) 25
Table 4.4: Angle verification, detail K8 (Bracket) 26
Table 4.6: Bolt verification, detail K11 (Bracket) 27
Table 4.6: Bolt verification, detail K12 (Bracket) 28
Table 4.11: Overview verification 30
Table 4.12: Verification, detail 31
Table 4.13: Verification, detail 32
Table 4.14: Verification, detail 33
Table 4.15: Verification, detail 34

Table 4.16: Verification, detail 35
Table 4.17: Verification, detail 36
Table 4.18: Verification, detail 37
Table 4.19: Verification, detail 38
Table 4.20: Verification, detail 39
Table 4.21: Verification, detail 40
Table 4.22: Verification, detail 41
Table 4.23: Verification, detail 42
Table 4.24: Verification, detail 43
Table 4.25: Verification, detail 44
Table 4.26: Verification, detail 45
Table 4.27: Overview verification of stairs 47
Table 4.28: Bolt *Verification, detail T 1I (Stairs)* 48
Table 4.29: Bolt *Verification, detail T 1II (Stairs)* 49
Table 4.30: Bolt *Verification, detail T 2 (Stairs)* 50
Table 4.31: Bolt *Verification, detail T 3I & 3II (Stairs)* 51
Table 4.32: Bolt *Verification, detail T 4I (Stairs)* 52
Table 4.32: Bolt *Verification, detail T 4II (Stairs)* 53

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 •info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde/ Customer
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ Project

Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest / Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform

Auftrag Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest	*Order* *Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform*
Arbeitspaket Statische Berechnung: Zwischenpodest	*Work package* *Structural calculation: intermediate platform*
Anlage Biogasbehälter	*Type* *Biogastank*
Standort Eiszone 2 Schneelastzone 2, sk= 0,85 kN/m² Windzone WZ4 (Küste), qb,0 = 0,56 kN/m² Berücksichtigung der TRAS320	*Site* *Icezone 2 Snowzone 2, sk= 0.85 kN/m²* *Windzone WZ4 (Coast), qb,0 = 0.56 kN/m²* *Consideration of TRAS320*
Dokument Klassifikation Kundenvertraulich	*Document classification* Customer confidential
Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)* ST-2206-AF_03 (A)	Datum (Rev.) / *Date (rev.)* 09.07.2024
Dieses Dokument umfasst insgesamt	*This document consists of*

20 Seiten *20 pages*

Inhalt / *Content Rev. A*	Elena Christina Rohweder Digital unterschrieben von Elena Christina Rohweder Datum: 2024.07.09 14:24:15 +02'00'	P. E. Concepts GmbH, Essen
Freigabe / *Release Rev. A*	Holger Lange Digital unterschrieben von Holger Lange Datum: 2024.07.09 16:54:47 +02'00'	P. E. Concepts GmbH, Essen

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version. / *Signatures valid for actual revision.*

Rev.	**Datum** ***Date***	**Seiten** ***Pages***	**Änderungen** ***Modifications***
A	09.07.2024	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. ***No.***	**Firma** ***Company***	**Inhalt** ***Content***	**Dok.-Name / Rev.** ***Doc. name / rev.***	**Datum** ***Date***
(Ref1)				
(Ref2)				

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 4
2 System 5
3 Lastannahmen 7
3.1 Eigengewicht 7
3.2 Schneelasten 8
3.3 Eislasten 8
3.4 Windlasten 10
3.5 Verkehrslasten 11
4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte 12
5 Zwischenpodest 13
5.1 Geometrie 13
5.2 FE-Modell 13
5.3 Lastfälle und Lastkombinationen 14
5.4 Nachweise 15
5.4.1 Detailnachweise 15
6 Literatur und Normen 17
Abbildungsverzeichnis 19
Tabellenverzeichnis 20

1 Einleitung

Introduction

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung verschiedener Laufsteg-konstruktionen, die als Zugang zum Behälter dienen.

Nachgewiesen wird eine Walkway-, eine Brücken- und eine Arbeitsbühnen-konstruktion.

Die Installation der Konstruktion wird für eine Höhe von bis zu 30m nachgewiesen.

Die Lastannahmen erfolgen nach DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [3] und, DIN EN ISO 14122-2 und TRAS320 [19].

Die Bemessung erfolgt nach Eurocode 3 [6].

This document contains the structural analysis of different walkway constructions which provide access to the tank.

A walkway, a bridge and a work-platform will be analyzed. Additionally, the transmission of support forces of bridge and walkway into the tank shell will be investigated.

The installation of the construction is proven for a height of up to 30m.

The load assumptions are made acc. to DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [3], DIN EN ISO 14122-2 and TRAS320 [19].

The structural analysis is made according to Eurocode 3 [6].

2 System

System

Eine Übersicht der Brücken-, Arbeitsbühnen- und Walkwaykonstruktion wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

An overall view of the bridge, work-platform and walkway construction is shown in Figure 2.1.

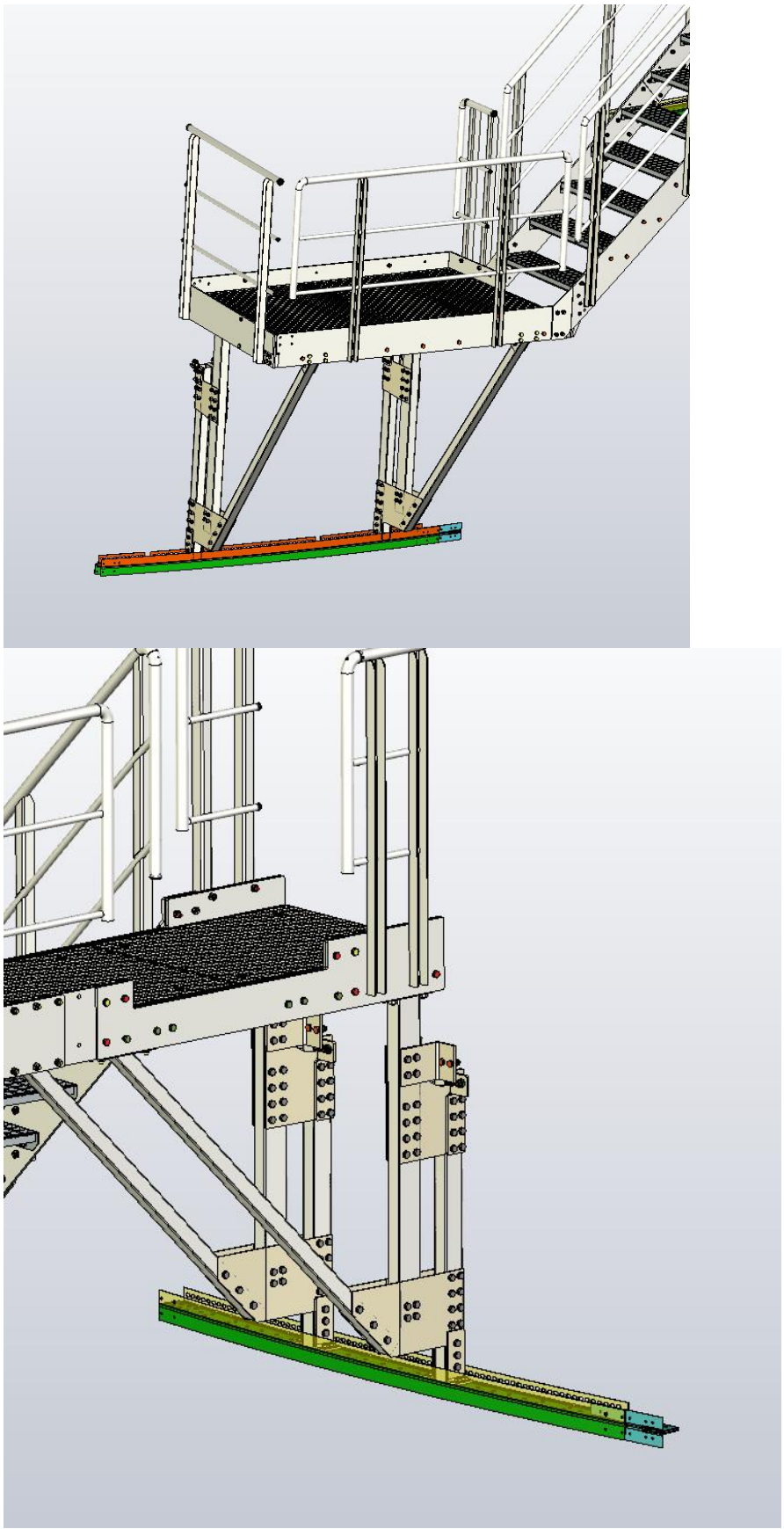


Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem
Figure 2.1: Overall system

3 Lastannahmen

Load Assumptions

3.1 Eigengewicht

Self-weight

Das Eigengewicht der Stahlkonstruktion wird mit einer Dichte von Stahl mit ρ = 7850 kg/m³ berücksichtigt.

The self-weight of the steel construction is considered with a density of ρ = 7850 kg/m³.

Das Eigengewicht des Geländers wird folgendermaßen berechnet:

The self-weight of the railing is calculated as followed:

Tabelle 3.1: Eigengewicht des Geländers auf Brücke
Table 3.1: Self-weight of railing on the bridge

Geländer Brücke	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8000	3.2	1	0.247
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	8	0.461
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8000	1.5	2	0.139
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.11**

Tabelle 3.2: Eigengewicht des Geländers auf Arbeitsbühne
Table 3.2: Self-weight of railing on the work-platform

Geländer Arbeitsbühne	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	2500	3.2	1	0.077
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	5	0.288
Knieschutz ⌀25x1,5	25	2500	1.5	2	0.043
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.16**

Tabelle 3.3: Eigengewicht des Geländers auf Walkway
Table 3.3: Self-weight of railing on the walkway

Geländer Walkway	Breite [mm]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x2	42.4	8300	3.2	1	0.257
U-Profil 50x50x4	50	1224	4.0	8	0.461
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8300	1.5	2	0.144
Streckenlast Eigengewicht Geländer [kN/m]					**0.10**

3.2 Schneelasten

Snow Loads

Der Standort liegt in der Schneelastzone 2 und im norddeutschen Tiefland, sodass hier nach DIN EN 1991-1-3/NA die folgende Schneelast angesetzt werden kann (Die Schneelast wird nach TRAS320 um 10% erhöht):

The site is situated in snow zone 2 and in the North German Plain. Therefore, the following snow load is considered acc. to DIN EN 1991-1-3/NA (The snow loads are increase of 10% acc. to TRAS320):

$$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$$

3.3 Eislasten

Ice Loads

Die Eislasten werden nach DIN EN 1991-1-3/NA ermittelt. Die Eislasten werden nach TRAS320 um 10% erhöht.

The ice loads are determined according to DIN EN 1991-1-3/NA The snow loads are increase of 10% acc. to TRAS320.

Tabelle 3.4: Parameter für Berechnung der Eislasten
Table 3.4: Parameters for calculation of ice loads

Parameter/*Parameter*	**Wert/*Value***	**Einheit/*Unit***
Eiszone/*Ice zone*	2	[-]
Vereisungsklasse/*Icing class*	G2	[-]
Dicke Eisschicht/*Thickness of ice layer*	20	mm
Eisrohwichte/*Density of ice*	9.0	kN/m³
Charakteristische Eislast/ char. Ice Load	0,18	kN/m²

Tabelle 3.5: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Brücke
Table 3.5: Self-weight of ice on railing and side plate, bridge

Geländer Brücke	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8000	1	0.282
U-Profil 50x50x4	50	1224	8	0.539
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8000	2	0.407
Wange 205x8	205	8000	1	0.590
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.25**

Tabelle 3.6: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Arbeitsbühne
Table 3.6: Self-weight of ice on railing and side plate, work-platform

Geländer Arbeitsbühne	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	2500	1	0.088
U-Profil 50x50x4	50	1224	5	0.337
Knieschutz ⌀25x1,5	25	2500	2	0.127
Wange 205x8	205	2500	1	0.185
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.32**

Tabelle 3.7: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Walkway
Table 3.7: Self-weight of ice on railing and side plate, walkway

Geländer Walkway	Breite [mm]	Länge [mm]	Anzahl [-]	Gewicht [kN]
Handlauf ⌀42.4x3.2	42.4	8300	1	0.293
U-Profil 50x50x4	50	1224	8	0.539
Knieschutz ⌀25x1,5	25	8300	2	0.422
Wange 205x8	205	8300	1	0.613
Streckenlast Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange [kN/m]				**0.25**

3.4 Windlasten

Wind Loads

Die auf die Konstruktion einwirkenden Windlasten werden nach DIN EN 1991-1-4 [3] unter Berücksichtigung des nationalen Anhangs für Deutschland berechnet. Bei der Windzone handelt es sich um WZ4 (küstennahe Gebiete). Die Windlasten werden nach TRAS320 um 10% erhöht.

The wind loads acting on the construction are calculated according to DIN EN 1991-1-4 [3] and in consideration of the national annex for Germany. The wind zone is WZ4 (coastal areas). The wind loads are increase of 10% acc. to TRAS320.

Der Geschwindigkeitsdruck q_p wird nach NA.B.5 aus ermittelt.

The velocity pressure q_p is calculated acc. to NA.B.5,.

Windzone	$v_{b,0}$	$q_{b,0}$
WZ 1	22,5 m/s	0,32 kN/m²
WZ 2	25,0 m/s	0,39 kN/m²
WZ 3	27,5 m/s	0,47 kN/m²
WZ 4	30,0 m/s	0,56 kN/m²

Bild NA.A.1 — Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

$$q_p(z) = 2{,}3 \times q_b \left(\frac{z}{10}\right)^{0{,}27} \quad \text{für} \quad 4\ \text{m} < z \le 50\ \text{m} \qquad \text{(NA.B.5)}$$

Abbildung 3.1: Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke
Figure 3.1: Velocity pressures for buildings

Die Ermittlung der Kraftbeiwerte erfolgt nach [3], 7.6 für Bauteile mit rechteckigem Querschnitt.

The force coefficients are determined according to [3], 7.6 for structural elements with rectangular sections.

Tabelle 3.8: Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 [3]
Table 3.8: Wind loads acc. to DIN EN 1991-1-4 [3]

Abschnitt	z [m]	L [m]	b [m]	d [m]	A_{ref} [m²]	d/b [-]	$c_{f,0}$ [-]	λ [-]	φ [-]	ψ_λ [-]	c_f [-]	$q_p(z)$ [kN/m²]	$c_s c_d$ [-]	F_w [kN]	TRAS [-]	w_k [kN/m²]
Brücke	11.443	8.00	1.429	0.90	11.432	0.630	2.369	11.197	0.251	0.720	1.706	1.906	1	9.33	1.10	**3.58**
Arbeitsbühne Abhängung	11.443	0.10	2.750	0.10	0.275	0.036	2.000	0.073	0.251	0.600	1.200	1.906	1	0.63	1.10	**2.52**
Arbeitsbühne	8.873	0.98	1.429	0.90	1.400	0.630	2.369	1.372	0.251	0.600	1.421	1.906	1	0.95	1.10	**2.98**
Walkway	13.591	8.30	1.429	0.90	11.861	0.630	2.369	11.617	0.262	0.720	1.706	1.906	1	10.09	1.10	**3.58**

Zusätzlich werden Windlasten mit einem Eisansatz ermittelt:

Additionally, wind loads with ice build-up are calculated:

Tabelle 3.9: Windlasten mit Eisansatz nach DIN EN 1991-1-4 [3] und DIN EN 1991-1-3/NA

Table 3.9: Wind loads with ice build-up acc. to DIN EN 1991-1-4 [3] and DIN EN 1991-1-3/NA

Abschnitt	z [m]	L [m]	b [m]	d [m]	A_{ref} [m²]	d/b [-]	$c_{f,0}$ [-]	λ [-]	φ [-]	ψ_λ [-]	c_f [-]	$q_p(z)$ [kN/m²]	$c_s c_d$ [-]	F_w [kN]	TRAS [-]	w_k [kN/m²]
Brücke	**11.503**	**8.04**	**1.469**	**0.94**	11.811	0.640	2.374	10.946	**0.388**	**0.720**	1.709	**1.906**	1	14.94	1.10	**3.58**
Arbeitsbühne Abhängung	**11.503**	**0.14**	**2.768**	**0.12**	0.388	0.043	2.000	0.101	**0.388**	**0.600**	1.200	**1.906**	1	0.89	1.10	**2.52**
Arbeitsbühne	**8.933**	**1.02**	**1.449**	**0.92**	1.478	0.635	2.371	1.408	**0.388**	**0.600**	1.423	**1.906**	1	1.56	1.10	**2.98**
Walkway	**13.651**	**8.34**	**1.429**	**0.90**	11.920	0.630	2.369	11.671	**0.397**	**0.720**	1.706	**1.906**	1	15.40	1.10	**3.58**

3.5 Verkehrslasten

Traffic Loads

Folgende Verkehrslasten werden bei der Berechnung berücksichtigt:

The following traffic loads are considered for the calculation:

Tabelle 3.10: Übersicht Verkehrslasten

Table 3.10: Overview traffic loads

Verkehrslasten/*Traffic loads*	**Wert/*Value***	**Norm/*Standard***	**Kommentar/*Comment***
Flächenlast/*surface load*, q_k	2.0 kN/m²	-	
Konzentrierte Einzellast/*concentrated point load*, Q_k	1.5 kN	DIN EN ISO 14122-2	auf einer Fläche von/*over an area of* 200mm x 200mm

4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte

Material and Safety Factors

Tabelle 4.1: Streckgrenze nach DIN EN 10025-2 [4]
Table 4.1: Yield strength acc. to DIN EN 10025-2 [4]

Blechdicke/ *Plate thickness* t [mm]	**f_{yk} [N/mm²] S235**	**f_{yk} [N/mm²] S355**
t ≤ 16	235	355
16 < t ≤ 40	225	345
40 < t ≤ 63	215	335
63 < t ≤ 80	215	325
80 < t ≤ 100	215	315
100 < t ≤ 150	195	295
150 < t ≤ 200	185	285
200 < t ≤ 250	175	275

Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Material
Table 4.2: Safety factors for material

Nachweis/ *Evidence*	**γ_M**	**Norm/ *Standard***
Spannung/ *pressure*	1.00	DIN EN 1993-1-1
Stabilität/ *stability*	1.10	DIN EN 1993-1-1
Verbindungen/ *connections*	1.25	DIN EN 1993-1-8

Tabelle 4.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten
Table 4.3: Safety factors for loads

Einwirkung / Impact	**Symbol/ *Symbol***	**Bemessungssituation/ *Design situation***	
		P/T	**A**
Ständig/ *permanent*	$\gamma_{G,ungünstig}$	1.35	1.00
	$\gamma_{G,günstig}$	1.00	1.00
Veränderlich/ *variable*	$\gamma_{Q,ungünstig}$	1.50	1.00
	$\gamma_{Q,günstig}$	-	-
	C_{esl}	-	2.3

Tabelle 4.4: Kombinationsbeiwerte
Table 4.4: Combinations factors

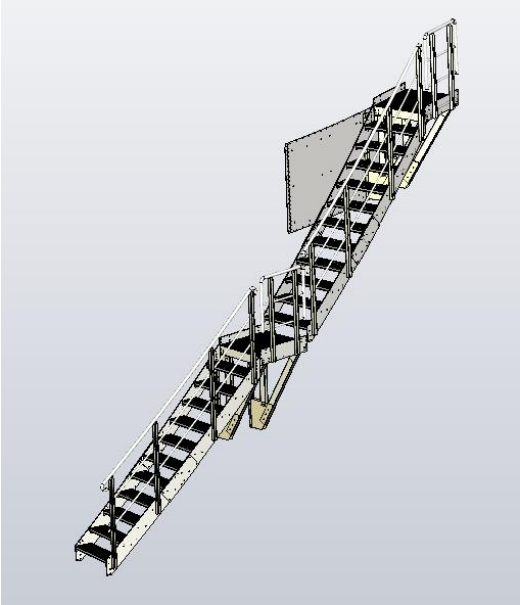
Einwirkung/ *Impact*	**Kombinationsbeiwerte/ *Combination factor***		
	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Schnee/ *snow*	0.5	0.2	0
Wind/ *wind*	0.6	0.2	0

5 Zwischenpodest

Intermediate platform

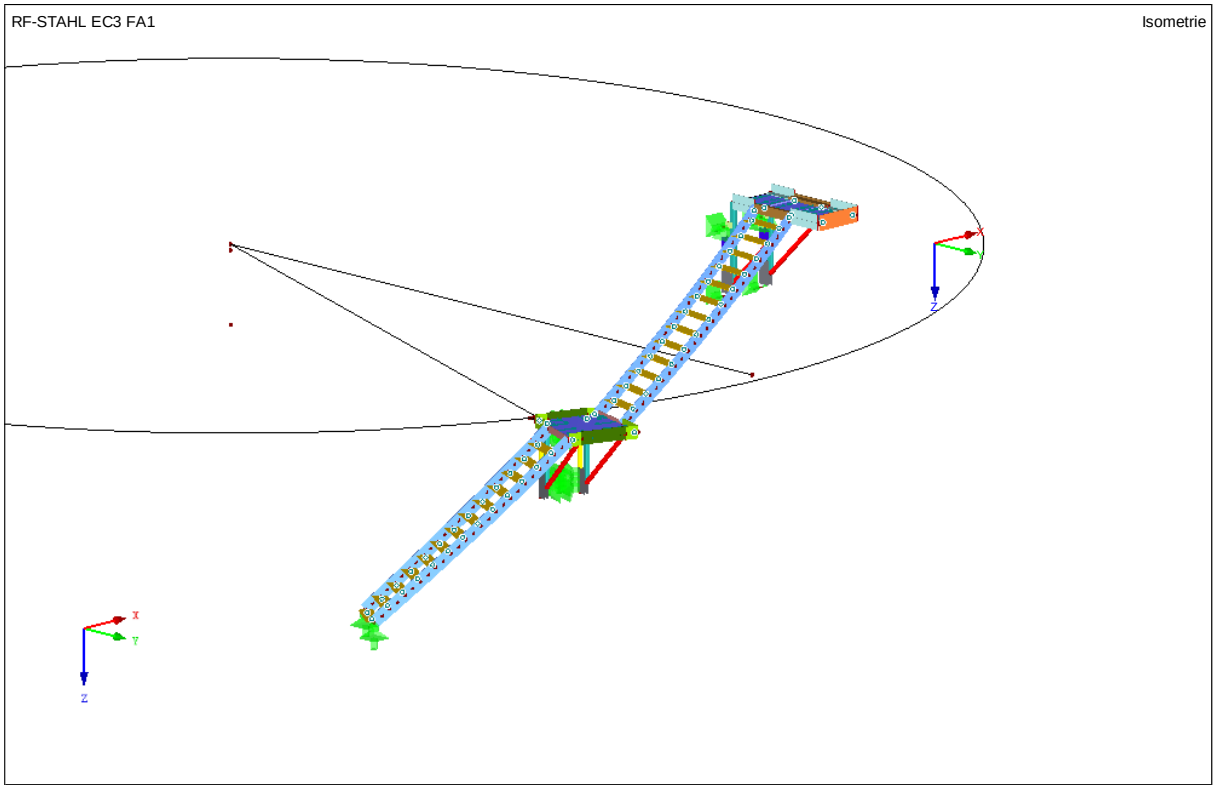
5.1 Geometrie

Geometry



5.2 FE-Modell

FE-model



5.3 Lastfälle und Lastkombinationen

Load Cases and Load Combinations

Die im FE-Modell verwendeten Lastfälle und Lastkombinationen werden in Tabelle 5.1 und Tabelle 5.2 aufgeführt.
The load cases and load combinations used in the FE-model are shown in Table 5.1 and Table 5.2:

Tabelle 5.1: Übersicht Lastfälle (Walkway)
Table 5.1: Overview load cases (walkway)

Last-fall	Lastfall-Beschreibung	Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständige Lasten	+	0.000	0.000	1.000
LF2	Eislasten	Andere	-	0.000	0.000	1.000
LF3	Schneelasten	Schnee (H ≤ 1000 m über NN)	-	0.000	0.000	1.000
LF4	Wind	Wind	-	0.000	0.000	1.000
LF5	Wind mit Eisansatz	Wind	-	0.000	0.000	1.000
LF6	Verkehrslast qk	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF7	Verkehrslast qk auf Brücke	Verkehrslasten		0.000	0.000	1.000
LF8	Verkehrslast Qk Pos.1	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF9	Verkehrslast Qk Pos.2	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF10	Verkehrslast Qk Pos.3	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF11	Verkehrslast Qk Pos.4	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF12	Verkehrslast Qk Pos.5	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000
LF13	Verkehrslast Qk Pos.6	Verkehrslasten	-	0.000	0.000	1.000

Tabelle 5.2: Übersicht Lastkombinationen (Walkway)
Table 5.2: Overview load combinations (walkway)

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF4
EK2	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF2 + 0.9*LF5
EK3	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF3 + 0.9*LF4
EK4	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 0.75*LF3 + 1.5*LF4
EK5	GZT (STR/GEO) - Außergewöhnlich - Schnee	LF1/s + 2.3*LF3
EK6	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF6 oder LF7
EK7	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend	1.35*LF1/s + 1.5*LF8 oder bis LF13
EK8	GZT (STR/GEO)	EK1 oder bis EK7

5.4 Nachweise

Verifications

5.4.1 Detailnachweise

5.4.2 Detail Verifications

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	-29.750	N	Shear force Fz	**850**	N
Shear force Vy	34.410	N	Shear force Fx	**29.750**	N
Shear force Vz	850	N	Tensile force Ft	**34.410**	N
Torsional moment, Mx	0	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	0	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	0	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	**16**		**Plate/Beam**		
Bolt strength	**8,8**		Material	**S275**	
Standard	**I EN 14399-4 / 14399-8**		Yield strength, f_y	275	N/mm²
Bolt type	**normal bolt**		Tensile strength, f_u	430	N/mm²
Bolt diameter, d	16	mm	Plate thickness, t	**3**	mm
Bolt area, A	201	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	157	mm²	**Filler plate**	Filler plate used?	**no**
Mean value of width across flat and corners, d_m	28	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1,25		**Thread**	Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**normal hole**				
Shear band	**thread in shear band**				
Hole diameter, d_0	18	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**				
Pretension bolt	**no**				

Hole and edge distances [mm]					
	Min.		Max.	Verification	
Edge distance e_1	80	21,6	52		
Edge distance e_2	64	21,6	52		
Hole distance p_1	84	39,6	42	not ok	*
Hole distance p_2	84	43,2	42	not ok	*

Resistance					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in x-direction**		
e_1	80	mm	e_1	64	mm
p_1	0	mm	p_1	84	mm
e_2	64	mm	e_2	80	mm
p_2	84	mm	p_2	0	mm
Single shear connection					
$F_{b,Rd}$= 1,5 · 430 · 16 · 3/1,25	24.768	N	$F_{b,Rd}$= 2,5 · 430 · 16 · 3/1,25	41.280	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0,6		k_2	0,9	
$F_{v,Rd}$ = 0,6 · 800 · 157/1,25	60.288	N	$F_{t,Rd}$ = 0,9 · 800 · 157/1,25	90.432	N
Punching					
$B_{p,Rd}$ = 0,6 · π · 28 · 3 · 430/1,25	55.012	N			

Verification					
Bearing of hole in z-direction			**Bearing of hole in x-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	24.768	N	$F_{b,Rd}$ =	41.280	N
$F_{b,Ed}$ =	850	N	$F_{b,Ed}$ =	29.750	N
Verification	**0,03 <1, ok**		**Verification**	**0,72 <1, ok**	
Combination of bearing of hole					
$(Fb,z,Ed/Fb,z,Rd)^2 + (Fb,x,Ed/Fb,x,Rd)^2 \leq 1$	**0,52**				
Verification	**0,52 <1, ok**				
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	60.288	N	$F_{t,Rd}$ =	90.432	N
$Fv,Ed = \sqrt{(Fz^2 + Fx^2)}$	29.762	N	$F_{t,Ed}$ =	34.410	N
Verification	**0,49 <1, ok**		**Verification**	**0,38 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0,77 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	55.012	N
			$F_{t,Ed}$ =	34.410	N
			Verification	**0,63 <1, ok**	

6 Literatur und Normen

2 Literature and Standards

[1] DASt-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M64 entsprechend DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916, version 2013

[2] DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, version October 2012

[3] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions – Wind actions

[4] DIN EN 10025-2:2019-10**:** Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

[5] DIN EN 10025-3:2019-10: Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

[6] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings

[7] DIN EN 1993-1-6:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[8] DIN EN 1993-1-8:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints

[9] DIN EN 1993-1-9:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue

[10] DIN EN 1993-1-10:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

[11] DIN EN 14399-4:2015-04: High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

[12] DIN EN 14399-6:2015-04 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 6: Plain chamfered washers

[13] DIN EN ISO 898-1:2013-05: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread

[14] DIN EN ISO 5817:2014-06: Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

[15] DNV-RP-C203:2019-09, Amendement:2021-09: Fatigue Design of Offshore Steel Structures

[16] Gudehus, H., Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung, 4. Auflage, Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1999

[17] IEC 61400-1:2019-02, Ed. 4**:** Wind turbines – Part 1: Design requirements

[18] IIW document IIW-2259-15 ex XIII-2460-13/XV-1440-13, Recommendations for fatigue design of welded joints and components. January 2016

[19] Petersen, C.: Stahlbau. Braunschweig: Vieweg-Verlag 1997

[20] Schmidt, H./Neuper, M.: Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben. Stahlbau 66 (1997), H.3, S. 163-168

[21] Seidel, M.: Zur Bemessung geschraubter Ringflanschverbindungen von Windenergieanlagen. Dissertation, Schriftenreihe Heft 20, Hannover, SHAKER Verlag, 2001

[22] VDI-Richtlinie 2230: Blatt 1: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, November 2015

[23] VDI- Richtlinie 2230: Part 2: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, December 2014

[24] DIN EN 1090-2:2018-09: Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem 6
Abbildung 3.1: Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke 10

List of Figures

Figure 2.1: Overall system 6
Figure 3.1: Velocity pressures for buildings 10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Eigengewicht des Geländers auf Brücke 7
Tabelle 3.2: Eigengewicht des Geländers auf Arbeitsbühne 7
Tabelle 3.3: Eigengewicht des Geländers auf Walkway 7
Tabelle 3.4: Parameter für Berechnung der Eislasten 8
Tabelle 3.5: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Brücke 8
Tabelle 3.6: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Arbeitsbühne 8
Tabelle 3.7: Eigengewicht Eis auf Geländer und Wange, Walkway 9
Tabelle 3.8: Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 [3] 10
Tabelle 3.9: Windlasten mit Eisansatz nach DIN EN 1991-1-4 [3] und DIN EN 1991-1-3/NA 11
Tabelle 3.10: Übersicht Verkehrslasten 11
Tabelle 4.1: Streckgrenze nach DIN EN 10025-2 [4] 12
Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Material 12
Tabelle 4.3: Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten 12
Tabelle 4.4: Kombinationsbeiwerte 12
Tabelle 5.1: Übersicht Lastfälle (Walkway) 15
Tabelle 5.2: Übersicht Lastkombinationen (Walkway) 15

List of Tables

Table 3.1: Self-weight of railing on the bridge 7
Table 3.2: Self-weight of railing on the work-platform 7
Table 3.3: Self-weight of railing on the walkway 7
Table 3.4: Parameters for calculation of ice loads 8
Table 3.5: Self-weight of ice on railing and side plate, bridge 8
Table 3.6: Self-weight of ice on railing and side plate, work-platform 8
Table 3.7: Self-weight of ice on railing and side plate, walkway 9
Table 3.8: Wind loads acc. to DIN EN 1991-1-4 [3] 10
Table 3.9: Wind loads with ice build-up acc. to DIN EN 1991-1-4 [3] and DIN EN 1991-1-3/NA 11
Table 3.10: Overview traffic loads 11
Table 4.1: Yield strength acc. to DIN EN 10025-2 [4] 12
Table 4.2: Safety factors for material 12
Table 4.3: Safety factors for loads 12
Table 4.4: Combinations factors 12
Table 5.1: Overview load cases (walkway) 15
Table 5.2: Overview load combinations (walkway) 15

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 • info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde/ Customer
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ Project

Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest / Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform

Auftrag Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest	*Order* *Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform*
Arbeitspaket Statische Berechnung: Zwischenringsteife	*Work package* *Structural calculation: intermediate ring stiffness*
Anlage Biogasbehälter	*Type* *Biogastank*
Standort Eiszone 2 Schneelastzone 2, sk= 0,85 kN/m² Windzone WZ4 (Küste), qb,0 = 0,56 kN/m² Berücksichtigung der TRAS320	*Site* *Icezone 2 Snowzone 2, sk= 0.85 kN/m²* *Windzone WZ4 (Coast), qb,0 = 0.56 kN/m²* *Consideration of TRAS320*

Dokument Klassifikation
Kundenvertraulich

Document classification
Customer confidential

Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)*
ST-2206-AF_04 (A)

Datum (Rev.) / *Date (rev.)*
09.07.2024

Dieses Dokument umfasst insgesamt 26 Seiten

This document consists of 26 pages

Ming Xu Digital unterschrieben von Ming Xu Datum: 2024.07.09 14:22:44 +02'00'

Inhalt / *Content Rev. A*	Ming Xu	P. E. Concepts GmbH, NL – Name

Holger Lange Digital unterschrieben von Holger Lange Datum: 2024.07.09 16:56:00 +02'00'

Freigabe / *Release Rev. A*	PL oder GF, Name	P. E. Concepts GmbH, NL – Name

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version. / *Signatures valid for actual revision.*

Rev.	Datum *Date*	Seiten *Pages*	Änderungen *Modifications*
A	09.07.2024	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. *No.*	Firma *Company*	Inhalt *Content*	Dok.-Name / Rev. *Doc. name / rev.*	Datum *Date*
(Ref1)	Stallkamp	Gesamtbaugruppe	Gesamtbaugruppe.stp	04.07.2024
(Ref2)	PEC	Alle Variante in RFEM-Modelle	ST-2206-AF_02_A_Brücke_Treppe_Arbeitsbühne_Abschlusspodest.docx	09.07.2024
(Ref3)	Stallkamp	Alle Varianten Einstieg und Arbeitsbühne Stand	41-0061-11-252 alle Varianten Einstieg und Arbeitsbühne Stand 04.07.24.stp	04.07.2024

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 5
2 System 6
3 Lastannahmen 8
4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte 10
5 RFEM-Modell 11
5.1 Ergebnisse von RFEM 16
5.2 Detailnachweis Kopplung 17
6 Literatur und Normen 21
A. Anhang 23
A.1 Anhang erste Ebene 23
A.1.1 Anhang zweite Ebene 23
Abbildungsverzeichnis 24
Tabellenverzeichnis 26

Contents:

1 introduction 5
1 System 6
1 System 8
1 introduction 10
1 System 11
1.1 Caption 16
1.2 Caption 17
2 Literature and Standards 21
A. Appendix 23
A.1 Appendix first level 23
A.1.1 Appendix second level 23
List of Figures 24
List of Tables 26

1 Einleitung

1 introduction

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung der Zwischenringsteife-konstruktionen in Behälter.

Die Lastannahmen erfolgen nach DIN EN 1990 und DIN EN 1991-1-4.

Die Bemessung erfolgt nach Eurocode 3.

This document contains the structural analysis of the tubular steel tower for a wind turbine.

2 System

1 System

Eine Übersicht der Zwischenringsteife wird in Abbildung 2.1 dargestellt.

This document contains the structural analysis of the tubular steel tower for a wind turbine.

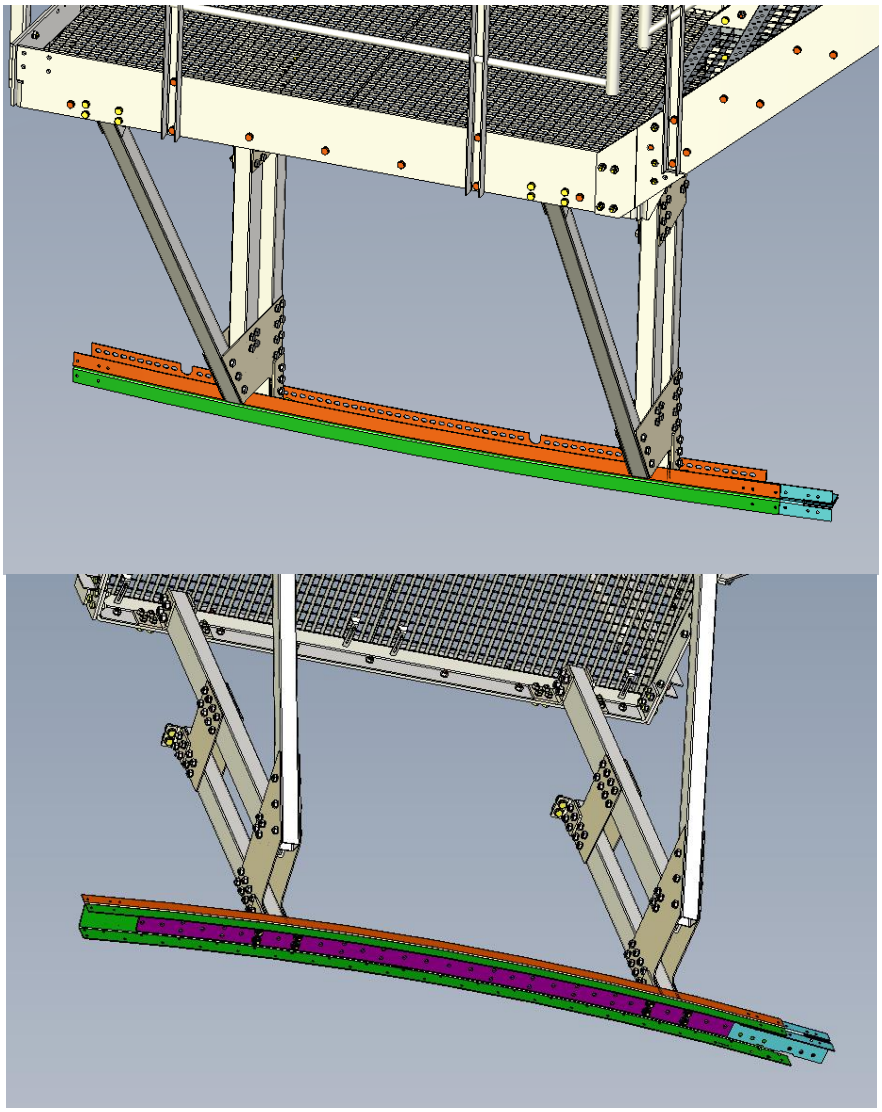


Abbildung 2.1: Zwischenringsteife für Arbeitsbühne

Figure 2.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

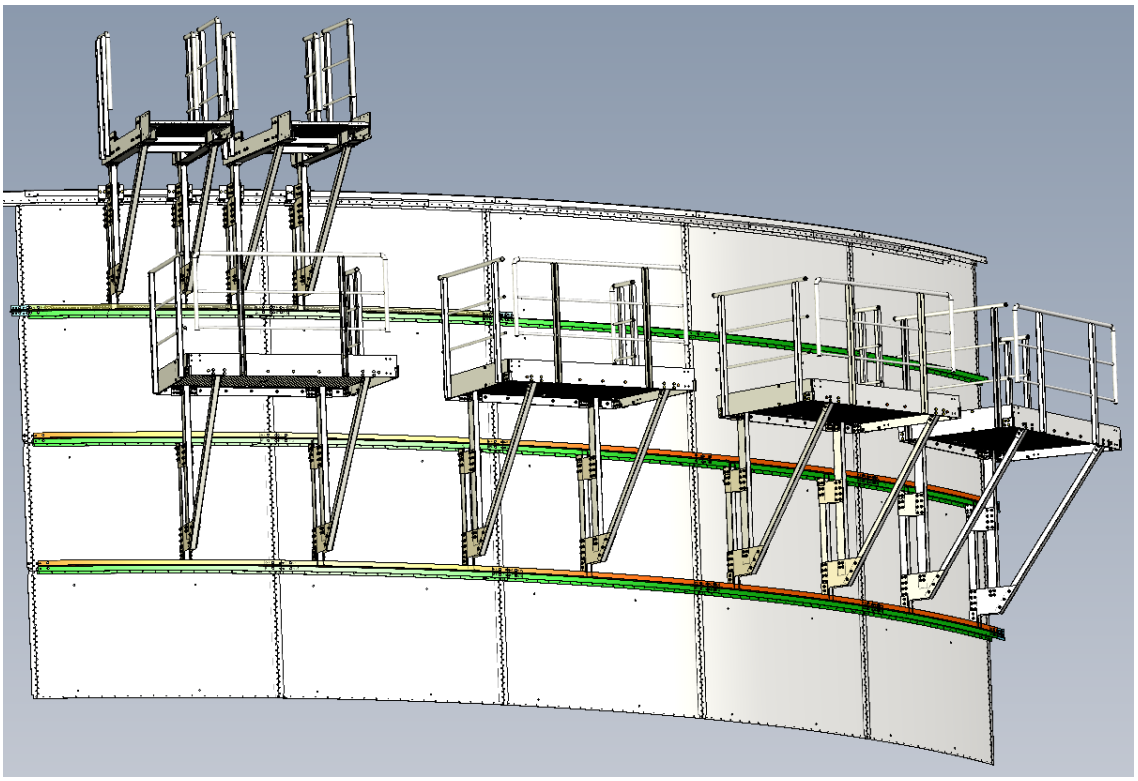


Abbildung 2.2: Zwischenringsteife mit Kopplung (alle Variante)
Figure 2.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

3 Lastannahmen

1 System

Das Eigengewicht der Stahlkonstruktion wird mit einer Dichte von Stahl mit ρ = 7850 kg/m³ berücksichtigt.

Die Knotenlasten sind von Ref. (2) die Auflagekräfte von Arbeitsbühne.

This document contains the structural analysis of the tubular steel tower for a wind turbine.

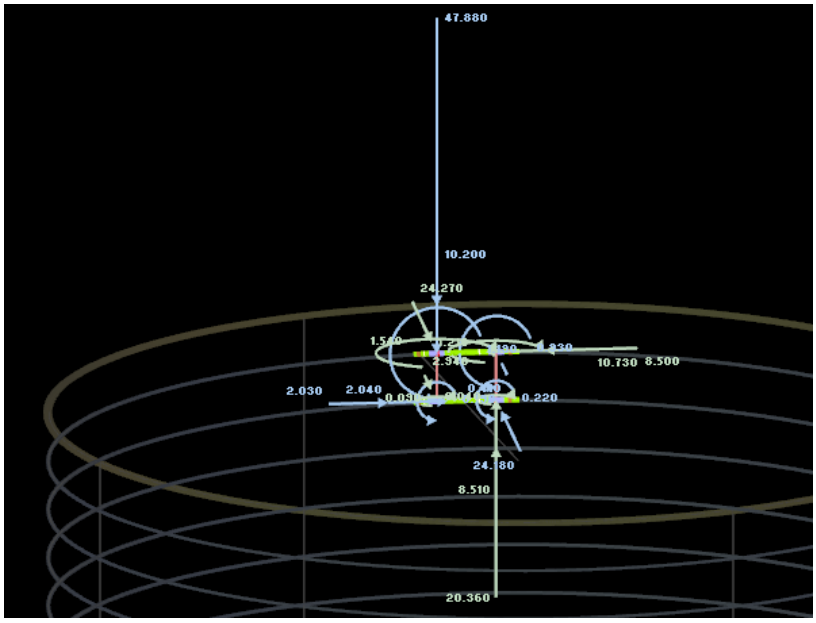


Abbildung 3.1: Knotenlasten von Arbeitsbühne Ref. [2]

Figure 3.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

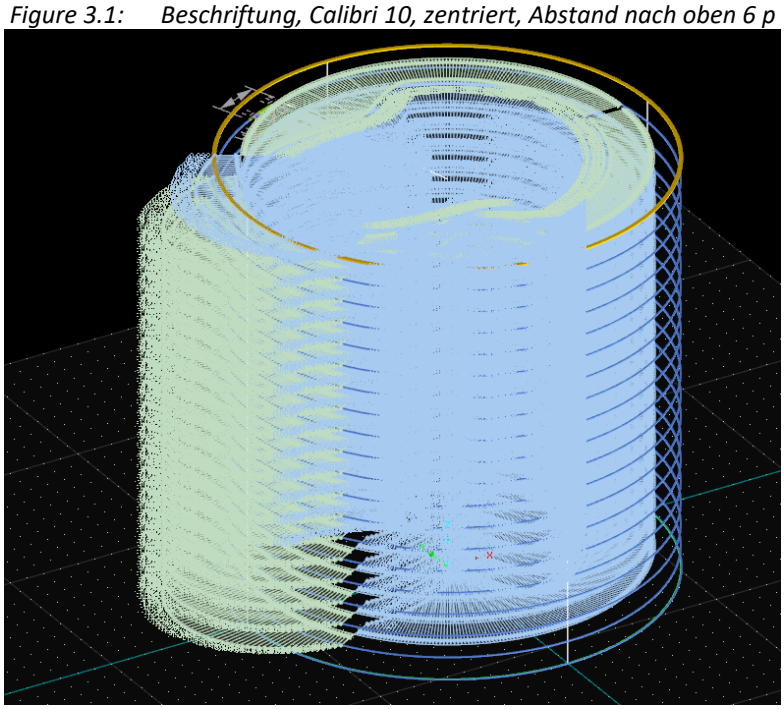


Abbildung 3.2: Windlasten WZ2

Figure 3.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

Die Lastkombination Wind und Arbeitsbühne:

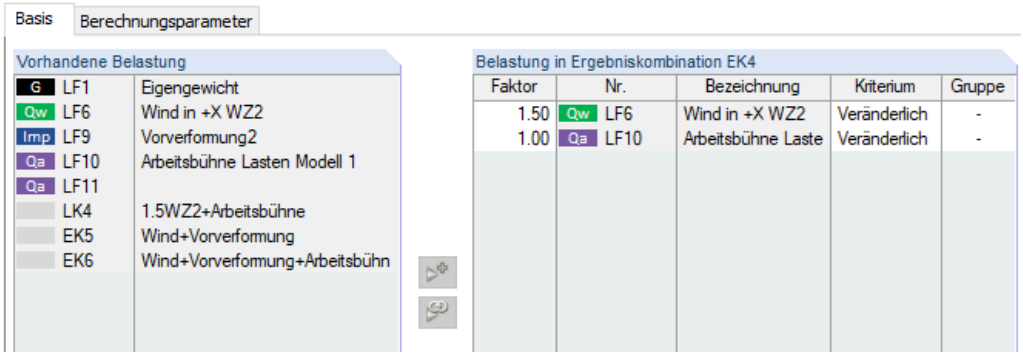


Abbildung 3.3: Lastkombination EK4: 1.5xWind WZ2 + 1.0xArbeitsbühnelasten

Figure 3.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

4 Material und Teilsicherheitsbeiwerte

1 introduction

This document contains the structural analysis of the tubular steel tower for a wind turbine.

Tabelle 4.1: Material nach Z-30.-6: 2014-04, DIN EN 1993-1-1:2010-12
Table 4.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p

Materialbezeichnung	**f_y [kN/cm²]**	**f_u [kN/cm²]**	**E [N/cm²]**
	S275	**S235**	**S235**
S275	27.5	55.0	17000

Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Nichtrostender Stahl
Table 4.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p

Nachweis/ *Evidence*	**γ_M**	**Norm/ *Standard***
Spannung/ *pressure*	1.10	DIN EN 1993-1-4
Stabilität/ *stability*	1.10	DIN EN 1993-1-4

5 RFEM-Modell

1 System

This document contains the structural analysis of the tubular steel tower for a wind turbine.

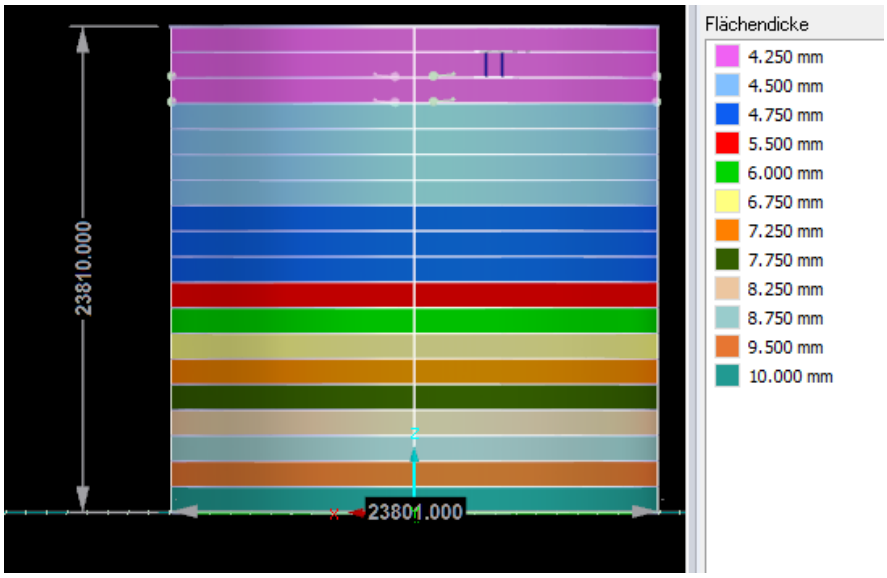


Abbildung 5.1: RFEM-Modell mit Flächenelement: D=23.8m, H=23.8m
Figure 5.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

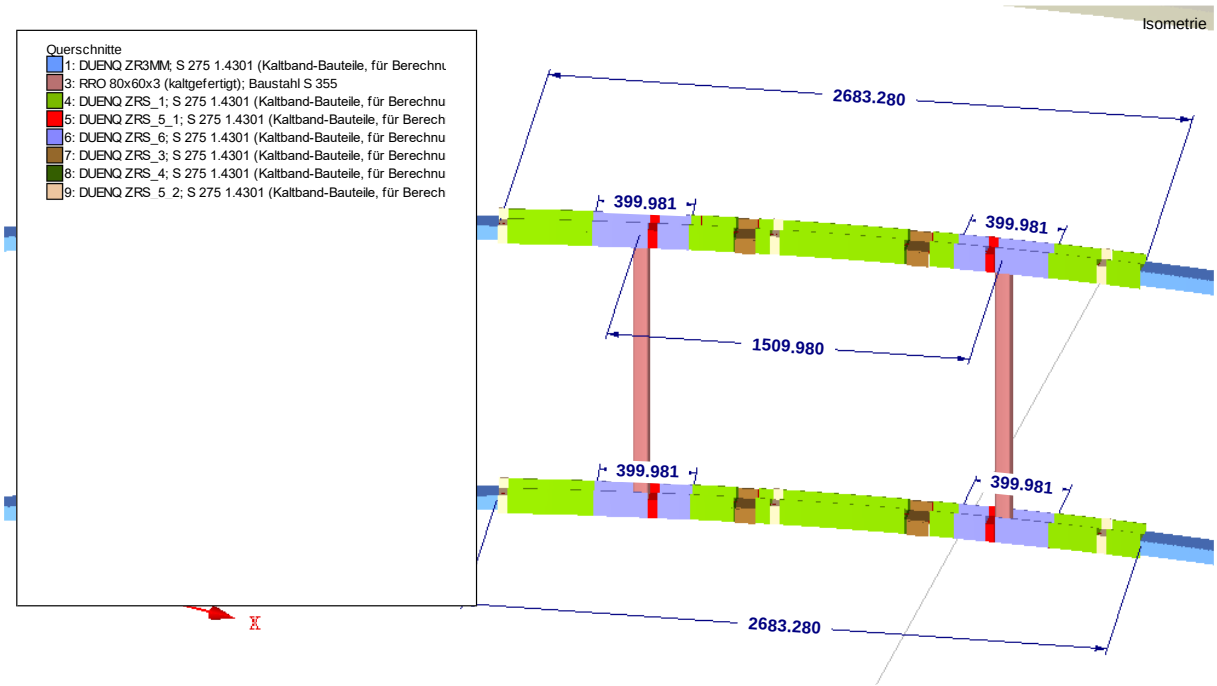


Abbildung 5.2: RFEM-Modell mit Zwischenringsteife, Kopplung und Fuge innen
Figure 5.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

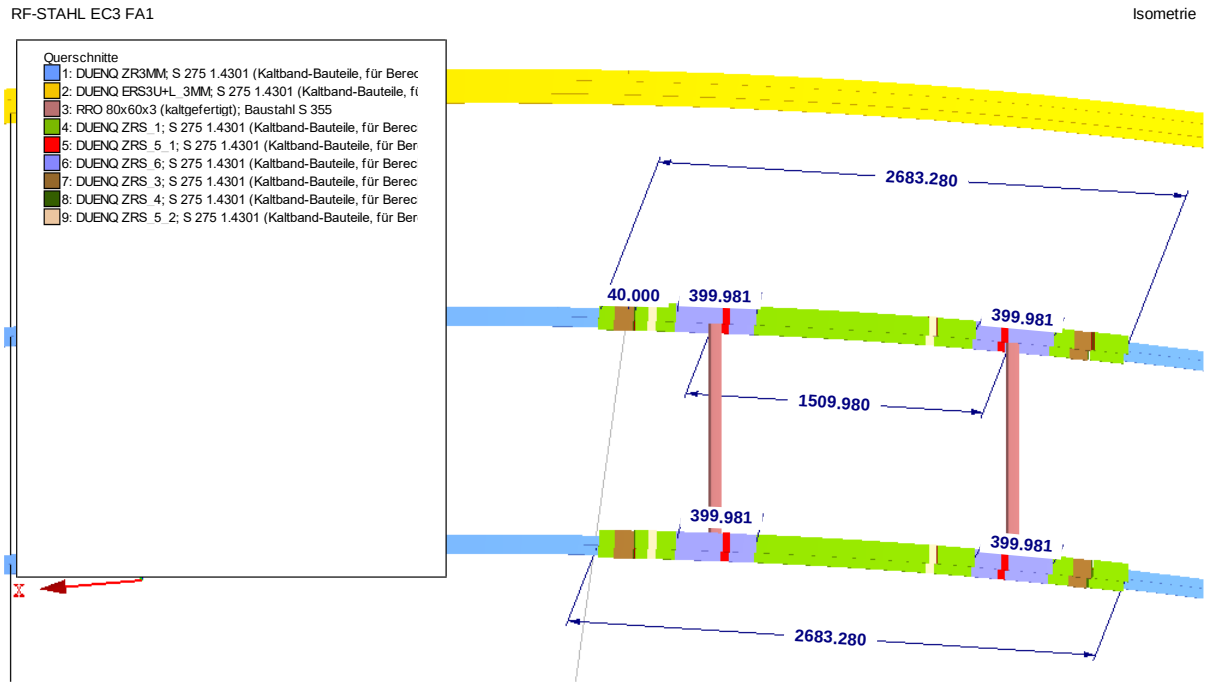
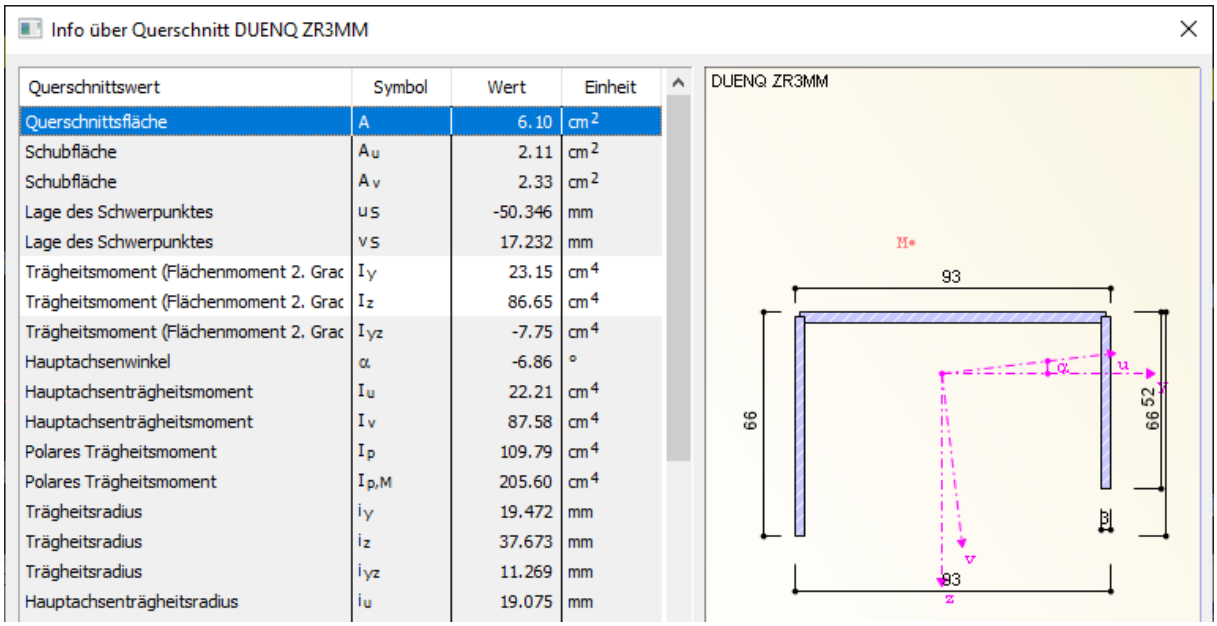
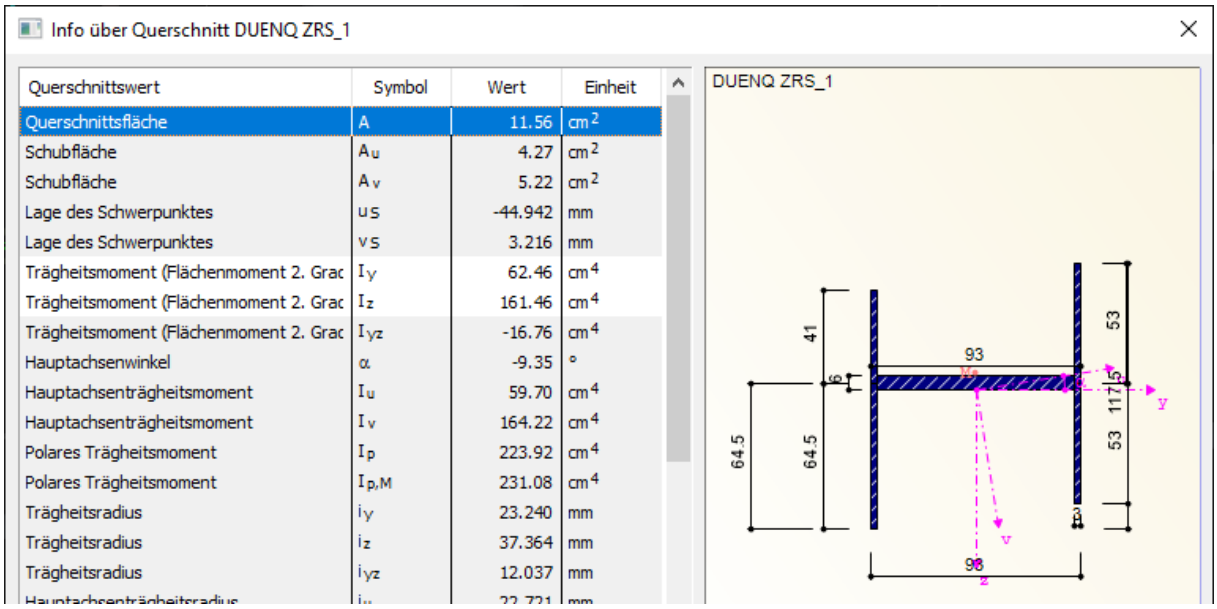


Abbildung 5.3: RFEM-Modell mit Zwischenringsteife, Kopplung und Fuge außen
Figure 5.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	6.10	cm²
Schubfläche	A_u	2.11	cm²
Schubfläche	A_v	2.33	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-50.346	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	17.232	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	23.15	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	86.65	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-7.75	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-6.86	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	22.21	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	87.58	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	109.79	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	205.60	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	19.472	mm
Trägheitsradius	i_z	37.673	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	11.269	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	19.075	mm

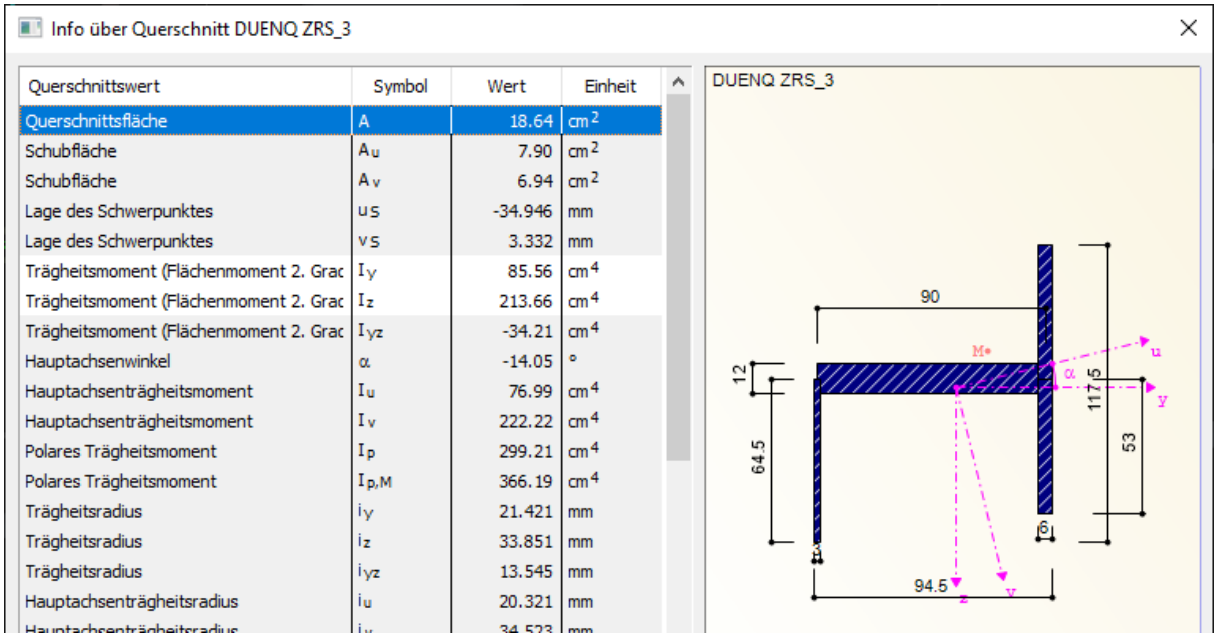
Abbildung 5.4: RFEM-Modell: Querschnitt ZR3MM
Figure 5.4: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	11.56	cm²
Schubfläche	A_u	4.27	cm²
Schubfläche	A_v	5.22	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-44.942	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	3.216	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	62.46	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	161.46	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-16.76	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-9.35	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	59.70	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	164.22	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	223.92	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	231.08	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	23.240	mm
Trägheitsradius	i_z	37.364	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	12.037	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	22.721	mm

Abbildung 5.5: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_1

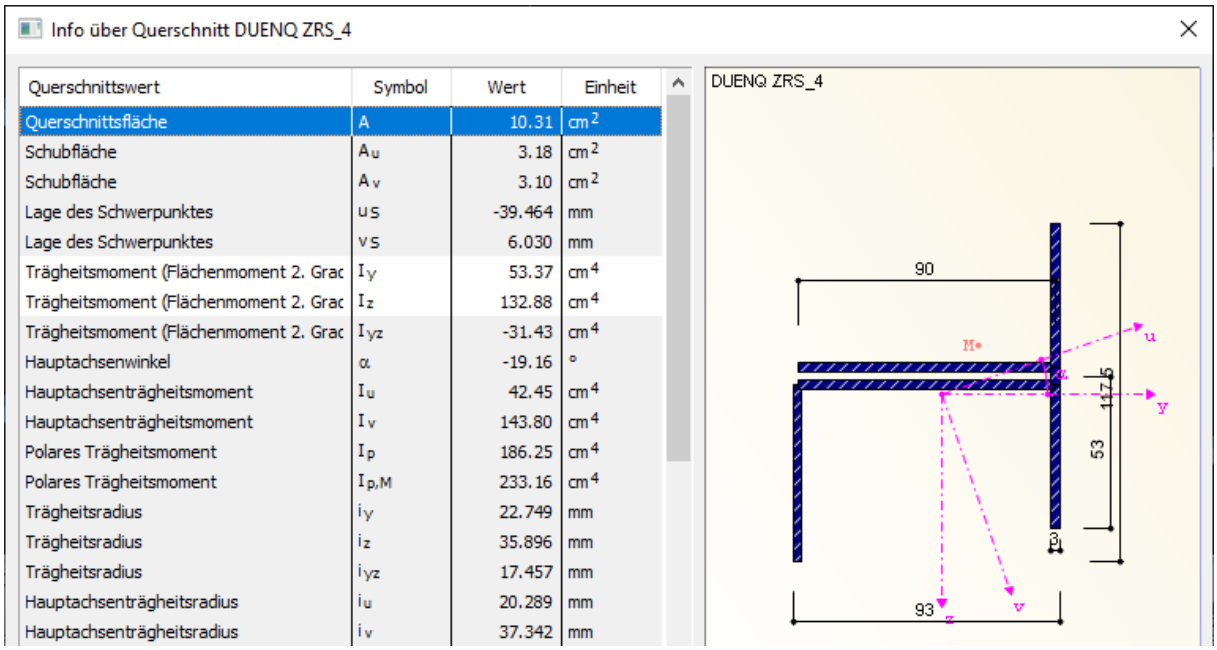
Figure 5.5: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	18.64	cm²
Schubfläche	A_u	7.90	cm²
Schubfläche	A_v	6.94	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-34.946	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	3.332	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	85.56	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	213.66	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-34.21	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-14.05	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	76.99	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	222.22	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	299.21	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	366.19	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	21.421	mm
Trägheitsradius	i_z	33.851	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	13.545	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	20.321	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_v	34.523	mm

Abbildung 5.6: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_3

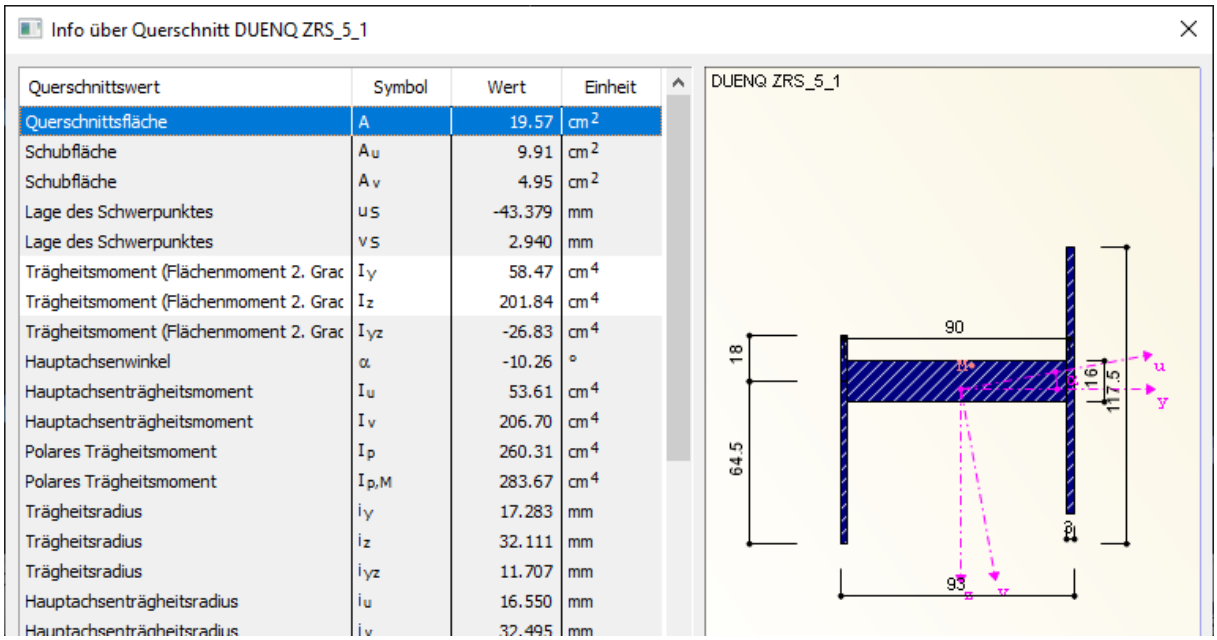
Figure 5.6: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	10.31	cm^2
Schubfläche	A_u	3.18	cm^2
Schubfläche	A_v	3.10	cm^2
Lage des Schwerpunktes	u_S	-39.464	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	6.030	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	53.37	cm^4
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	132.88	cm^4
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-31.43	cm^4
Hauptachsenwinkel	α	-19.16	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	42.45	cm^4
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	143.80	cm^4
Polares Trägheitsmoment	I_p	186.25	cm^4
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	233.16	cm^4
Trägheitsradius	i_y	22.749	mm
Trägheitsradius	i_z	35.896	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	17.457	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	20.289	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_v	37.342	mm

Abbildung 5.7: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_4

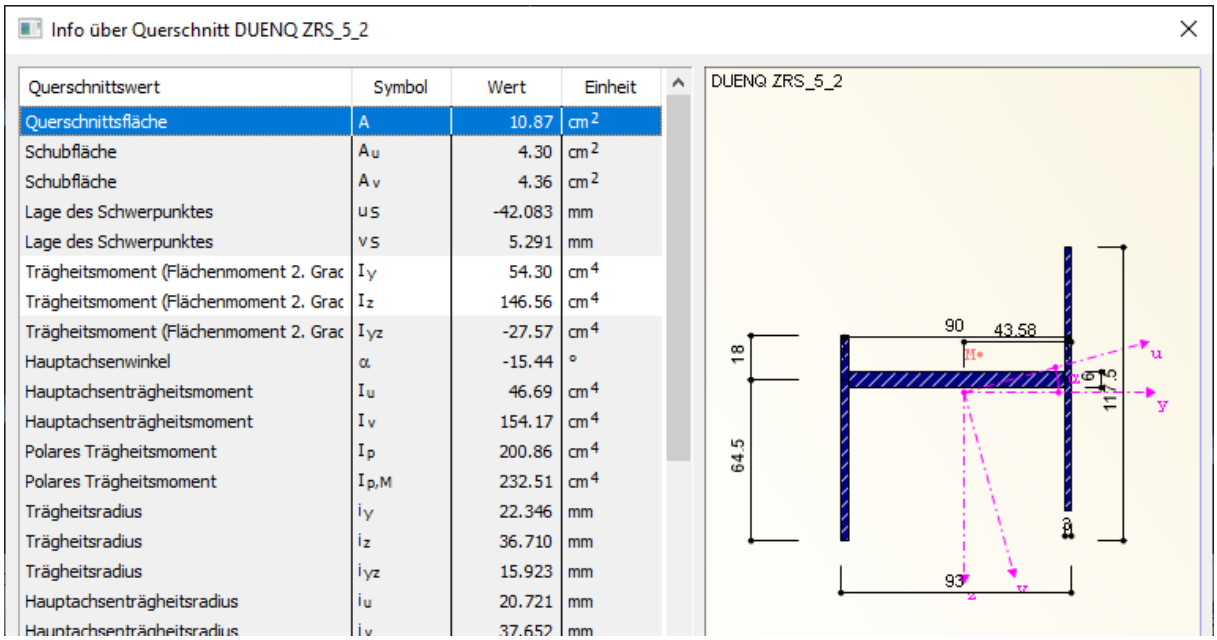
Figure 5.7: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	19.57	cm^2
Schubfläche	A_u	9.91	cm^2
Schubfläche	A_v	4.95	cm^2
Lage des Schwerpunktes	u_S	-43.379	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	2.940	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	58.47	cm^4
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	201.84	cm^4
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-26.83	cm^4
Hauptachsenwinkel	α	-10.26	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	53.61	cm^4
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	206.70	cm^4
Polares Trägheitsmoment	I_p	260.31	cm^4
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	283.67	cm^4
Trägheitsradius	i_y	17.283	mm
Trägheitsradius	i_z	32.111	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	11.707	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	16.550	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_v	32.495	mm

Abbildung 5.8: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_5_1

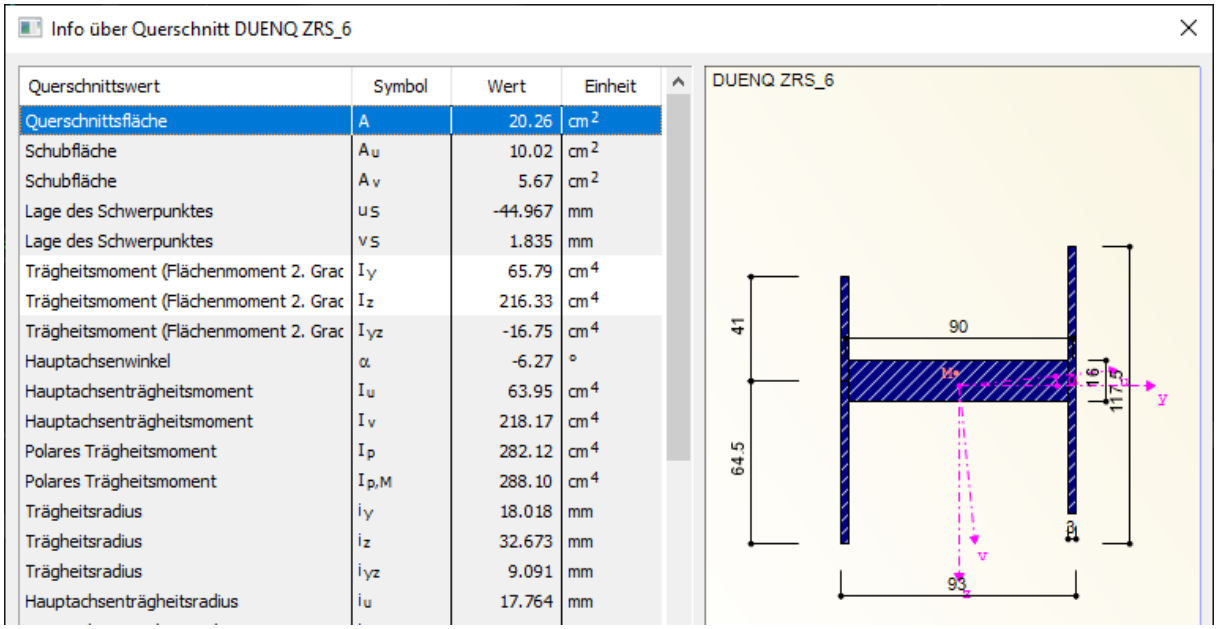
Figure 5.8: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	10.87	cm²
Schubfläche	A_u	4.30	cm²
Schubfläche	A_v	4.36	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-42.083	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	5.291	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	54.30	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	146.56	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-27.57	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-15.44	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	46.69	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	154.17	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	200.86	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	232.51	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	22.346	mm
Trägheitsradius	i_z	36.710	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	15.923	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	20.721	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_v	37.652	mm

Abbildung 5.9: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_5_2

Figure 5.9: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	20.26	cm²
Schubfläche	A_u	10.02	cm²
Schubfläche	A_v	5.67	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-44.967	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	1.835	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	65.79	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	216.33	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-16.75	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-6.27	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	63.95	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	218.17	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	282.12	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	288.10	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	18.018	mm
Trägheitsradius	i_z	32.673	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	9.091	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	17.764	mm

Abbildung 5.10: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_6

Figure 5.10: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

5.1 Ergebnisse von RFEM

1.1 Caption

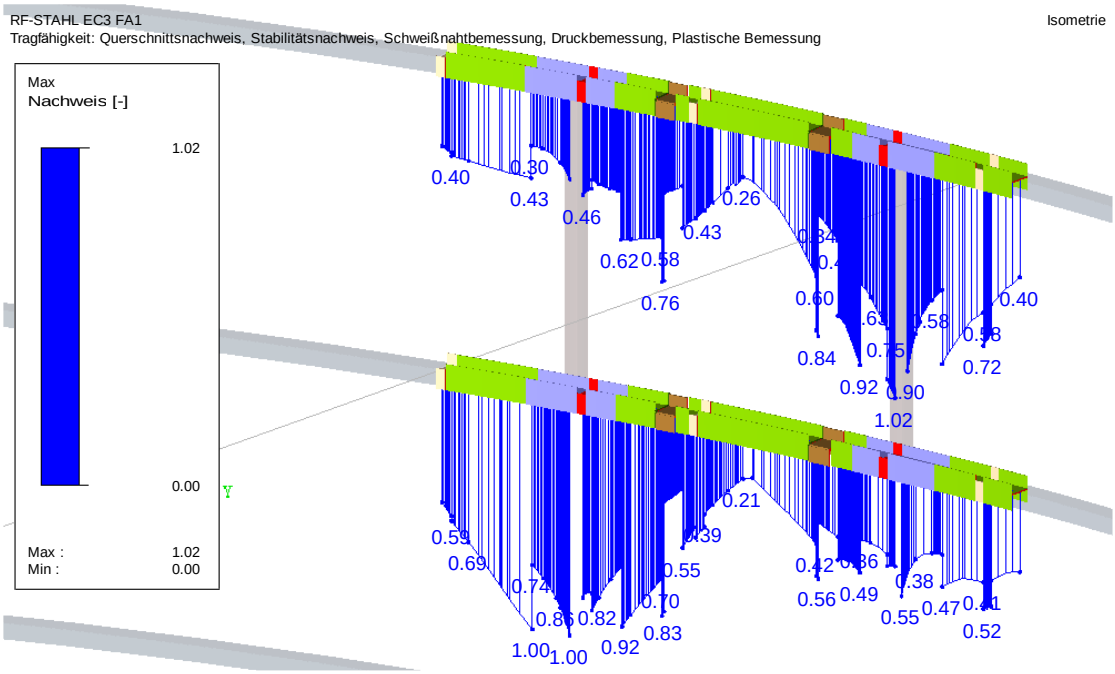


Abbildung 5.11: RFEM-Modell: Ergebnisse – Fuge innen

Figure 5.11: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

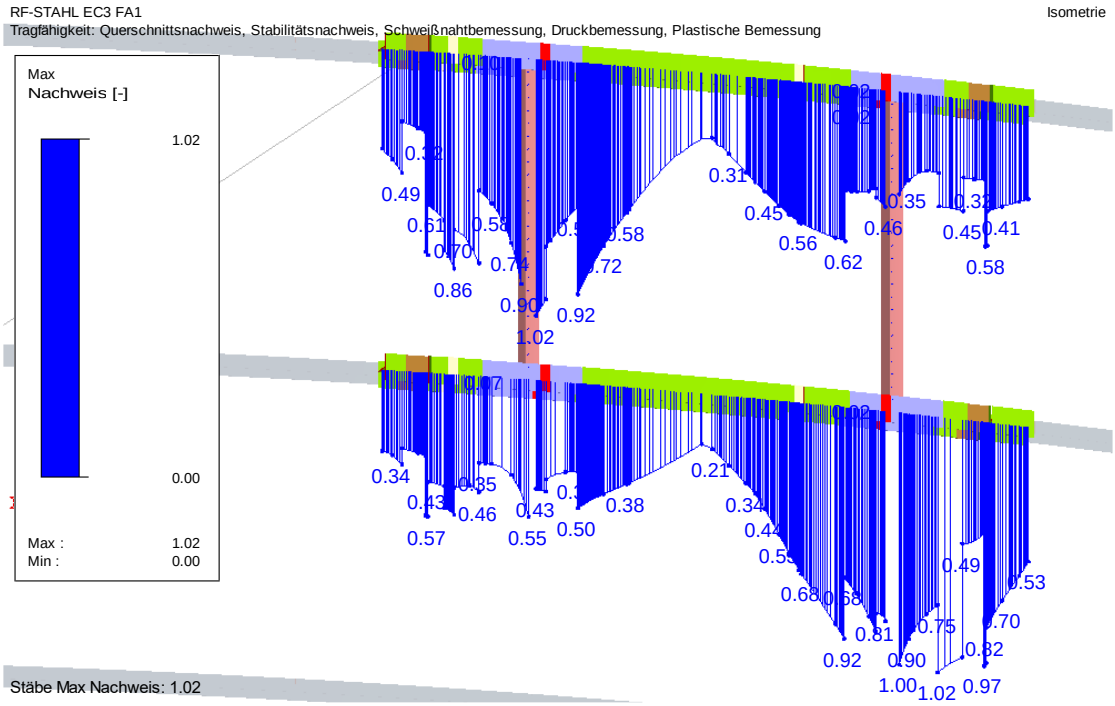


Abbildung 5.12: RFEM-Modell: Ergebnisse – Fuge außen

Figure 5.12: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

5.2 Detailnachweis

1.2 Caption

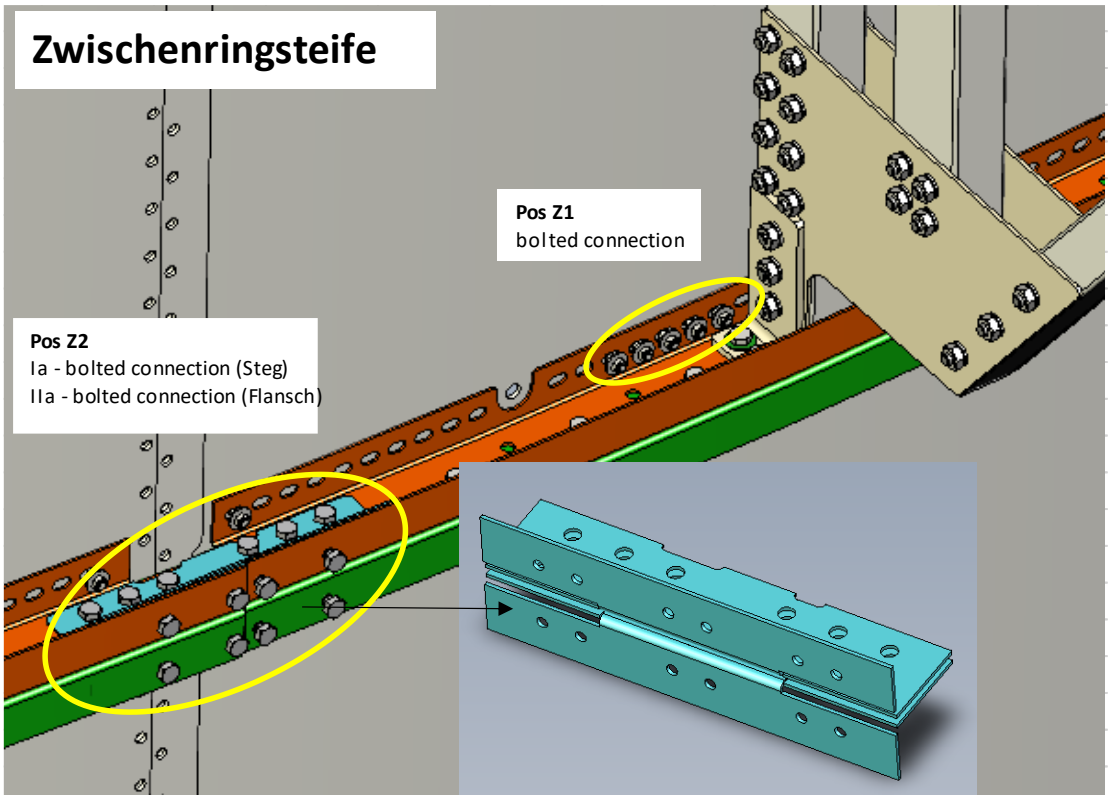


Abbildung 5.13: Zwischenringsteife: Details

Figure 5.13: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p

Tabelle 5.1: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z1

Table 5.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	47,450 N	Shear force Fy	**3,061** N
Shear force Vy	-10,780 N	Shear force Fx	**5,856** N
Shear force Vz	-25,290 N	Tensile force Ft	**1,447** N
Torsional moment, Mx	-1,550,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	0 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	1,190,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	**8**	**Plate/Beam**	
Bolt strength	**A2-50**	Material	**S275**
Standard	**ISO 4014 / 4017**	Yield strength, f_y	275 N/mm²
Bolt type	**normal bolt**	Tensile strength, f_u	430 N/mm²
Bolt diameter, d	8 mm	Plate thickness, t	**3** mm
Bolt area, A	41 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	34 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	**no**
Mean value of width across flat and corners, d_m	14 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	210 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	500 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	**no**
Hole type	**long elongated hole**		
Shear band	**thread in shear band**		
Hole diameter, d_0	12 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	**1**		
Pretension bolt	**no**		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e3	52	18		ok
Edge distance e4	22	18		ok
Hole distance p_1	30	26.4	42	ok
Hole distance p_2	60	28.8	42	not ok *

*not relevant, because no thread of corrosion

Resistance			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
e_1	52 mm	e_1	22 mm
p_1	30 mm	p_1	60 mm
e_2	22 mm	e_2	52 mm
p_2	60 mm	p_2	30 mm
Fb,Rd= 1,46 · 430 · 8 · 3/1,25	12,040 N	Fb,Rd= 1,1 · 430 · 8 · 3/1,25	9,082 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.6	k_2 0.9	
Fv,Rd = 0.6 · 500 · 34/1.25	8,160 N	Ft,Rd = 0.9 · 500 · 34/1.25	12,240 N
Punching			
Bp,Rd = 0,6 · π · 14 · 3 · 430/1,25	26,631 N		

Verification			
Bearing of hole in y-direction		**Bearing of hole in x-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	12,040 N	$F_{b,Rd}$ =	9,082 N
$F_{b,Ed}$ =	3,061 N	$F_{b,Ed}$ =	5,856 N
Verification	**0.25 <1, ok**	**Verification**	**0.64 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	8,160 N	$F_{t,Rd}$ =	12,240 N
Fv,Ed = √(Fy² + Fx²)	6,608 N	$F_{t,Ed}$ =	1,447 N
Verification	**0.81 <1, ok**	**Verification**	**0.12 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.89 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	26,631 N
		$F_{t,Ed}$ =	1,447 N
		Verification	**0.05 <1, ok**

Tabelle 5.2: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z2-Ia

Table 5.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p

Strength of single connection members with shear and tensile load					
Internal forces (RFEM)			**Load per bolt**		
Tensile force N	55,442	N	Shear force Fx	6,588	N
Shear force Vy	-7,330	N	Shear force Fy	10,180	N
Shear force Vz	1,285	N	Tensile force Ft	774	N
Torsional moment, Mx	7,000	Nmm			
Bending moment in y-direction, My	-524,000	Nmm			
Bending moment in z-direction, Mz	-4,229,000	Nmm			
Input parameter					
Bolt, M	12		**Plate/Beam**		
Bolt strength	8.8		Material	S275	
Standard	ISO 4014 / 4017		Yield strength, f_y	275	N/mm²
Bolt type	normal bolt		Tensile strength, f_u	430	N/mm²
Bolt diameter, d	12	mm	Plate thickness, t	3	mm
Bolt area, A	113	mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s		
Bolt shear area, A_s	84	mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no	
Mean value of width across flat and corners, d_m	19	mm			
Yield strength of bolt, f_{yb}	640	N/mm²			
Tensile strength of bolt, f_{ub}	800	N/mm²			
Safety factor, γ_{M2}	1.25		**Thread** Bolt screwed in a thread?	no	
Hole type	normal hole				
Shear band	thread in shear band				
Hole diameter, d_0	13	mm			
Number of shearing and gliding gaps, n	1				
Pretension bolt	no				

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	39	15.6	52	ok
Edge distance e_2	16	15.6	52	ok
Hole distance p_1	38	28.6	42	ok

*not relevant, because no thread of corrosion

Resistance					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in y-direction**		
e_1	39	mm	e_1	16	mm
p_1	42.5	mm	p_1	38	mm
e_2	16	mm	e_2	39	mm
p_2	38	mm	p_2	42.5	mm
Fb,Rd= 1.47 · 430 · 12 · 3/1.25	18,159	N	Fb,Rd= 1.03 · 430 · 12 · 3/1.25	12,702	N
Shearing per shear band			**Tensile**		
α_v	0.6		k_2	0.9	
Fv,Rd = 0.6 · 800 · 84/1.25	32,371	N	Ft,Rd = 0.9 · 800 · 84/1.25	48,557	N
Punching					
Bp,Rd = 0.6 · π · 19 · 3 · 430/1.25	36,989	N			

Verification					
Bearing of hole in x-direction			**Bearing of hole in y-direction**		
$F_{b,Rd}$ =	18,159	N	$F_{b,Rd}$ =	12,702	N
$F_{b,Ed}$ =	6,588	N	$F_{b,Ed}$ =	10,180	N
Verification	**0.36 <1, ok**		**Verification**	**0.80 <1, ok**	
Shearing per shear band			**Tensile**		
$F_{v,Rd}$ =	32,371	N	$F_{t,Rd}$ =	48,557	N
Fv,Ed = √ (Fx² + Fy²)	12,126	N	$F_{t,Ed}$ =	774	N
Verification	**0.37 <1, ok**		**Verification**	**0.02 <1, ok**	
Combination of shearing and tensile			**Punching**		
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.39 <1, ok**		$B_{p,Rd}$ =	36,989	N
			$F_{t,Ed}$ =	774	N
			Verification	**0.02 <1, ok**	

Tabelle 5.3: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z2-IIa

Table 5.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p

Strength of single connection members with shear and tensile load			
Internal forces (RFEM)		**Load per bolt**	
Tensile force N	55,442 N	Shear force Fx	7,796 N
Shear force Vy	-7,330 N	Shear force Fy	N
Shear force Vz	1,285 N	Tensile force Ft	N
Torsional moment, Mx	7,000 Nmm		
Bending moment in y-direction, My	-524,000 Nmm		
Bending moment in z-direction, Mz	-4,229,000 Nmm		
Input parameter			
Bolt, M	8	**Plate/Beam**	
Bolt strength	A4.70	Material	S275
Standard	ISO 4014 / 4017	Yield strength, f_y	275 N/mm²
Bolt type	normal bolt	Tensile strength, f_u	430 N/mm²
Bolt diameter, d	8 mm	Plate thickness, t	3 mm
Bolt area, A	50 mm²	* for countersunk bolts tp = t - 1/2 s	
Bolt shear area, A_s	37 mm²	**Filler plate** Filler plate used?	no
Mean value of width across flat and corners, d_m	14 mm		
Yield strength of bolt, f_{yb}	450 N/mm²		
Tensile strength of bolt, f_{ub}	700 N/mm²		
Safety factor, γ_{M2}	1.25	**Thread** Bolt screwed in a thread?	no
Hole type	normal hole		
Shear band	thread in shear band		
Hole diameter, d_0	9 mm		
Number of shearing and gliding gaps, n	1		
Pretension bolt	no		

Hole and edge distances [mm]				
	Min.		Max.	Verification
Edge distance e_1	14.75	10.8	52	ok
Edge distance e_2	14.75	10.8	52	ok
Hole distance p_1	32	19.8	42	ok

*not relevant, because no thread of corrosion

Resistance			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
e_1	14.75 mm	e_1	14.75 mm
p_1	32 mm	p_1	55 mm
e_2	14.75 mm	e_2	14.75 mm
p_2	55 mm	p_2	32 mm
Fb,Rd= 1,37 · 430 · 8 · 3/1,25	11,276 N	Fb,Rd= 1,37 · 430 · 8 · 3/1,25	11,276 N
Shearing per shear band		**Tensile**	
α_v	0.68	k_2	0.9
Fv,Rd = 0,68 · 700 · 37/1,25	13,937 N	Ft,Rd = 0,9 · 700 · 37/1,25	18,446 N
Punching			
Bp,Rd = 0.6 · π · 14 · 3 · 430/1.25	26,631 N		

Verification			
Bearing of hole in x-direction		**Bearing of hole in y-direction**	
$F_{b,Rd}$ =	11,276 N	$F_{b,Rd}$ =	11,276 N
$F_{b,Ed}$ =	7,796 N	$F_{b,Ed}$ =	0 N
Verification	**0.69 <1, ok**	**Verification**	**0.00 <1, ok**
Shearing per shear band		**Tensile**	
$F_{v,Rd}$ =	13,937 N	$F_{t,Rd}$ =	18,446 N
Fv,Ed = √ (Fx² + Fy²)	7,796 N	$F_{t,Ed}$ =	0 N
Verification	**0.56 <1, ok**	**Verification**	**0.00 <1, ok**
Combination of shearing and tensile		**Punching**	
$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd})$	**0.56 <1, ok**	$B_{p,Rd}$ =	26,631 N
		$F_{t,Ed}$ =	0 N
		Verification	**0.00 <1, ok**

6 Literatur und Normen

2 Literature and Standards

[1] DASt-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M64 entsprechend DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916, version 2013

[2] DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, version October 2012

[3] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Actions on structures -
Part 1-4: General actions – Wind actions

[4] DIN EN 10025-2:2019-10**:** Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

[5] DIN EN 10025-3:2019-10: Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

[6] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-1: General rules and rules for buildings

[7] DIN EN 1993-1-6:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[8] DIN EN 1993-1-8:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-8: Design of joints

[9] DIN EN 1993-1-9:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-9: Fatigue

[10] DIN EN 1993-1-10:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

[11] DIN EN 14399-4:2015-04: High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

[12] DIN EN 14399-6:2015-04 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 6: Plain chamfered washers

[13] DIN EN ISO 898-1:2013-05: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread

[14] DIN EN ISO 5817:2014-06: Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

[15] IEC 61400-1:2019-02, Ed. 4**:** Wind turbines – Part 1: Design requirements

[16] IIW document IIW-2259-15 ex XIII-2460-13/XV-1440-13, Recommendations for fatigue design of welded joints and components. January 2016

[17] Petersen, C.: Stahlbau. Braunschweig: Vieweg-Verlag 1997

[18] Schmidt, H./Neuper, M.: Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben. Stahlbau 66 (1997), H.3, S. 163-168

[19] Seidel, M.: Zur Bemessung geschraubter Ringflanschverbindungen von Windenergieanlagen. Dissertation, Schriftenreihe Heft 20, Hannover, SHAKER Verlag, 2001

[20] VDI-Richtlinie 2230: Blatt 1: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, November 2015

[21] VDI- Richtlinie 2230: Part 2: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, December 2014

[22] DIN EN 1090-2:2018-09: Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures

A. Anhang

A. Appendix

A.1 Anhang erste Ebene

A.1 Appendix first level

Fließtext bla bla blubb

Die Extremlasten werden als Schnittlasten in unterschiedlichen Turmhöhen zur Verfügung gestellt. Hierin sind die simulierten Lasten aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage, sowie die Windlasten auf den Turm enthalten.

Fließtext englisch, kursiv – bla, bla, blubb

The extreme loads are provided as cut loads at different tower heights. They include the

A.1.1 Anhang zweite Ebene

A.1.1 Appendix second level

Fließtext bla bla blubb

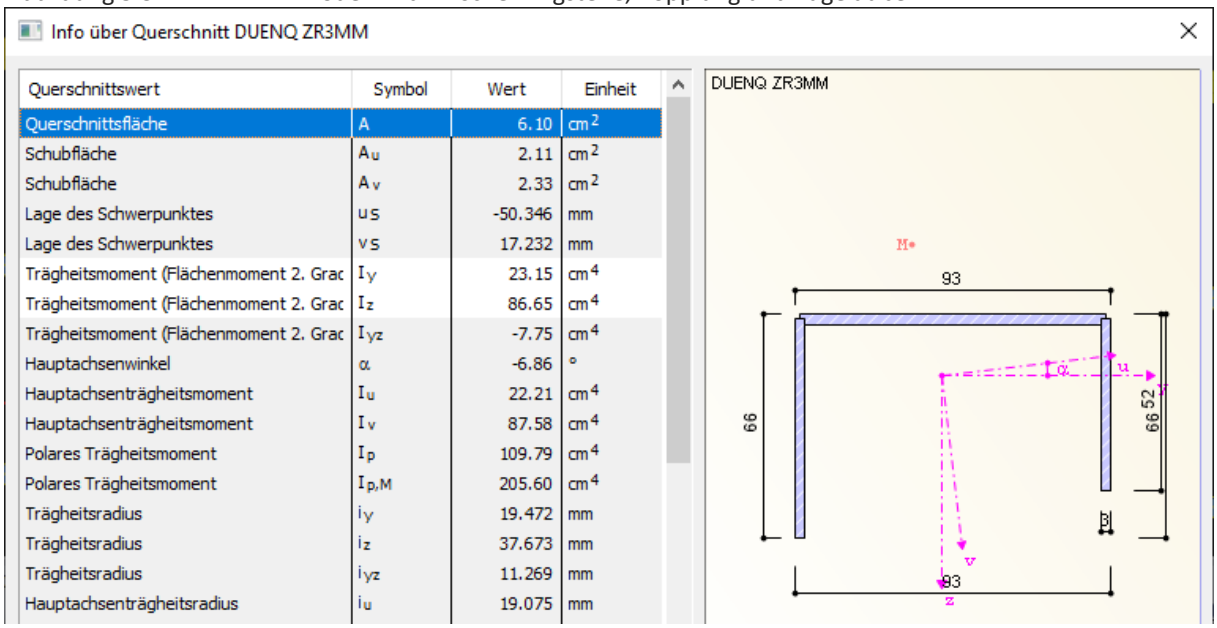
Die Extremlasten werden als Schnittlasten in unterschiedlichen Turmhöhen zur Verfügung gestellt. Hierin sind die simulierten Lasten aus dem maschinentechnischen Teil der Anlage, sowie die Windlasten auf den Turm enthalten.

Fließtext englisch, kursiv – bla, bla, blubb

The extreme loads are provided as cut loads at different tower heights. They include the

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Zwischenringsteife für Arbeitsbühne 6
Abbildung 2.2: Zwischenringsteife mit Kopplung (alle Variante) 7
Abbildung 3.1: Knotenlasten von Arbeitsbühne Ref. [2] 8
Abbildung 3.2: Windlasten WZ2 8
Abbildung 3.4: Lastkombination EK4: 1.5xWind WZ2 + 1.0xArbeitsbühnelasten 9
Abbildung 5.1: RFEM-Modell mit Flächenelement: D=23.8m, H=23.8m 11
Abbildung 5.2: RFEM-Modell mit Zwischenringsteife, Kopplung und Fuge innen 11
Abbildung 5.3: RFEM-Modell mit Zwischenringsteife, Kopplung und Fuge außen 12



Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Querschnittsfläche	A	6.10	cm²
Schubfläche	A_u	2.11	cm²
Schubfläche	A_v	2.33	cm²
Lage des Schwerpunktes	u_S	-50.346	mm
Lage des Schwerpunktes	v_S	17.232	mm
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_y	23.15	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_z	86.65	cm⁴
Trägheitsmoment (Flächenmoment 2. Grac	I_{yz}	-7.75	cm⁴
Hauptachsenwinkel	α	-6.86	°
Hauptachsenträgheitsmoment	I_u	22.21	cm⁴
Hauptachsenträgheitsmoment	I_v	87.58	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	I_p	109.79	cm⁴
Polares Trägheitsmoment	$I_{p,M}$	205.60	cm⁴
Trägheitsradius	i_y	19.472	mm
Trägheitsradius	i_z	37.673	mm
Trägheitsradius	i_{yz}	11.269	mm
Hauptachsenträgheitsradius	i_u	19.075	mm

Abbildung 5.4: RFEM-Modell: Querschnitt ZR3MM

Abbildung 5.5: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_1 13
Abbildung 5.6: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_3 13
Abbildung 5.7: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_4 14
Abbildung 5.8: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_5_1 14
Abbildung 5.9: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_5_2 15
Abbildung 5.10: RFEM-Modell: Querschnitt ZRS_6 15
Abbildung 5.11: RFEM-Modell: Ergebnisse – Fuge innen 16
Abbildung 5.12: RFEM-Modell: Ergebnisse – Fuge außen 16
Abbildung 5.13: Zwischenringsteife: Details 17

List of Figures

Figure 2.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 6
Figure 2.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 7
Figure 3.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 8
Figure 3.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 8
Figure 3.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 9
Figure 5.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 11
Figure 5.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 11
Figure 5.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 12
Figure 5.4: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 12

Figure 5.5: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 13
Figure 5.6: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 13
Figure 5.7: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 14
Figure 5.8: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 14
Figure 5.9: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 15
Figure 5.10: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 15
Figure 5.11: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 16
Figure 5.12: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 16
Figure 5.13: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach oben 6 p 17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Material nach Z-30.-6: 2014-04, DIN EN 1993-1-1:2010-12 10
Tabelle 4.2: Teilsicherheitsbeiwerte für Nichtrostender Stahl 10
Tabelle 5.1: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z1 18
Tabelle 5.2: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z2-Ia 19
Tabelle 5.3: Nachweis Schraubenverbindung: Zwischenringsteife Position Z2-IIa 20

List of Tables

Table 4.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p 10
Table 4.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p 10
Table 5.1: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p 18
Table 5.2: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p 19
Table 5.3: Beschriftung, Calibri 10, zentriert, Abstand nach unten 6 p 20

P. E. Concepts GmbH
Kruppstr. 82-100 • 45145 Essen • Germany • Tel: +49 (201) 83916-0 • Fax: +49 (201) 83916-100 •info@p-e-c.com • www.p-e-c.com

Kunde/ Customer
Erich Stallkamp ESTA GmbH

Projekt/ Project

Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest / Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform

Auftrag Statische Berechnung: Walkway, Brücke, Arbeitsbühne, Treppe, Zwischen- und Abschlusspodest	*Order* *Structural calculation: Walkway, bridge, working platform, staircase, intermediate and end platform*
Arbeitspaket Statische Berechnung: Anschluss C-Profil	*Work package* *Structural calculation: Connection C-Profile*
Anlage Biogasbehälter	*Type* *Biogastank*
Standort Eiszone 2 Schneelastzone 2, sk= 0,85 kN/m² Windzone WZ4 (Küste), qb,0 = 0,56 kN/m² Berücksichtigung der TRAS320	*Site* *Icezone 2 Snowzone 2, sk= 0.85 kN/m²* *Windzone WZ4 (Coast), qb,0 = 0.56 kN/m²* *Consideration of TRAS320*
Dokument Klassifikation Kundenvertraulich	*Document classification* Customer confidential
Dokument Nr. (Rev.) / *Document no. (rev.)* ST-2206-AF_05 (A)	Datum (Rev.) / *Date (rev.)* 09.07.2024

Dieses Dokument umfasst insgesamt *This document consists of*

14 Seiten *14 pages*

Inhalt / *Content Rev. A*	Elena Christina Rohweder Digital unterschrieben von Elena Christina Rohweder Datum: 2024.07.09 14:24:55 +02'00' Elena Rohweder	P. E. Concepts GmbH, Essen
Freigabe / *Release Rev. A*	Holger Lange Digital unterschrieben von Holger Lange Datum: 2024.07.09 16:56:38 +02'00' Holger Lange	P. E. Concepts GmbH, Essen

Die Unterschrift gilt für die jeweils aktuelle Version. / *Signatures valid for actual revision.*

Rev.	**Datum** ***Date***	**Seiten** ***Pages***	**Änderungen** ***Modifications***
A	09.07.2024	Alle/ *All*	Erstausgabe/ *First edition*

Referenzen / *References*

Zugehörige Daten und Dokumente / *Related data and documents*

Nr. ***No.***	**Firma** ***Company***	**Inhalt** ***Content***	**Dok.-Name / Rev.** ***Doc. name / rev.***	**Datum** ***Date***
(Ref1)				
(Ref2)				

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung 4
2 System 5
2.1 FE-Modell 8
2.2 Nachweise 9
2.2.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise 9
3 Zusammenfassung 10
4 Literatur und Normen 11
Abbildungsverzeichnis 13
Tabellenverzeichnis 14

1 Einleitung

Introduction

Im vorliegenden Dokument erfolgt die statische Berechnung verschiedener Laufsteg-konstruktionen, die als Zugang zum Behälter dienen.

Nachgewiesen wird eine Walkway-, eine Brücken- und eine Arbeitsbühnen-konstruktion.

Die Installation der Konstruktion wird für eine Höhe von bis zu 30m nachgewiesen.

Die Lastannahmen erfolgen nach DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [3] und, DIN EN ISO 14122-2 und TRAS320 [19].

Die Bemessung erfolgt nach Eurocode 3 [6].

This document contains the structural analysis of different walkway constructions which provide access to the tank.

A walkway, a bridge and a work-platform will be analyzed. Additionally, the transmission of support forces of bridge and walkway into the tank shell will be investigated.

The installation of the construction is proven for a height of up to 30m.

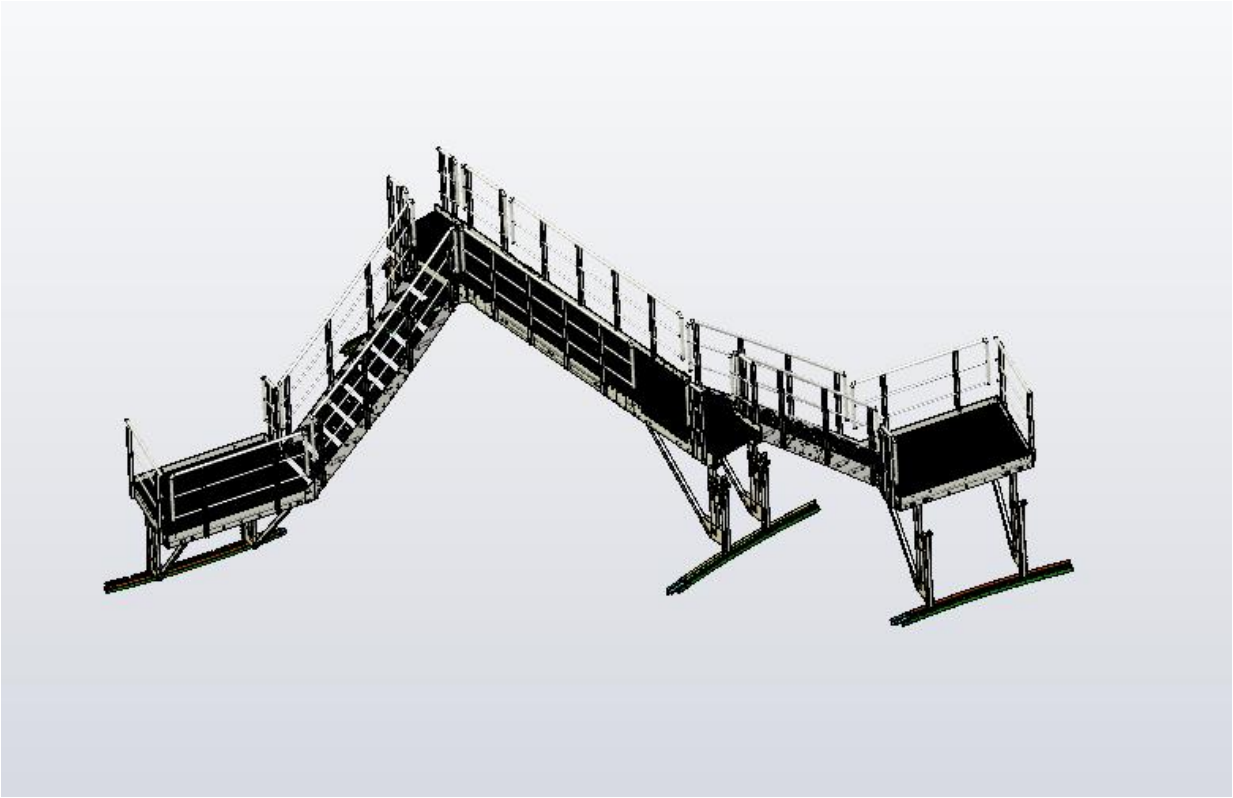
The load assumptions are made acc. to DIN EN 1990, DIN EN 1991-1-3/NA, DIN EN 1991-1-4 [3], DIN EN ISO 14122-2 and TRAS320 [19].

The structural analysis is made according to Eurocode 3 [6].

2 System

System

Eine Übersicht der Brücken-, Arbeitsbühnen- und Walkwaykonstruktion wird in Abbildung 2.1 dargestellt.
An overall view of the bridge, work-platform and walkway construction is shown in Figure 2.1.



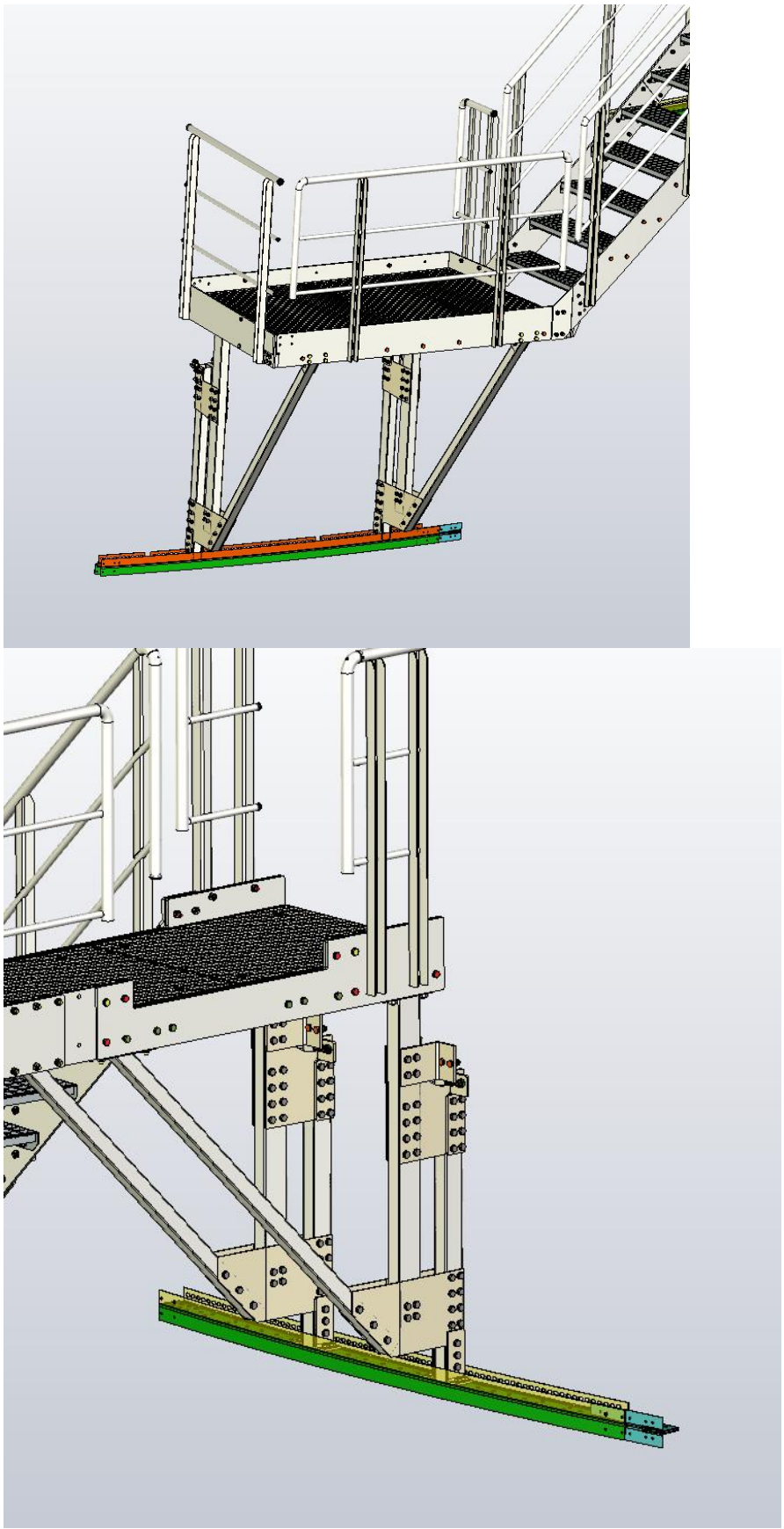


Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem
Figure 2.1: Overall system

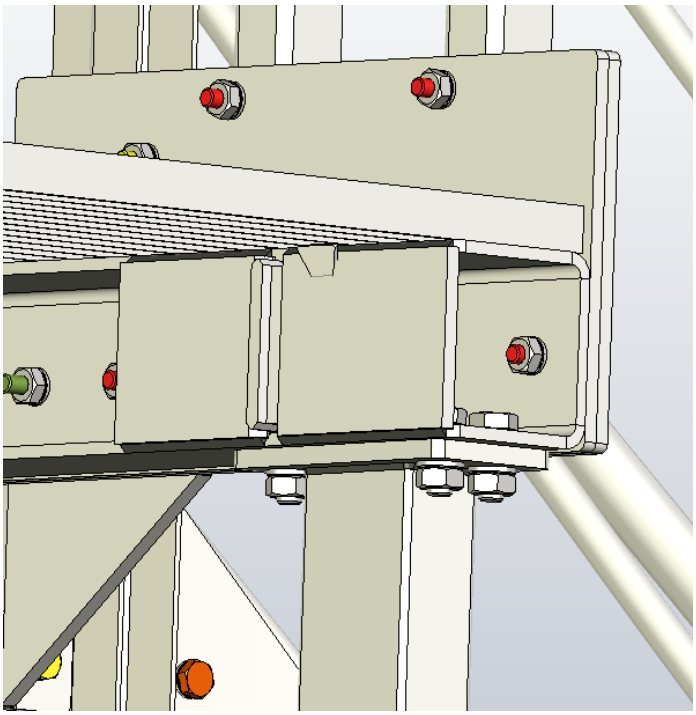
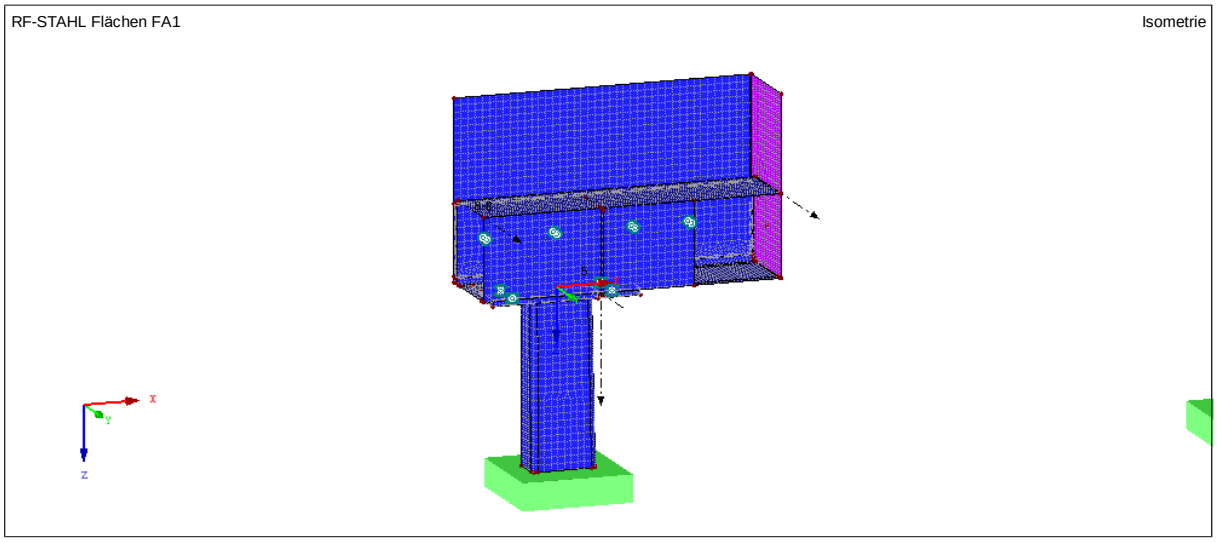


Abbildung 2.2: Übersicht Detail
Figure 2.2: Overall detail

2.1 FE-Modell



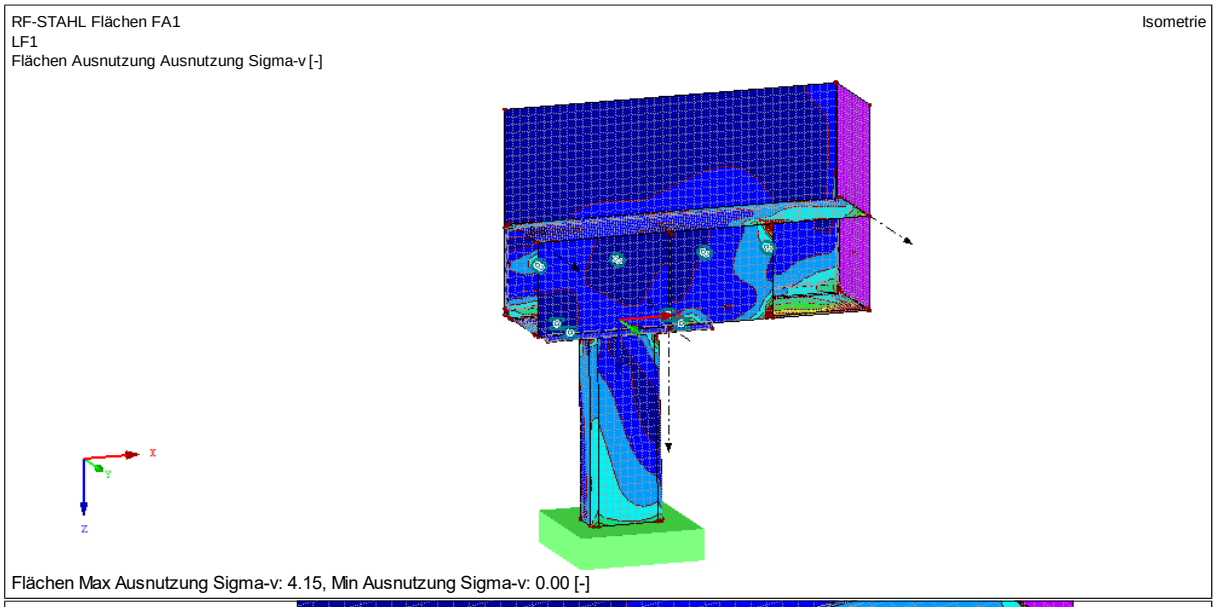
2.2 Nachweise

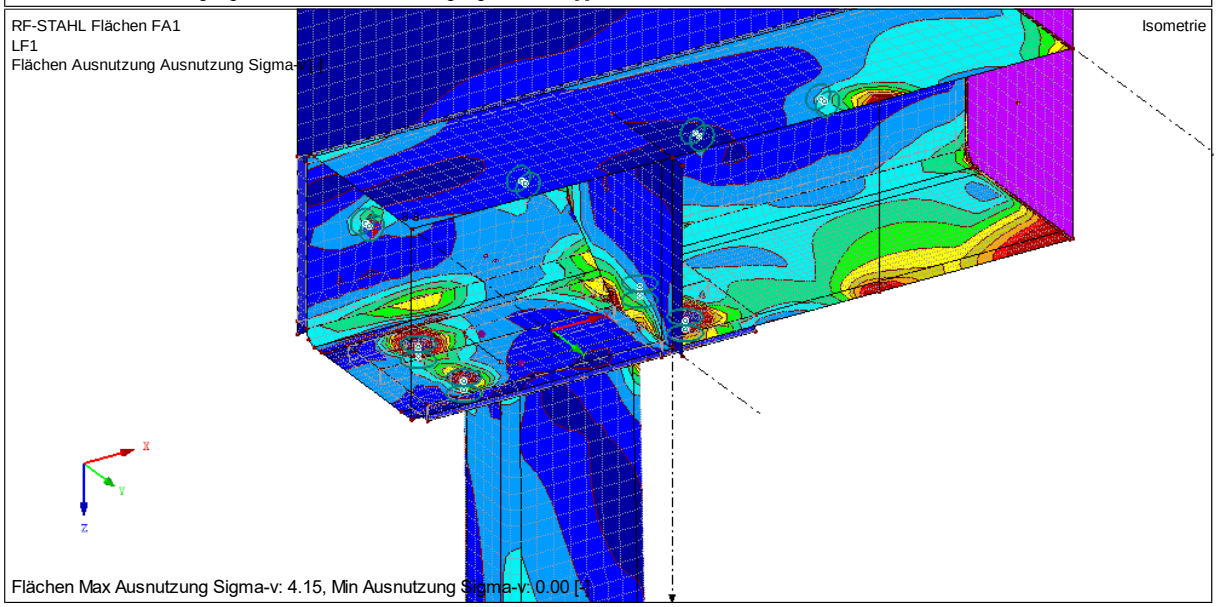
Verifications

2.2.1 Spannungs- und Stabilitätsnachweise

Stress and Stability Verifications

Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise nach DIN EN 1993-1-1 [6] werden in RFEM geführt.
The stress and stability verifications acc. to DIN EN 1993-1-1 [6] are carried out by RFEM.





3 Zusammenfassung

Der Nachweis des Anschlusses ist erfüllt.
The verification of the connection is fulfilled.

4 Literatur und Normen

2 Literature and Standards

[1] DASt-Richtlinie 021: Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M64 entsprechend DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916, version 2013

[2] DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, version October 2012

[3] DIN EN 1991-1-4:2010-12: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions – Wind actions

[4] DIN EN 10025-2:2019-10**:** Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels

[5] DIN EN 10025-3:2019-10: Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels

[6] DIN EN 1993-1-1:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings

[7] DIN EN 1993-1-6:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and stability of shell structures

[8] DIN EN 1993-1-8:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints

[9] DIN EN 1993-1-9:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue

[10] DIN EN 1993-1-10:2010-12: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

[11] DIN EN 14399-4:2015-04: High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

[12] DIN EN 14399-6:2015-04 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 6: Plain chamfered washers

[13] DIN EN ISO 898-1:2013-05: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread

[14] DIN EN ISO 5817:2014-06: Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections

[15] DNV-RP-C203:2019-09, Amendement:2021-09: Fatigue Design of Offshore Steel Structures

[16] Gudehus, H., Zenner, H.: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung, 4. Auflage, Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1999

[17] IEC 61400-1:2019-02, Ed. 4**:** Wind turbines – Part 1: Design requirements

[18] IIW document IIW-2259-15 ex XIII-2460-13/XV-1440-13, Recommendations for fatigue design of welded joints and components. January 2016

[19] Petersen, C.: Stahlbau. Braunschweig: Vieweg-Verlag 1997

[20] Schmidt, H./Neuper, M.: Zum elastostatischen Tragverhalten exzentrisch gezogener L-Stöße mit vorgespannten Schrauben. Stahlbau 66 (1997), H.3, S. 163-168

[21] Seidel, M.: Zur Bemessung geschraubter Ringflanschverbindungen von Windenergieanlagen. Dissertation, Schriftenreihe Heft 20, Hannover, SHAKER Verlag, 2001

[22] VDI-Richtlinie 2230: Blatt 1: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, November 2015

[23] VDI- Richtlinie 2230: Part 2: Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Multi bolted joints, Verein Deutscher Ingenieure Düsseldorf, December 2014

[24] DIN EN 1090-2:2018-09: Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Übersicht Gesamtsystem 7
Abbildung 2.2: Übersicht Detail 8

List of Figures

Figure 2.1: Overall system 7
Figure 2.2: Overall detail 8

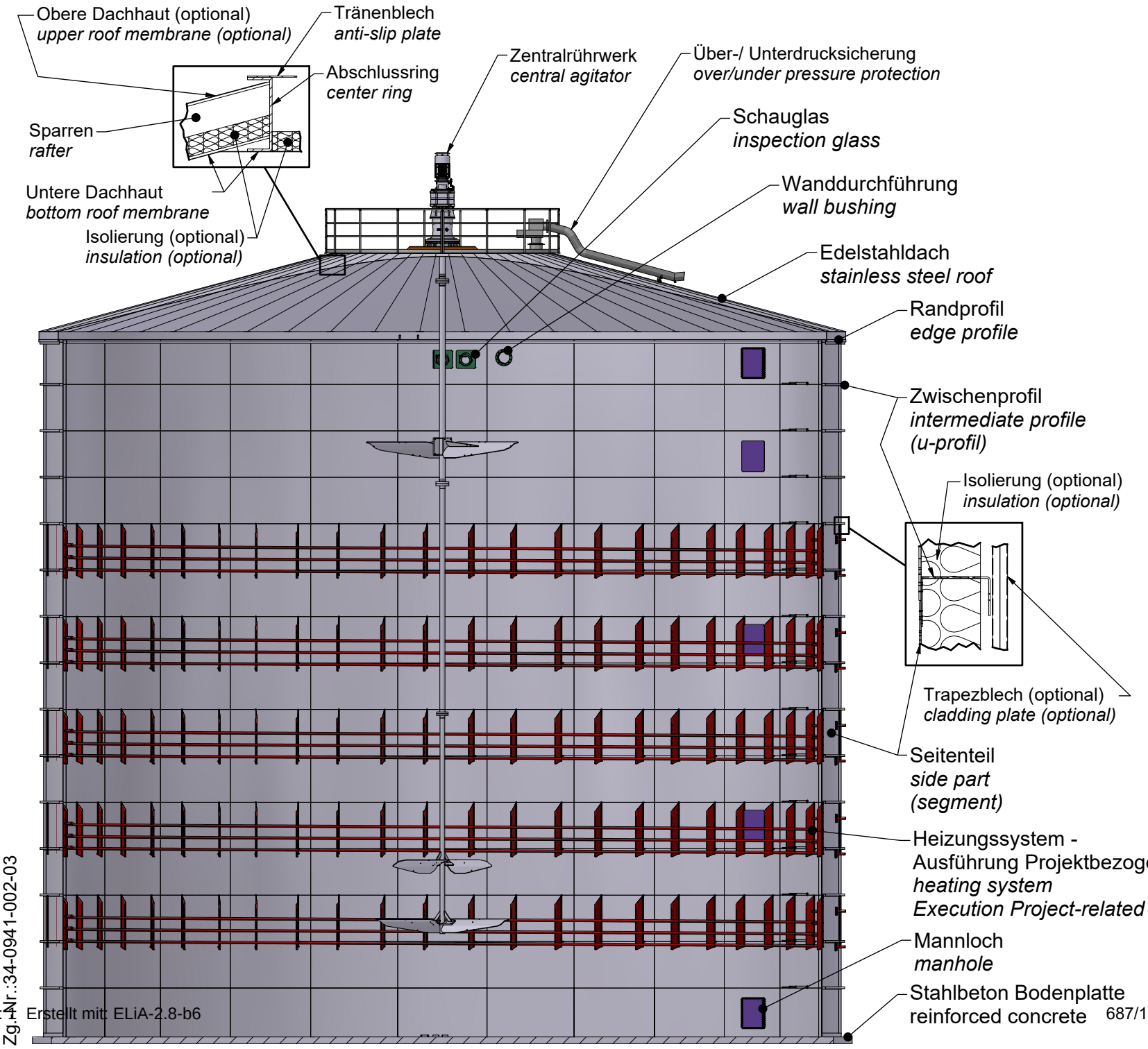
Tabellenverzeichnis

No table of figures entries found.

List of Tables

No table of figures entries found.

Darstellung Hochfermenter



Zg.-Nr.:34-0941-002-03

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

STATISCHE BERECHNUNG

Projekt Nr:	**2746 Abdeckung für Biogasbehälter** **TEIL I MEMBRANABDECKUNG** **TEIL II HOCHPUNKTSTÜTZE UND DETAILNACHWEISE**
Standort:	**BGA Timphaus** Dinklager Landstrasse 4 D-49393 Lohne/ Oldenburg
Bauvorhaben:	Abdeckung für Biogasbehälter - doppelschalig (pneumatisch) Durchmesser des Behälters: 40 m Überhöhung Außenmembran: 24 % Überhöhung Innenmembran: 21 % Stützluftdruck: 2,5 mbar Gasbetriebsdruck: 5 mbar Windlastzone: 2 [-] Membranzuschnitt: parallel
Auftraggeber:	dbds- Deutsche Biogas Dach-Systeme GmbH Am Burgholz 15 D- 52372 Kreuzau
Revision	Rev. 00 Erstvorlage

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

TEIL I

2746 Abdeckung für Biogasbehälter
MEMBRANABDECKUNG

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

INHALT

TEIL I

		Seite:
1	Vorbemerkungen	1 - 1
2	Übersicht + Abmessungen	2 - 1
3	Lastannahmen	3 - 1
4	Rechenmodell + Materialeigenschaften	4 - 1
5	Lastfallberechnung	5 - 1
6	Auflagerlasten	6 - 1
7	Schnittgrößen+ Extremwerte	7 - 1
8	Bemessung	8 - 1

TEIL II

		Seite:
9	Stützenberechnung	9 - 1
10	Detailnachweise Stahlbau	10 - 1

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

1. VORBEMERKUNGEN

Inhalt

		Seite:
1.1	Materialangaben	1 - 2
1.2	Konstruktionsbeschreibung	1 - 7
1.3	Formfindung/ Geometrie	1 - 7
1.4	Statische Berechnung	1 - 7
1.5	Computerprogramme	1 - 7
1.6	Normen (Auszug)	1 - 8
1.7	Sicherheit	1 - 9

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

1.1 Materialangaben

Stahl- Klemmleisten

Klemmleiste oben

Material		Edelstahl	
Bezeichnung		1.4301	X5CrNi18-10
Streckgrenze	$R_{p0.2} \geq$	210	N/mm²
Bruchfestigkeit	$R_m =$	520	N/mm²

Klemmleiste unten

Material		Edelstahl	
Bezeichnung		1.4401	X5CrNi17-12-2
Streckgrenze	$R_{p0.2} \geq$	220	N/mm²
Bruchfestigkeit	$R_m =$	520	N/mm²

Stahl- Mittelstütze

Hohlprofile

Material		Edelstahl	
Bezeichnung		1.4404	S 235
Streckgrenze	$R_{p0.2} \geq$	200	N/mm²
Bruchfestigkeit	$R_m =$	500	N/mm²

Hohlprofile/ Bleche

Material		Edelstahl	
Bezeichnung		1.4404	S 275
Streckgrenze	$R_{p0.2} \geq$	275	N/mm²
Bruchfestigkeit	$R_m =$	550	N/mm²

Hohlprofile

Material		Edelstahl	
Bezeichnung		1.4404	S 355
Streckgrenze	$R_{p0.2} \geq$	355	N/mm²
Bruchfestigkeit	$R_m =$	600	N/mm²

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

Membrane

Aussenmembrane

Typ	**Classic 1100**	
	B71311	
Hersteller	Verseidag	
Material	PVC beschichtetes Polyestergewebe	
Reißfestigkeit Kette	1300	N/cm
Reißfestigkeit Schuss	1140	N/cm
Weiterreißfestigkeit Kette	950	N
Weiterreißfestigkeit Schuss	800	N
Gesamtgewicht	1050	g/m²

Innenmembrane

Typ	**Classic 800**	
	B71180	
Hersteller	Verseidag	
Material	PVC beschichtetes Polyestergewebe	
Reißfestigkeit Kette	680	N/cm
Reißfestigkeit Schuss	600	N/cm
Weiterreißfestigkeit Kette	350	N
Weiterreißfestigkeit Schuss	300	N
Gesamtgewicht	800	g/m²

Gurt

Hersteller	Cordstrap	
Typ	CW 105	
Breite	32	mm

VERSEIDAG
COATING AND COMPOSITE

Produktdatenblatt
Product datasheet

B71180 Classic 800 AS für Biogasanwendungen
B71180 Classic 800 AS for biogas installations

Faserstoff des Trägergewebes Support cloth Tissu	DIN 60001	PES
Beschichtungsart Type of coating Nature de l´enduit		versiegeltes PVC sealed PVC PVC sigillé
Flächengewicht Total weight Masse totale	DIN EN ISO 2286-2	800 g/m²
Höchstzugkraft K/S Tensile strength warp/weft Resistance a la traction en chaine/en trame	DIN EN ISO 1421	3400 / 3000 N/5 cm
Weiterreißkraft K/S Tear Resistance Resistance à la Déchirure en chaine/en trame	DIN 53363	350 / 300 N
Haftung Adhesion Adhésion	DIN 53357	140 N/5 cm
Oberflächenwiderstand bei 23°C/30% rel. Luftfeuchtigkeit Surface resistivity @23°C/30% rel. humidity		≤5x10¹⁰ Ω
Gasdurchlässigkeit (Methan) Permeability to methane Perméabilité à méthane	ISO 7229	< 350 ml / (m²·d·atm)
Brandverhalten Fire behaviour Réaction au feu	DIN 4102	B1
Temperaturbeständigkeit Temperature resistance	DIN EN 1876-1 (Kälte/cold) IVK/Pkt. 5 (Wärme/heat)	- 30°C – + 70°C

Haftungsausschluss: Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor. Werte ohne Toleranzangaben sind Nennwerte mit einer Toleranz von ± 5%. Die Angaben entsprechen unserem heutigen Kenntnisstand und sollen ohne Rechtsverbindlichkeit informieren.
Disclaimer: We reserve modifications of the mentioned values for technical reasons. Values without tolerance statements are values with a tolerance of ± 5%. The information corresponds with our latest knowledge and is offered without liability.

Version 1.7 (24.04.2019)

duraskin®
The reliable protection

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

VERSEIDAG
COATING AND COMPOSITE

Produktdatenblatt
Product datasheet

B71311 Classic 1100 AS für Biogasanwendungen
B71311 Classic 1100 AS for biogas installations

Faserstoff des Trägergewebes Support cloth Tissu	DIN 60001	PES
Beschichtungsart Type of coating Nature de l`enduit		versiegeltes PVC sealed PVC PVC sigillé
Flächengewicht Total weight Masse totale	DIN EN ISO 2286-2	1050 g/m²
Höchstzugkraft K/S Tensile strength warp/weft Resistance a la traction en chaine/en trame	DIN EN ISO 1421	6500 / 5700 N/5 cm
Weiterreißkraft K/S Tear Resistance Resistance à la Déchirure en chaine/en trame	DIN 53363	950 / 800 N
Haftung Adhesion Adhésion	DIN 53357	160 N/5 cm
Oberflächenwiderstand bei 23°C/30% rel. Luftfeuchtigkeit Surface resistivity @23°C/30% rel. humidity		≤5x10¹⁰ Ω
Gasdurchlässigkeit (Methan) Permeability to methane Perméabilité à méthane	ISO 7229	< 100 ml /(m²·d·atm)
Brandverhalten Fire behaviour Réaction au feu	DIN 4102	B1
Temperaturbeständigkeit Temperature resistance	DIN EN 1876-1 (Kälte/cold) IVK/Pkt. 5 (Wärme/heat)	- 30°C – + 70°C

Haftungsausschluss: Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor. Werte ohne Toleranzangaben sind Nennwerte mit einer Toleranz von ± 5%. Die Angaben entsprechen unserem heutigen Kenntnisstand und sollen ohne Rechtsverbindlichkeit informieren.
Disclaimer: We reserve modifications of the mentioned values for technical reasons. Values without tolerance statements are values with a tolerance of ± 5%. The information corresponds with our latest knowledge and is offered without liability.

duraskin®
The reliable protection

Version 1.7 (24.04.2019)

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

Zwick

Polyester-Band. SW105

Parameter table:

Test reference	:	Strapping / lashing type:	CW105
Requested from	:	Width (mm)	:
Performed by	: PdW	Thickness (mm)	:
Type of test,	: lineair met camera	Weight (g/m1)	:
Customer / Supplier	: Cordstrap	Buckle type	:
Machine data	: 100N5A WN:140630	Remarks	:
	Crosshead travel monitor WN:140630		
	Load cell ID:0 WN:140631 100 kN		
	Optical extensometer ID:3 WN:140633		

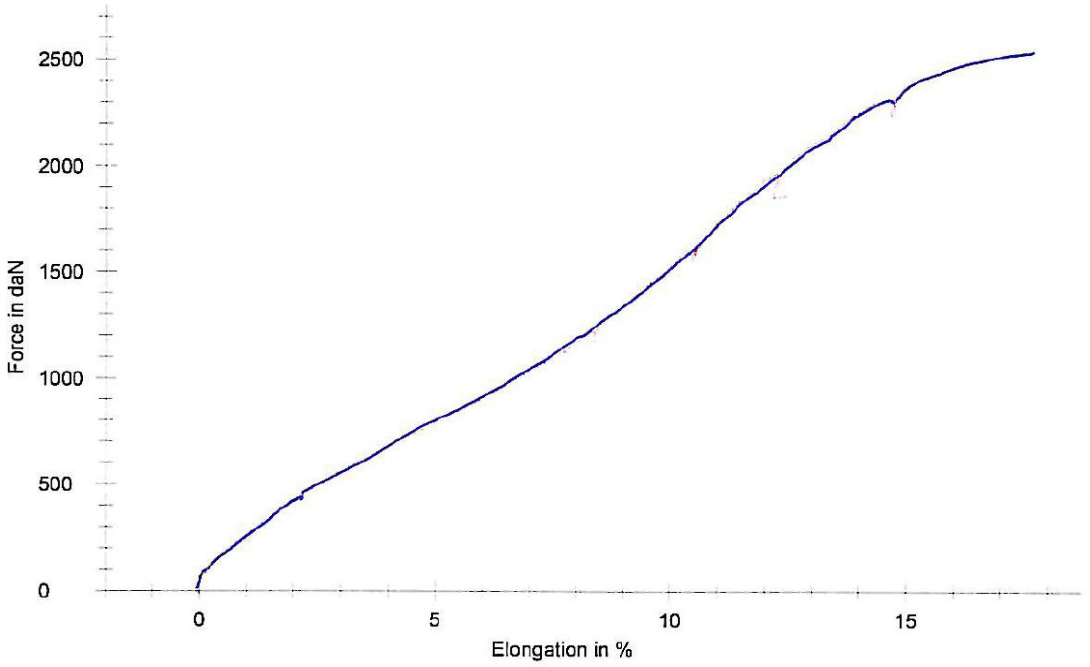
Results:

Nr	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
1	2531,09	18,74	2525,61	18,80

Statistics:

n = 1	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
$\bar{x}$	2531,09	18,74	2525,61	18,80
s	-	-	-	-
v	-	-	-	-

Series graphics:



Filename: 3-Optical Cordstrap tensile test.ZPV Printdate: **02. mei 2007** Page 1/1

Cordstrap BV, Telefone +31 (0) 493 320005, Telefax +31 493 320115, www.cordstrap.net, reception.nl@cordstrap.net, sales.nl@cordstrap.net

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

1.2 Konstruktionsbeschreibung

Ein zylinderförmiger Biogasbehälter wird durch zwei übereinander angeordnete Membranen abgedeckt. Diese werden pneumatisch gestützt und formen sich, bedingt durch den unterschiedlichen Zuschnitt, zu zwei verschieden hohen Kugelkalotten. Behälter und untere Membrane bilden den Gasraum. Zwischen unterer und oberer Membrane befindet sich ein unter ständigem Druck stehender Luftraum. Durch die pneumatische Vorspannung wird gewährleistet, dass die äußere Form der Dachhaut stabilisiert wird. Besonders bei Windeinwirkung wirkt dieser Effekt schwingungsdämpfend und verhindert ein Flattern oder Durchschlagen der Membran. Bei Abfall des Gasdruckes legt sich die Innenmembran auf eine in Höhe des Silorandes leicht geneigt angeordnete, radiale Gurtlage, welche durch einen Mittelmast gestützt wird.

Form der Fläche: Kugelkalotte

Primärkonstruktion: Beton- oder Stahlbehälter

Nutzung: Abdeckung eines Biogasbehälters

1.3 Formfindung/ Geometrie

Die Geometrie der Konstruktion wird mittels FE- Berechnung ermittelt (Formfindung), wobei architektonische und statische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Die Membrane wird hierbei als Seilnetz idealisiert. Nach Vorgabe der Randbedingungen, Maschenweiten und Kraftgrößen wird ein Gleichgewichtszustand errechnet, der die Membranform bestimmt.

1.4 Statische Berechnung

Flächentragwerk — Die Daten aus der Formfindung bilden die Grundlage für die statischen Berechnungen. Den einzelnen Elementen werden entsprechende Materialkennwerte (Steifigkeiten) zugeordnet. Nach Aufbringen der jeweiligen Belastungen erfolgt die iterative Berechnung der Gleichgewichtszustände, wobei die Verformungen berücksichtigt werden. Die Berechnung liefert alle auftretenden Kräfte, Dehnungen und Geometrien.

Primärkonstruktion — Die Berechnung erfolgt nach den üblichen Verfahren.

Gegenstand dieser Statik ist die Berechnung:

der Membranen	x
der Gurtlage mit Mittelstützenteil ohne vorhandene Betonstütze	x

Die Berechnung des Stahl- oder Betonsilos sowie der vorhandenen Betonstütze ist nicht Teil dieser Berechnung. Der Nachweis der Weiterleitung der Kräfte aus Kapitel 6 obliegt dem verantwortlichen Statiker (vgl. Hinweis Kap. 9).

1.5 Computerprogramme

Es wird folgende Software eingesetzt:

EASY	Formfindung und statische Berechnung von Seilnetz- und Membrantragwerken (Technet GmbH).	x
RSTAB	Ermittlung von Schnittgrößen und Verformungen von räumlichen Stabwerken (Dlubal).	x

1.6 Normen (Auszug)

Lastannahmen			Jahr:
DIN EN	1991-1-4	Einwirkungen auf Tragwerke - Windlasten	2010
DIN EN	1991-1-4/NA	Nationaler Anhang-Windlasten	2010
DIN EN	1991-1-3	Einwirkungen auf Tragwerke - Schneelasten	2010
DIN EN	1991-1-3/NA	Nationaler Anhang Schneelasten	2019
DIN EN	1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	2021
Stahlbau			
DIN EN	1993-1-1	Stahlbauten, Teil 1 Bemmessung und Konstruktion	2010
DIN EN	1993-1-4	Nichtrostende Stähle	2015
DIN EN	10025	Konstruktionsstahl; technische Lieferbedingungen	2005
Membrane			
DIN EN	13782	Fliegende Bauten-Zelte-Sicherheit	2015
DIN	4134	Tragluftbauten	1983
DIN	60001	Textile Faserstoffe; Faser- und Herstellungsformen	2001
DIN EN	15619	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien- Sicherheit Fliegender Bauten (Zelte)- Spezifikation für beschichtete Textilien für Zelte und zugehörige Bauten	2014
DIN EN ISO	2411	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien- Bestimmung der Haftfestigkeit von Beschichtungen	2018
DIN EN ISO	1421	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien- Bestimmung der Zugfestigkeit und Bruchdehnung	2017
DIN EN	15977	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien — Mechanische Eigenschaften — Bestimmung der Dehnung unter Last und der verbleibenden Verformung	2011
DIN EN	1875-3	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien — Bestimmung der Weiterreiß-festigkeit — Teil 3: Verfahren mit trapezförmigen Probekörpern	2023
DIN EN ISO	4674-1/-2	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien- Bestimmung der Weiterreißfestigkeit	2017/ 2022
DIN EN ISO	2286-2	Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien –Bestimmung der Rollencharakteristik –Teil 2: Bestimmung der flächenbezogenen Gesamtmasse, der flächenbezogenen Masse der Beschichtung und der flächenbezogenen Masse des Trägers	2017
DIN EN	12127	Textile Flächengebilde- Bestimmung der flächenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben	1997
DIN EN ISO	13935-1	Textilien- Zugversuche an Nähten in textilen Flächengebilden und Konfektionstextilien- Teil 1: Bestimmung der Höchstzugkraft von Nähten mit dem Streifen- Zugversuch	2014

1.7 Sicherheit

Die Membrankonstruktion und die Primärkonstruktion sind darauf ausgelegt, die gem. gültiger Normung angesetzten Lasten sicher abtragen zu können. Außerplanmäßige Belastungen sind durch geeignete Maßnahmen und Vorkehrungen zu vermeiden.

Außerplanmäßige Belastungen können sich ergeben durch zum Beispiel:
- unzulässiger Überdruck aufgrund von Schaumbildung
- unzulässiger Unterdruck augrund von zu raschem Entleeren
- unzulässig hohe Einwirkungen durch Schnee
- unzulässig hohe Einwirkungen durch Wind aufgrund von exponierter Lage/besondere Anordnung Gebäude

Die Membran bzw. die in diesem Dokument dimensionierten Bauteile sind in regelmäßigen Abständen (mindestens jährlich) einer Inspektion zu unterziehen.

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

2. ÜBERSICHT + ABMESSUNGEN

Inhalt

		Seite:
2.0	Geometrie und Abmessungen	2 - 2
2.1	Ansicht Membrane	2 - 2
2.2	Ansicht und Grundriss Gurtlage	2 - 3

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

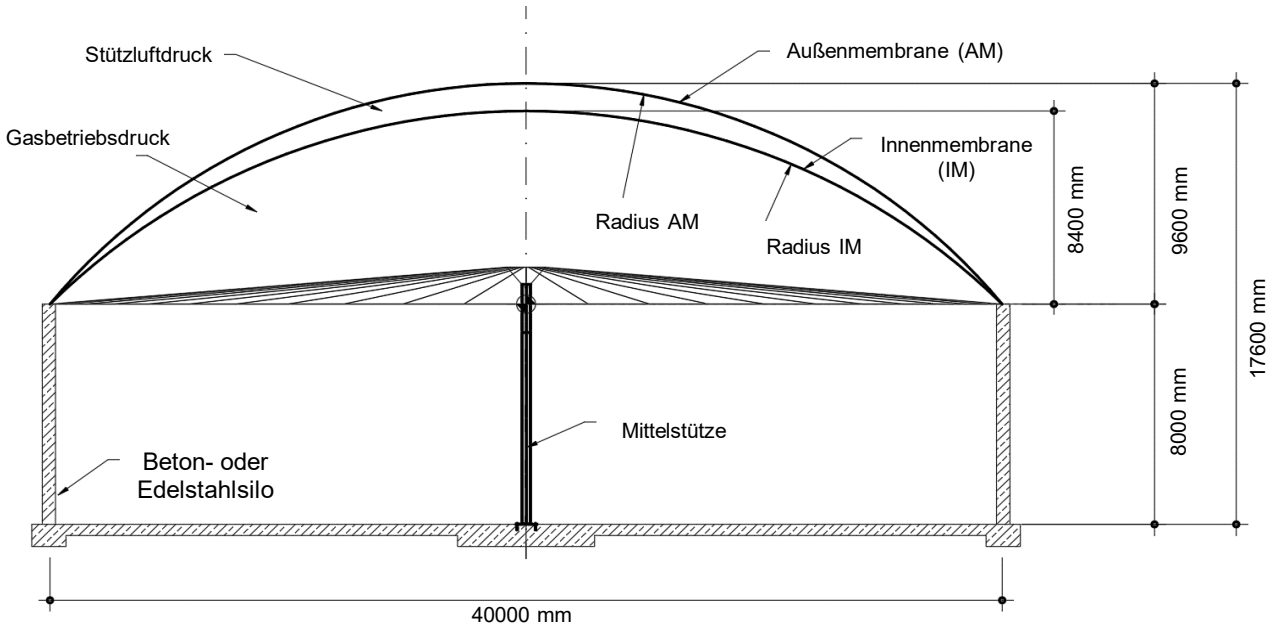
www.if-group.de I if-group@t-online.de

2.0 Geometrie und Abmessungen

Silodurchmesser:	40,00	m
Behälterhöhe:	8,00	m
Stützenhöhe:	10,50	m
Gurtanzahl:	312	Stk
Überhöhung äußere Membran:	24	%
Höhe äußere Membran:	9,60	m
Überhöhung innere Membran:	21	%
Höhe innere Membran:	8,40	m

Grundfläche:	1260	m²
Oberfläche:	1546	m²
Volumen äußere Membran:	6495	m³
Volumen innere Membran:	5588	m³
Volumen zwischen äußerer und innerer Membran:	907	m³
variables Gasspeichervolumen (gerundeter Wert):	5600	m³

2.1 Ansicht Membrane

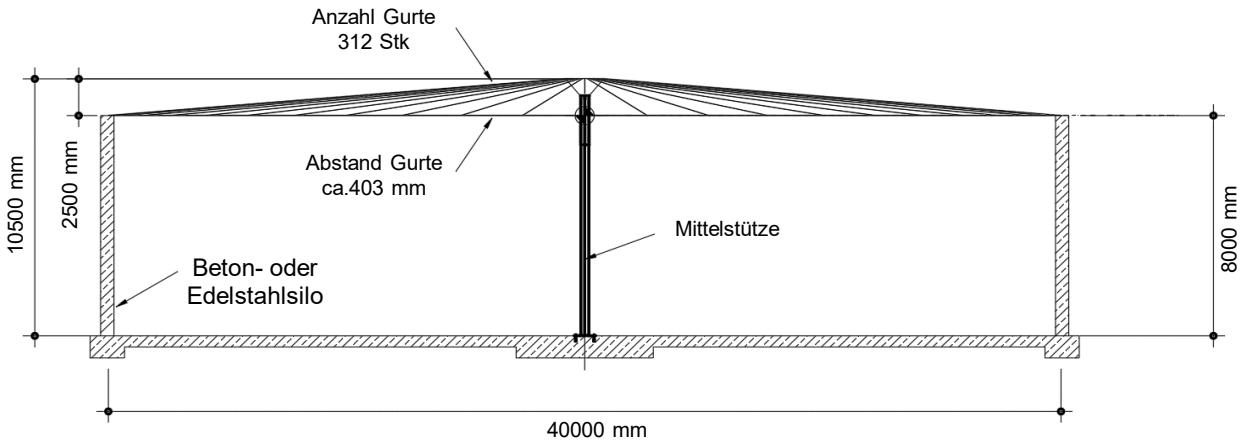


IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

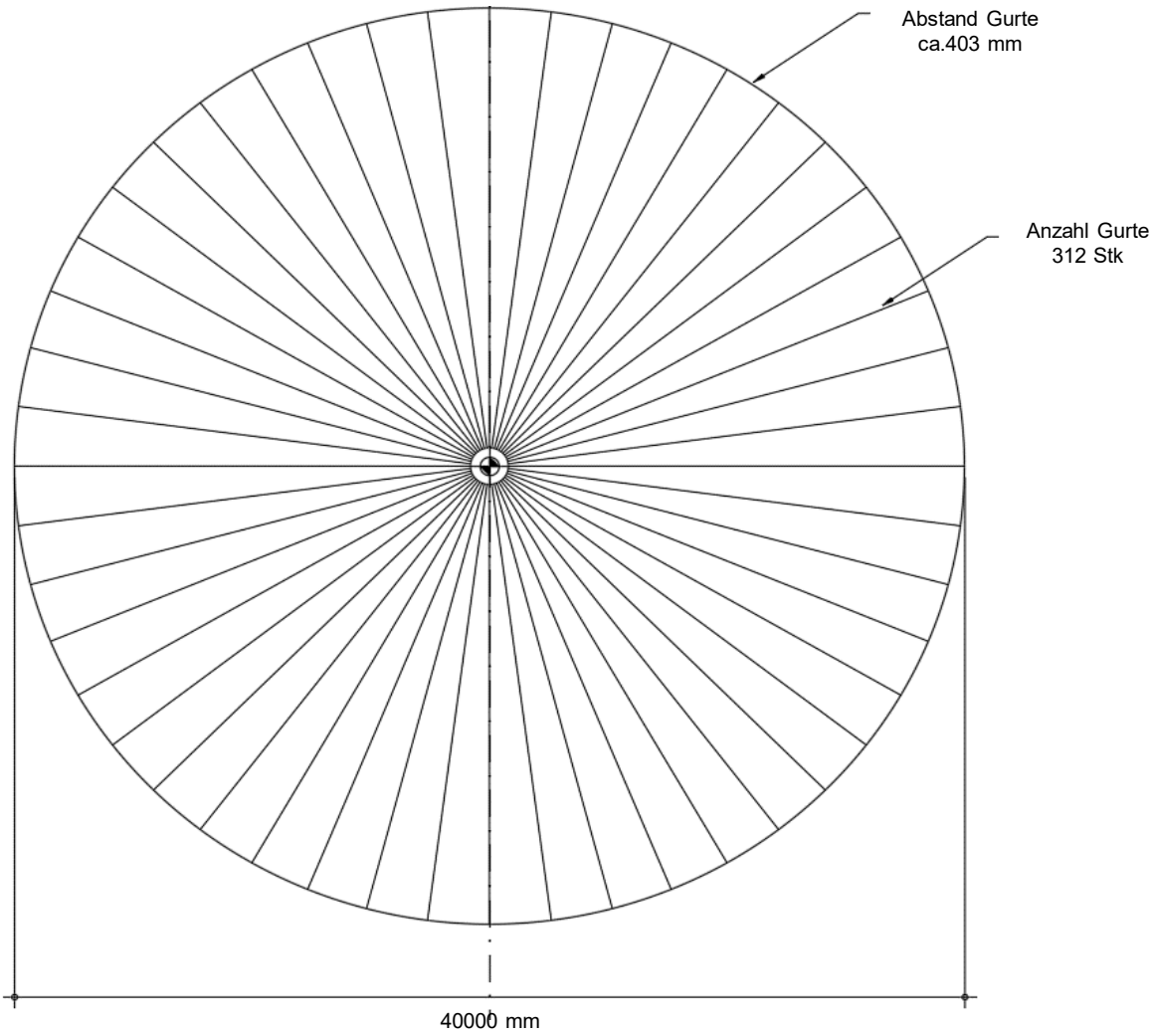
www.if-group.de I if-group@t-online.de

2.2 Ansicht und Grundriss Gurtlage

Ansicht Gurte



Grundriss Gurte



IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

3. LASTANNAHMEN

Inhalt:

		Seite:
3.1	Eigengewicht Membrane	3 - 2
3.2	Eigengewicht Gurtlage/ Schwefelanlagerung	3 - 2
3.3	Vorspannung der Gurtlage	3 - 2
3.4	Innendruck	3 - 3
3.5	Schneelast	3 - 4
3.5.1	Schneelast - gleichmässig verteilt	3 - 5
3.5.2	Schneelast - gleichmässig verteilt auf Unterkonstruktion	3 - 6
3.6	Windlast	3 - 7
3.6.1	Windrichtung 0°	3 - 10
3.6.2	Windrichtung 45°	3 - 11
3.6.3	Windrichtung 90°	3 - 12
3.6.4	Windrichtung 135°	3 - 12
3.7	Lastfälle	3 - 13

3.1 Eigengewicht Membrane

Das angegebene Eigengewicht der Membrane beinhaltet alle Randseile, Beschläge, Verdopplungen etc. Eine Aufnahme von Feuchtigkeit ist nicht möglich. Angenommenes Eigengewicht:

Außenmembrane:	EG_{AM} =	0,015	kN/m²
Innenmembrane:	EG_{IM} =	0,015	kN/m²

3.2 Eigengewicht Gurtlage/ Schwefelanlagerung

Das angegebene Eigengewicht der Gurtlage beinhaltet die Gurte und die schlaff aufliegende Innenmembran (Gewicht der Gurte ist sehr gering).

Gurtlage:	EG_G =	0,015	kN/m²

An der Membran kann sich im Laufe der Zeit der im Biogas befindliche Schwefel anlagern. Das Gewicht der Anlagerung beträgt ca. 1 kg/m². Wird dies überschritten, so ist die Schwefelanlagerung zu entfernen.

Schwefel Anlagerung:	EG_S =	0,010	kN/m²
Gurtlage + Anlagerung:	$EG_{G,S}$ =	0,025	kN/m²

3.3 Vorspannung der Gurtlage

Um verhindern zu können, dass die untere Membrane bei einem Abfall des Gasdruckes im Gasraum des Behälters nicht in das Substrat eintaucht bzw. in das Rührwerk des Biogasbehälters gelangt, wird unterhalb der unteren Membrane eine Gurtlage eingebaut. Die Gurte dieser Gurtlage werden in einem regelmäßigen Abstand am Silorand angebracht und vorgespannt. Für den Fall, dass ein Gasdruck im Gasraum vorhanden ist, der größer ist als der Luftdruck zwischen der Außen- und der Innenmembran, wirkt nur die Vorspannung der Gurte auf den Behälter bzw. den Hochpunktring der Mittelstütze.

Vorspannung Gurt:	V_{Gurt} =	2,5	kN

3.4 Innendruck

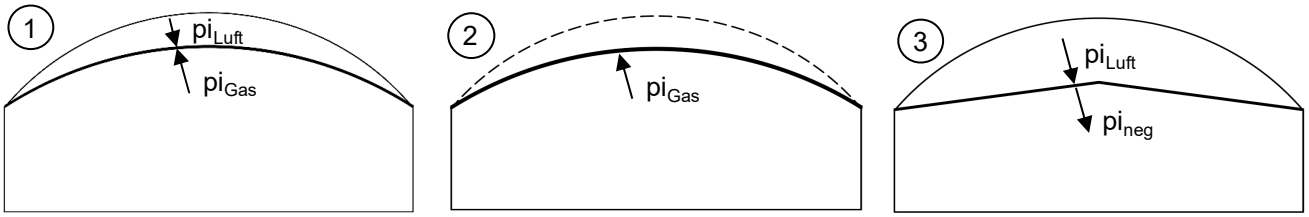
Druckverhältnisse

Gasbetriebsdruck	pi_{Gas} =	500	Pa	=	0,50	kN/m²
Stützluftdruck	pi_{Luft} =	250	Pa	=	0,25	kN/m²
Unterdruck im Gasraum	pi_{neg} =	-100	Pa	=	-0,10	kN/m²

Innenmembrane (IM)/ Gurte

Die untere Membrane wird standardmäßig durch den Differenzdruck zwischen Gas- und Luftraum belastet. Der Gasbetriebsdruck ist höher als der Luftdruck zwischen den Membranen. Dadurch spannt sich die untere Membrane in die Form, die sie durch den Zuschnitt erhält (Situation 1). Im Falle eines Versagens der Außenmembrane wird die Innenmembrane durch den Gasdruck belastet (Situation 2). Falls der Gasdruck im Gasraum kleiner ist, als der Luftdruck zwischen der Außen- und der Innenmembran, so legt sich die untere Membrane auf die Gurtlage auf (Situation 3). Um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können, muss der Behälterdruck über einen Drucksensor geregelt sein. Parallel dazu muss eine mechanische Unterdrucksicherung vorhanden sein. Der voreingestellte max. Unterdruck der mechanischen Sicherung muss so eingestellt werden, dass zu jedem Zeitpunkt ein sicherer, schadensfreier Betrieb innerhalb der in der Bemessung berücksichtigten Grenzen garantiert wird.

1. Standarddruck Innenmembrane	pi_{res1} =	pi_{Gas}-pi_{Luft}	=	0,25	kN/m²
2. Belastung bei Versagen der Aussenmembrane	pi_{res2} =	pi_{gas}	=	0,50	kN/m²
3. Gasdruckabfall	pi_{res3} =	pi_{Luft}-pi_{neg}	=	0,35	kN/m²



Aussenmembrane (AM)

Die obere Membrane wird standardmäßig durch den Luftdruck im Zwischenraum belastet (Situation 4). Dieser Luftdruck sorgt für die Formstabilität der Aussenmembrane und muss immer gewährleistet sein. Falls eine Erhöhung des Stützluftdruckes durch äussere Lasten wie z.B. Wind oder Schnee erforderlich wird, kann maximal der oben aufgeführte Stützluftdruck eingestellt werden, damit die Lasten entsprechend sicher in den Behälter abgetragen werden können. Dies kann automatisch durch eine Steuerung oder manuell durch den Betreiber geschehen. Bei Versagen der Innenmembrane wird die Außenmembrane durch den Gasdruck belastet (Situation 5).

4. Standarddruck Aussenmembrane	pi_{res4} =	pi_{luft}	=	0,25	kN/m²
5. Belastung bei Versagen der Innenmembrane	pi_{res5} =	pi_{gas}	=	0,50	kN/m²

3.5 Schneelast

Im Folgenden ist die Ermittlung der Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3 dargestellt.

Standort:		Lohne/ Oldenburg
Höhe des Bauwerks über NN:	A =	29 m
Schneelastzone:	Zone	2
Bodenschneelast:	s_k =	0,85 kN/m²

Schneelastzonenkarte

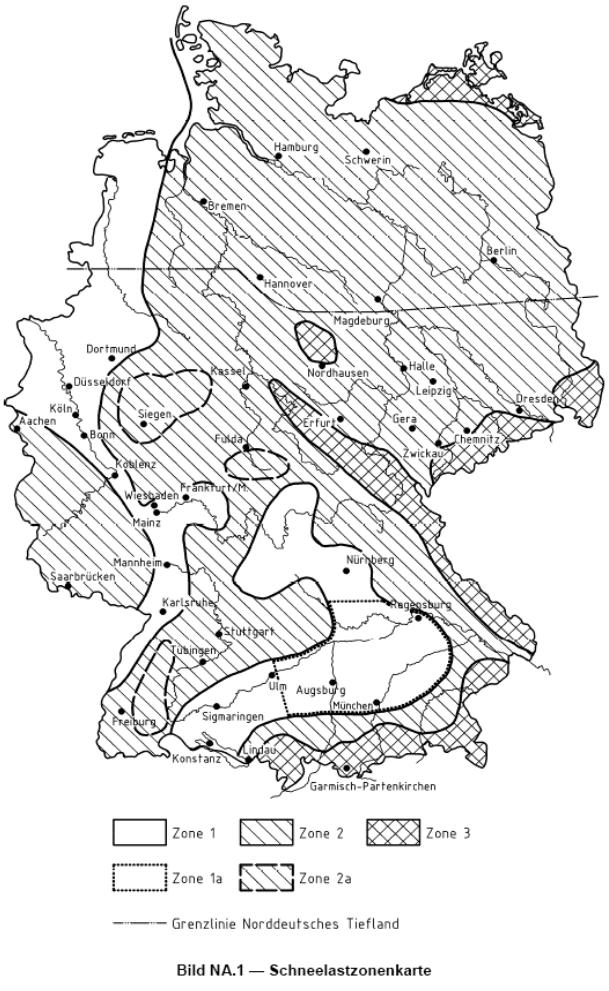


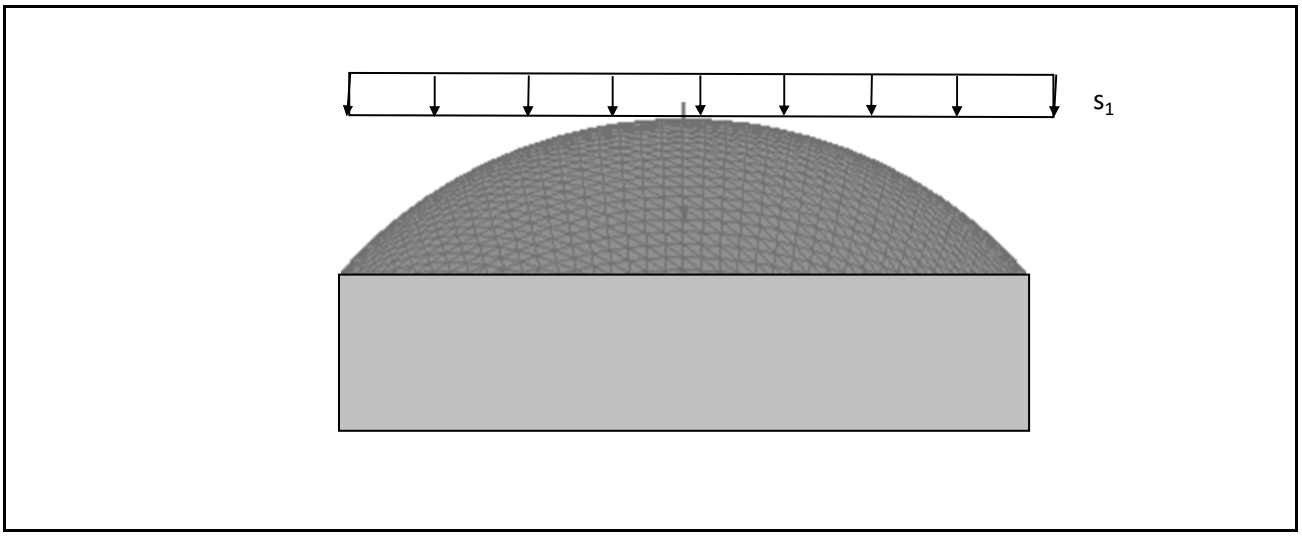
Bild NA.1 — Schneelastzonenkarte

(Quelle: DIN EN 1991-1-3/NA, Bild NA.1)

3.5.1 Schneelast - gleichmässig verteilt

Die Schneelast wird von der Außenmembrane bzw. dem Stützluftdruck abgetragen. Stützende Effekte aus der Innenmembrane werden bei der Berechnung auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt. Schneelasten in Höhe bis zu 80% des Luftdruckes können aufgenommen werden.

Stützluftdruck	pi_{Luft} =	0,25	kN/m²
Faktor Schneelast	fs=	0,8	[-]
Schneelast (Dach):	s_1=	0,20	kN/m²



Mit dem Formbeiwert entsprechend des Neigungswinkels ergibt sich die entsprechende Bodenschneelast.
Formbeiwerte entsprechend des Neigungswinkels

Neigungswinkel α des Pultdachs	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
μ_1	0,8	$0{,}8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	0,8 + 0,8 α/30	1,6	—

(Quelle: DIN EN 1991-1-3- Schneelasten, Tabelle 5.2)

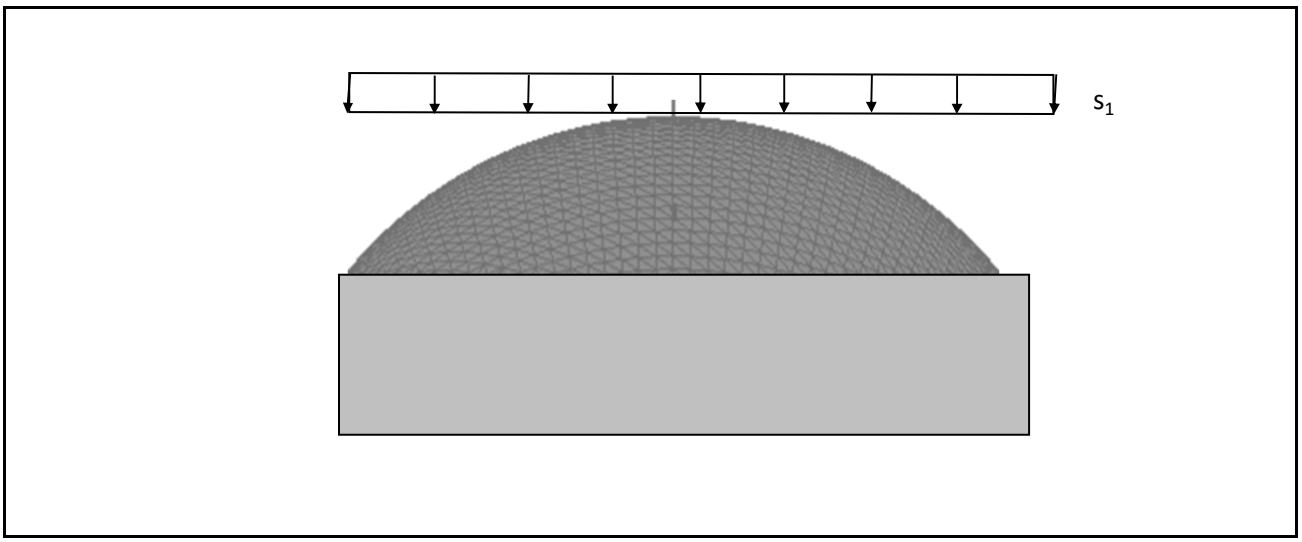
Dachneigung:	α =	0° bis 30°	Grad
Formbeiwert:	μ_1=	0,8	[-]
Bodenschneelast:	s_1=	0,25	kN/m²

Bei höher auftretenden Schneelasten müssen diese durch den Einsatz geeigneter Maßnahmen entweder abgetaut oder abgeräumt werden. Ein entsprechendes Konzept ist vom Betreiber auszuarbeiten und die notwendigen Geräte vorzuhalten.

3.5.2 Schneelast - gleichmässig verteilt auf Unterkonstruktion

Gemäß den Vorgaben des Auftraggebers wird eine Schneelast auf die Unterkonstruktion von 0,68 kN/m² berechnet.

Schneelast:	s_1=	0,68	kN/m²



Wichtiger Hinweis:
Bei diesem Lastfall handelt es sich um ein außerplanmäßiges Ereignis, welches sicherstellt, dass die Gurte und die Mittelstütze die Last bei einer theoretisch gleichmäßigen Belastung abtragen können. Diese Berechnung ist lediglich ein theoretischer Ansatz, da sich in Realität mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Wassersäcke durch Tauprozesse bilden. Dadurch ergeben sich ungleiche Gurt- und Stützenlasten, welche in dieser Berechnung nicht erfasst sind. Die Gefahr, dass der Behälter unter diesen ungleichen Lasten beschädigt wird, kann hiermit nicht ausgeschlossen werden. Ebenfalls werden solche stark ungleichen Lasten nicht für die Bemessung der Gurte und Stützen herangezogen. Es besteht weiterhin der Hinweis, dass Räumpflicht besteht, sollte die Schneelast größer sein als im obigen Kapitel angegeben.

3.6 Windlast

Die Windlast wird hauptsächlich durch die Außenmembran abgetragen. Diese kann sich bei Windeinwirkung an die Innenmembran anlegen. Diese stabilisierende Wirkung der Innenmembran wird hierbei auf der sicheren Seite liegend vernachlässigt. Für die Innenmembran wirkt die Windlast bzw. das Anlegen der Außenmembran ebenfalls günstig, da die äußere Einwirkung dem Gasdruck entgegen wirkt. Dies wird ebenfalls auf der sicheren Seite liegend nicht weiter betrachtet.
Die Ermittlung der Windlast erfolgt nach DIN EN 1991-1-4.

Grundlagen

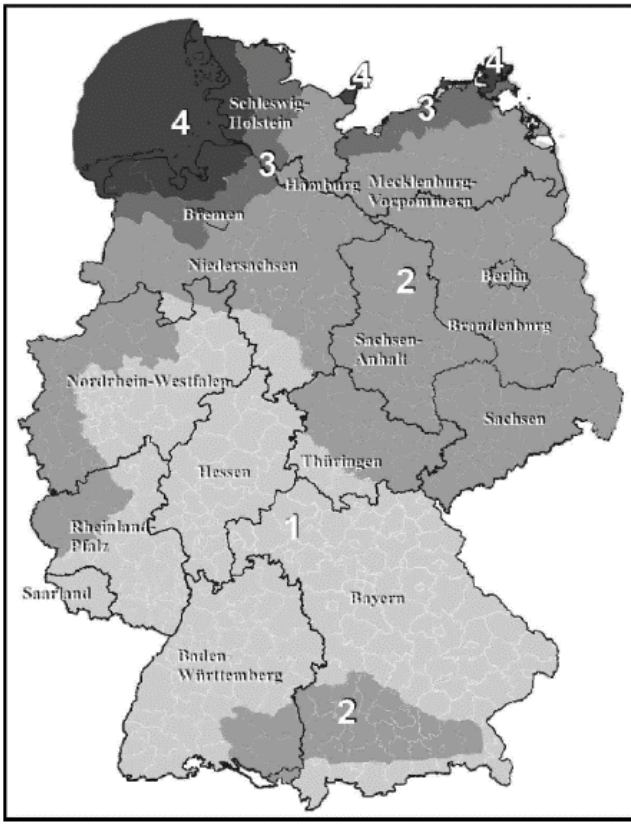
Standort		Lohne/ Oldenburg	
Silohöhe	h_s=	8,00	m
Silodurchmesser	d_s=	40,00	m
Membranhöhe	h_M=	9,60	m
Bauwerkshöhe	h_{ges}=	17,60	m
Windzone	WLZ=	2	[-]

Böengeschwindigkeitsdruck im Regelfall:

Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0}$ =	0,39	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b,0}$ =	25,0	m/s

Die Werte gelten für eine Mittelung über einen Zeitraum von 10 min bei einer jährlichen Überschreitenswahrscheinlichkeit von 0,02 für ebenes, offenes Gelände (h=10 m).

Windzonenkarte



Windzone	$v_{b,0}$	$q_{b,0}$
WZ 1	22,5 m/s	0,32 kN/m²
WZ 2	25,0 m/s	0,39 kN/m²
WZ 3	27,5 m/s	0,47 kN/m²
WZ 4	30,0 m/s	0,56 kN/m²

(Quelle: DIN EN 1991-1-4/NA, Bild NA.A.1)

Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

Die Höhe über Grund und die Bodenrauigkeit beeinflussen das Profil des Geschwindigkeitsdruckes. Vereinfachend darf der Einfluss nach den Gleichungen (10) bis (17) gem. DIN EN 1991-1-4/NA, Kap. NA.B.3.3 erfasst werden. Es ist ggf. zu prüfen, ob der Geschwindigkeitsdruck über die Baukörperhöhe gestaffelt angesetzt werden kann.

Geländemischprofil = 1 [-]

Geländemischprofil 1: Im Binnenland (Mischprofil der Geländekategorien II und III)

$q_{p(z)} = 1{,}5 \times q_{ref}$ für $z \le 7$ m (10)

$q_{p(z)} = 1{,}7 \times q_{ref} \, (z/10)^{0{,}37}$ für $7 \text{ m} < z \le 50$ m (11)

$q_{p(z)} = 2{,}1 \times q_{ref} \, (z/10)^{0{,}24}$ für $50 \text{ m} < z \le 300$ m (12)

Geländemischprofil 2: In küstennahen Gebieten sowie auf den Inseln der Ostsee (Mischprofil der Geländekategorien I und II)

$q_{p(z)} = 1{,}8 \times q_{ref}$ für $z \le 4$ m (13)

$q_{p(z)} = 2{,}3 \times q_{ref} \, (z/10)^{0{,}27}$ für $4 \text{ m} < z \le 50$ m (14)

$q_{p(z)} = 2{,}6 \times q_{ref} \, (z/10)^{0{,}19}$ für $50 \text{ m} < z \le 300$ m (15)

Geländemischprofil 3: Auf den Inseln der Nordsee (Geländekategorie I)

$q_{p(z)} = 1{,}1$ kN/m² für $z <= 2$ m (16)

$q_{p(z)} = 1{,}5 \times (z/10)^{0{,}19}$ kN/m² für $2 \text{ m} < z <= 300$ m (17)

Böengeschwindigkeitsdruck	**$q_{p(z)}$ =**	**0,82**	**kN/m²**

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

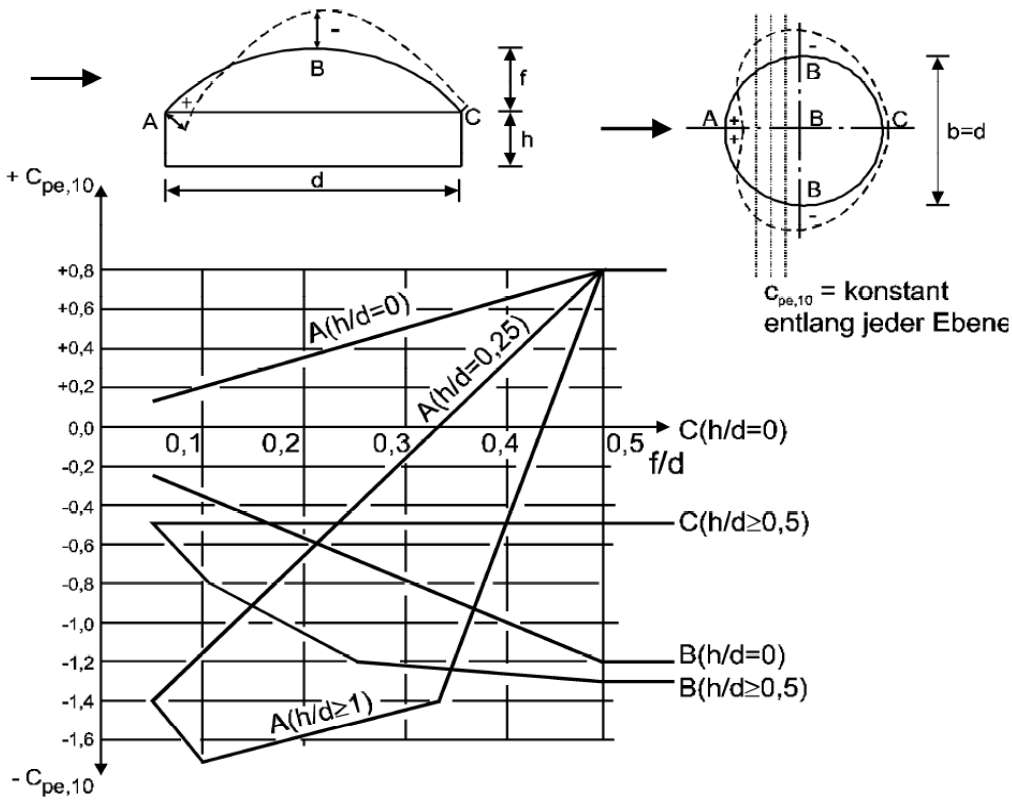
Ermittlung der Außendruckbeiwerte

Zur Ermittlung der Außendruckbeiwerte wird DIN EN 1991-1-4, Kap. 7.2.8 'Gekrümmte Dächer und Kuppeln' zugrunde gelegt.

Verhältnis Höhe/ Durchmesser	h/d=	0,20	[-]
Verhältnis Membranhöhe/ Durchmesser	f/d=	0,24	[-]
Außendruckbeiwert Bereich A	$c_{pe,A}$=	-0,30	[-]
Außendruckbeiwert Bereich B	$c_{pe,B}$=	-0,86	[-]
Außendruckbeiwert Bereich C	$c_{pe,C}$=	-0,20	[-]

Die in der Norm angegebenen Bereiche A,B,C werden auf Lastgruppen Zone 1-5 umgerechnet.

Außendruckbeiwerte für Lastgruppe Zone 1	$c_{pe,1}$=	-0,41	[-]
Außendruckbeiwerte für Lastgruppe Zone 2	$c_{pe,2}$=	-0,64	[-]
Außendruckbeiwerte für Lastgruppe Zone 3	$c_{pe,3}$=	-0,86	[-]
Außendruckbeiwerte für Lastgruppe Zone 4	$c_{pe,4}$=	-0,60	[-]
Außendruckbeiwerte für Lastgruppe Zone 5	$c_{pe,5}$=	-0,33	[-]

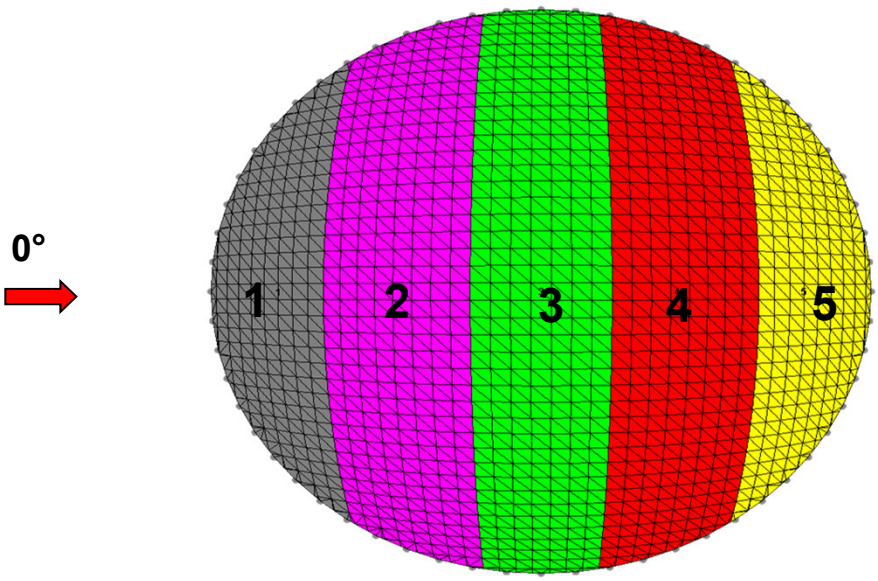


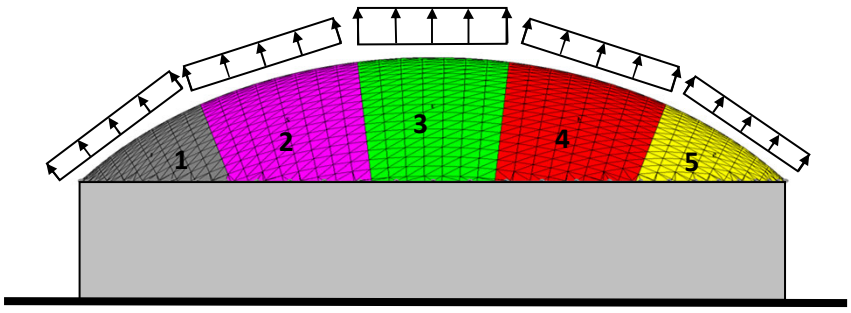
(Quelle: DIN EN 1991-1-4 Bild 7.12)

3.6.1 Windrichtung 0°

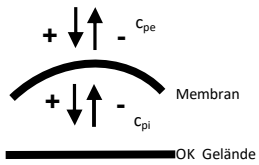
Vorzeichendefinition	Zone	Formbeiwerte c_{pe} [-]	c_{pi} [-]	$c_{p,ges}$ [-]	Windlast $w = c_{p,ges} \times q$ [kN/m²]
+ ↓↑ - c_{pe}	1	-0,41	0,00	-0,41	**-0,34**
	2	-0,64	0,00	-0,64	**-0,52**
+ ↓↑ - Membran	3	-0,86	0,00	-0,86	**-0,70**
c_{pi}	4	-0,60	0,00	-0,60	**-0,49**
OK Gelände	5	-0,33	0,00	-0,33	**-0,27**

Die angegebenen Formbeiwerte (cp ges) beziehen sich auf die Summe aus Außen- (cpe) und Innendruckbeiwerten (cpi).

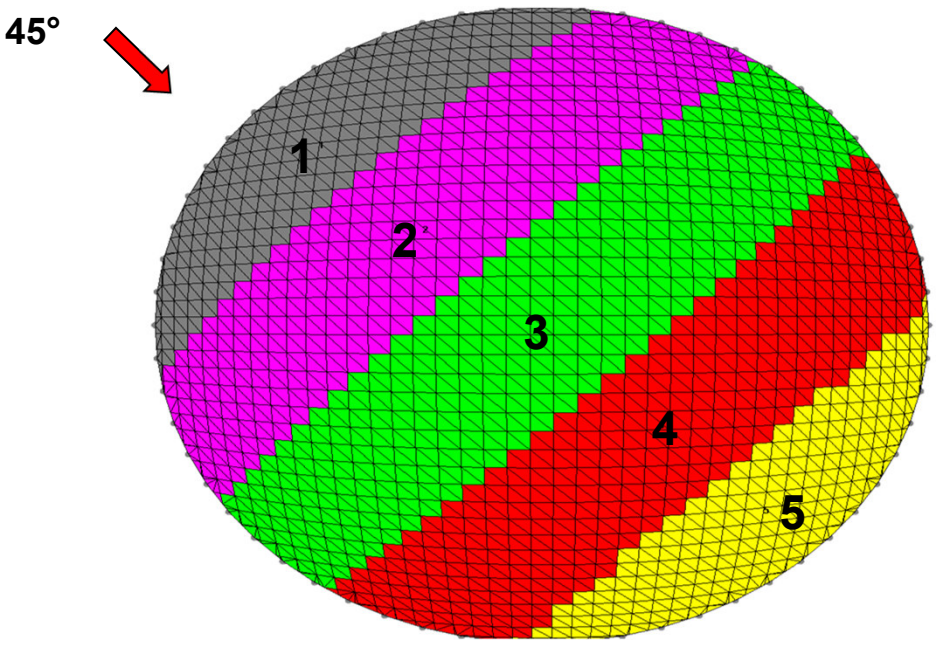


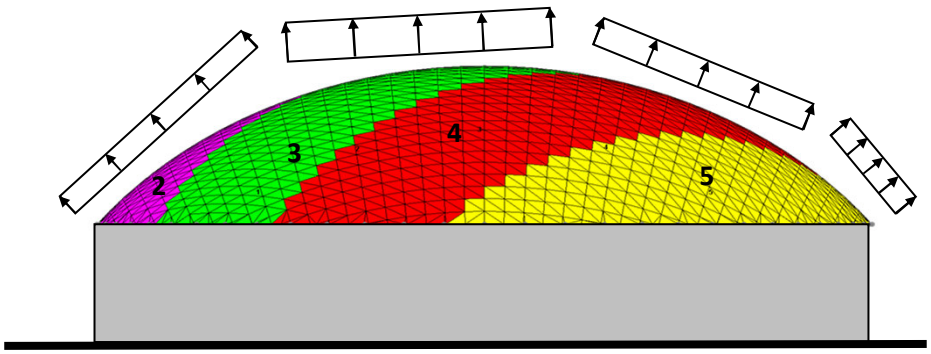


3.6.2 Windrichtung 45°

Vorzeichendefinition	Zone	Formbeiwerte c_{pe} [-]	c_{pi} [-]	$c_{p,ges}$ [-]	Windlast $w = c_{p,ges} \times q$ [kN/m²]
	1	-0,41	0,00	-0,41	**-0,34**
	2	-0,64	0,00	-0,64	**-0,52**
	3	-0,86	0,00	-0,86	**-0,70**
	4	-0,60	0,00	-0,60	**-0,49**
	5	-0,33	0,00	-0,33	**-0,27**

Die angegebenen Formbeiwerte (cp ges) beziehen sich auf die Summe aus Außen- (cpe) und Innendruckbeiwerten (cpi).





3.6.3 Windrichtung 90°

Abgedeckt mit dem Lastfall "Wind 0°". Für die Dimensionierung werden die maximalen Spannungen in Betracht gezogen.

3.6.4 Windrichtung 135°

Abgedeckt mit dem Lastfall "Wind 45°". Für die Dimensionierung werden die maximalen Spannungen in Betracht gezogen.

3.7 Lastfälle

Die Berechnung der Schnittgrößen erfolgt mit charakteristischen Lastwerten. Für die Bemessung ab Kapitel 8 werden die ermittelten Schnittgrößen mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen erhöht.

Außenmembrane

LF 1: $EG_{AM} + pi_{res4}$ Außenmembrane unter Eigengewicht und Innendruck
LF 2: $EG_{AM} + pi_{res5}$ Außenmembrane unter Eigengewicht und Innendruck ohne Innenmembrane
LF 3: $EG_{AM} + pi_{res4} + W0°$ Außenmembrane unter Eigengewicht, Innendruck und Wind 0°
LF 4: $EG_{AM} + pi_{res4} + W45°$ Außenmembrane unter Eigengewicht, Innendruck und Wind 45°
LF 5: $EG_{AM} + pi_{res4} + S$ Außenmembrane unter Eigengewicht, Innendruck und Schnee

Innenmembrane

LF 6: $EG_{IM} + pi_{res1}$ Innenmembrane unter Eigengewicht und Innendruck
LF 7: $EG_{IM} + pi_{res2}$ Innenmembrane unter Eigengewicht, Innendruck ohne Außenmembrane

Gurtlage

LF 8: $EG_{G,S} + V$ Gurtlage unter Eigengewicht (Gurt und Schwefel) und Vorspannung
LF 9: $EG_{G,S} + V + pi_{res,3}$ Gurtlage unter Eigengewicht (Gurt und Schwefel),Vorspannung, Innen-u.Unterdruck
LF 10: $EG_{G,S} + V + S$ Gurtlage unter Eigengewicht (Gurt und Schwefel),Vorspannung und Schnee

Membrane		**$EG_{AM/IM}$** [kN/m²]	**pi** [kN/m²]	**w/s** [kN/m²]	**pi+w** [kN/m²]	
Aussenmembrane						
LF 1: $EG_{AM} + pi_{res4}$	Zone 1	**0,015**	-0,25			
LF 2: $EG_{AM} + pi_{res5}$	Zone 1	**0,015**	-0,50			
LF 3: $EG_{AM} + pi_{res4} + W0°$	Zone 1	**0,015**	-0,25	-0,34	**-0,59**	
	Zone 2	**0,015**	-0,25	-0,52	**-0,77**	
	Zone 3	**0,015**	-0,25	-0,70	**-0,95**	
	Zone 4	**0,015**	-0,25	-0,49	**-0,74**	
	Zone 5	**0,015**	-0,25	-0,27	**-0,52**	
LF 4: $EG_{AM} + pi_{res4} + W45°$	Zone 1	**0,015**	-0,25	-0,34	**-0,59**	
	Zone 2	**0,015**	-0,25	-0,52	**-0,77**	
	Zone 3	**0,015**	-0,25	-0,70	**-0,95**	
	Zone 4	**0,015**	-0,25	-0,49	**-0,74**	
	Zone 5	**0,015**	-0,25	-0,27	**-0,52**	
LF 5: $EG_{AM} + pi_{res4} + S$	Zone 1	**0,015**	**-0,25**	**0,20**		
Innenmembrane						
LF 6: $EG_{IM} + pi_{res1}$	Zone 1	**0,015**	**0,25**			
LF 7: $EG_{IM} + pi_{res2}$	Zone 1	**0,015**	**0,50**			

Gurte		**$EG_{G,S}$** [kN/m²]	**V** [kN]	**pi/s** [kN/m²]		
Gurtlage						
LF 8: $EG_{G,S} + V$	Zone 1	**0,025**	**2,50**			
LF 9: $EG_{G,S} + V + pi_{res,3}$	Zone 1	**0,025**	**2,50**	**0,35**		
LF 10: $EG_{G,S} + V + S$	Zone 1	**0,025**	**2,50**	**0,68**		

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

4. RECHENMODELL+ MATERIALEIGENSCHAFTEN

Inhalt:

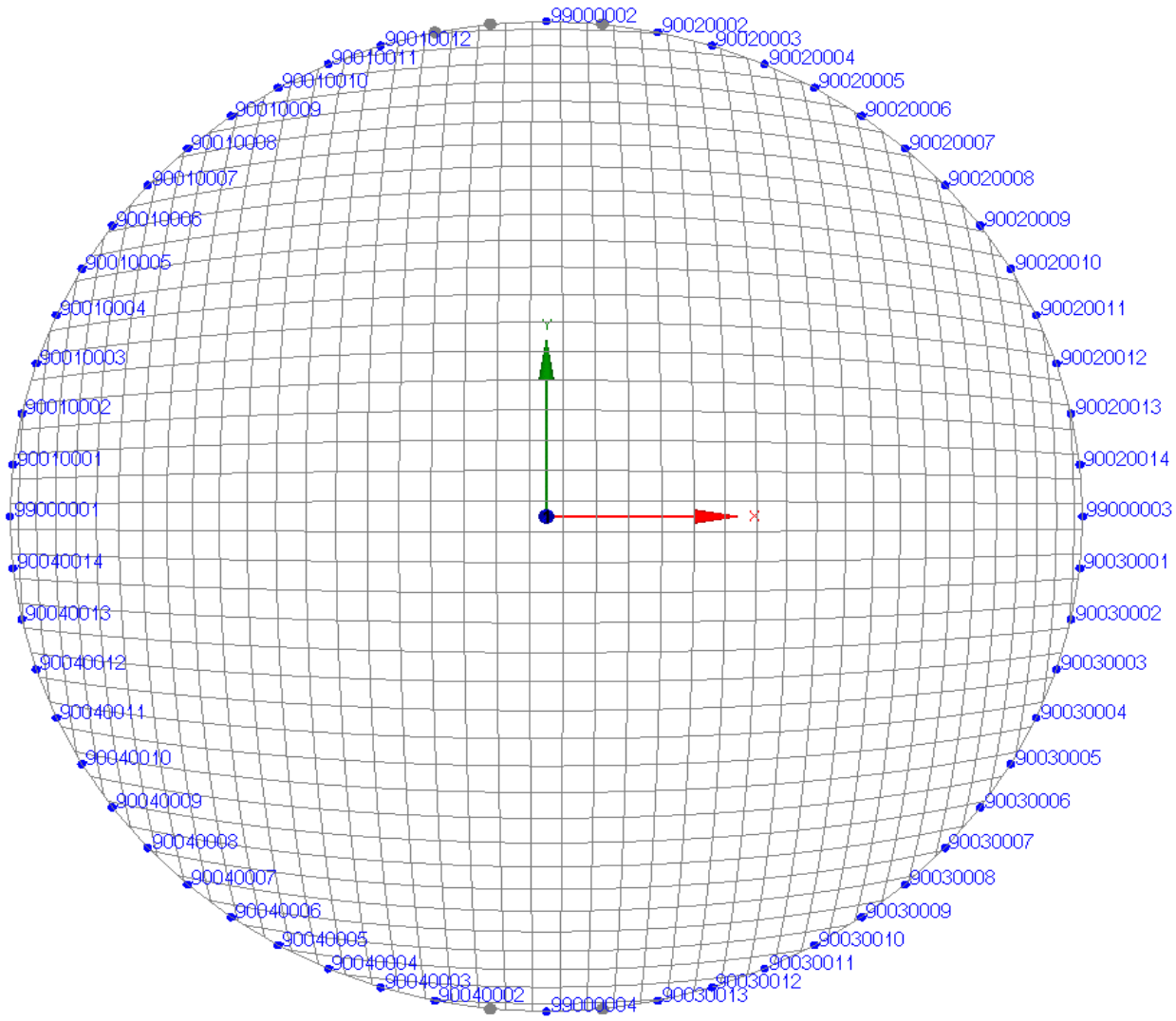
Seite:

4.1 Knotennummerierung der Membrane und Gurte 4 - 2

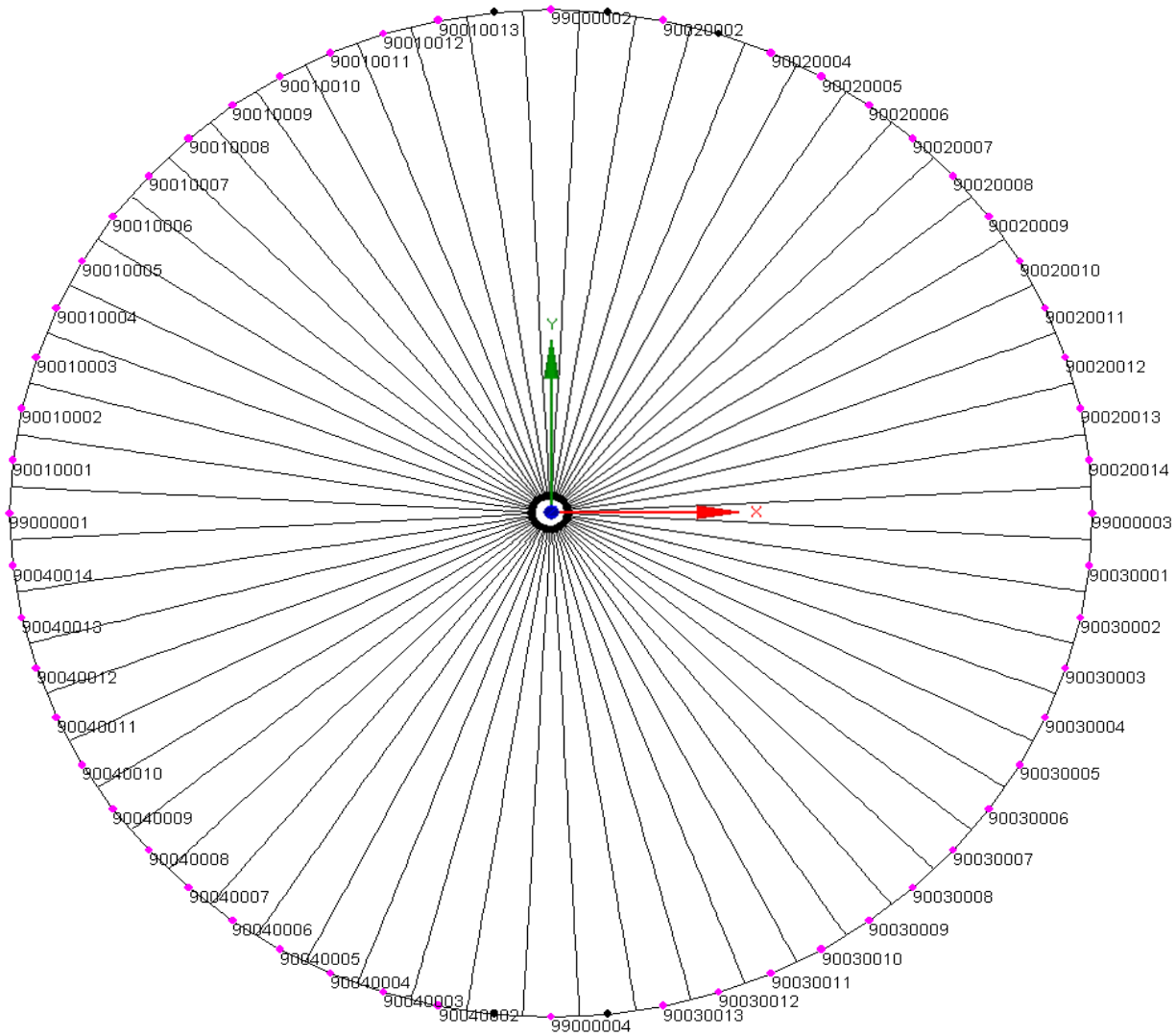
4.2 Steifigkeiten 4 - 4

4.1 Knotennummerierung der Membrane und Gurte

Im Folgenden sind die Knotennummern der Membrane, die der Berechnung zugrunde liegen, verkürzt dargestellt.



Im Folgenden sind die Knotennummern der Gurte, die der Berechnung zugrunde liegen, verkürzt dargestellt.



4.2 Steifigkeiten

Membrane

Bauteil	Material	Hersteller	Typ	EA (kN) Kette	EA (kN) Schuss		
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B71180	800	500	X	Classic 800
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B71290	1000	700		Classic 900
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B71311	1200	800	X	Classic 1100
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B71413	1500	1000		Classic 1300
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B71515	1800	1200		Classic 1500
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B2110	1000	700		TAG II
Dachmembrane	PVC/PES	Verseidag	B3110	1000	700		TAG III

Gurt

Bauteil		Typ	EA (KN)	
Gurt		Cordstrap CW105	250	

Auf der sicheren Seite liegend wird für die Ermittlung der Gurtkräfte mit einer Dehnsteifigkeit von ExA= 250 kN (anstatt mit ExA=160 kN) gerechnet.

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

Zwick

Polyester-Band. SW105

Parameter table:

Test reference	:	Strapping / lashing type:	CW105
Requested from	:	Width (mm)	:
Performed by	: PdW	Thickness (mm)	:
Type of test,	: lineair met camera	Weight (g/m1)	:
Customer / Supplier	: Cordstrap	Buckle type	:
Machine data	: 100N5A WN:140630	Remarks	:
	Crosshead travel monitor WN:140630		
	Load cell ID:0 WN:140631 100 kN		
	Optical extensometer ID:3 WN:140633		

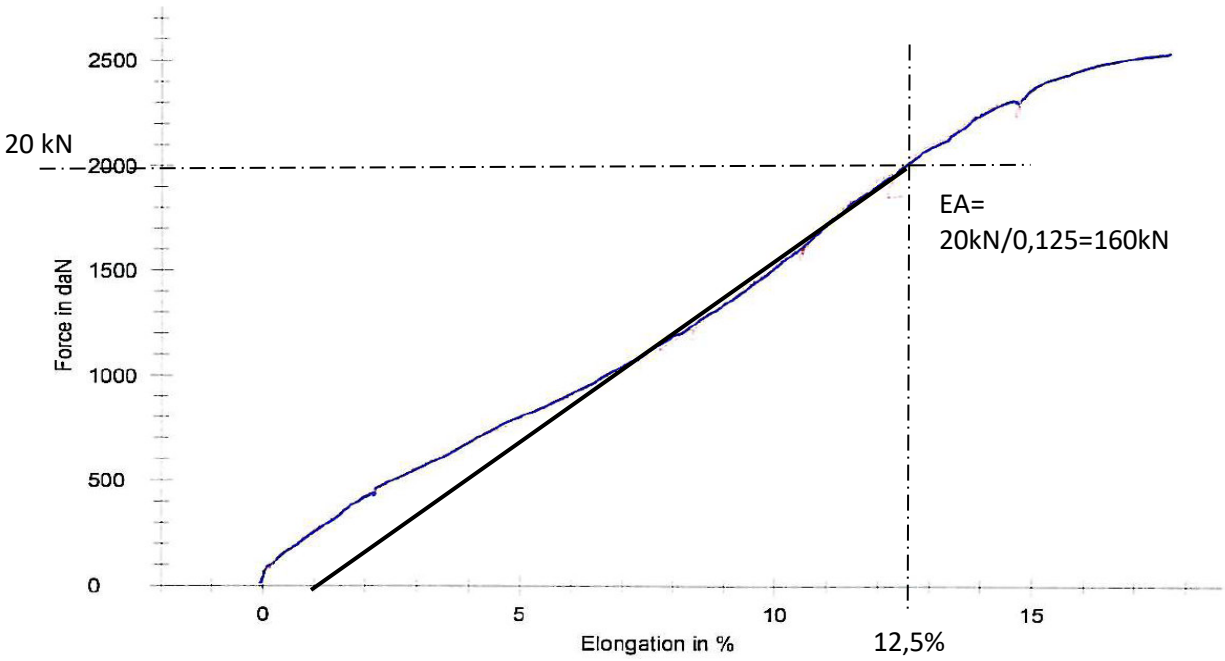
Results:

Nr	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
1	2531,09	18,74	2525,61	18,80

Statistics:

n = 1	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
$\bar{x}$	2531,09	18,74	2525,61	18,80
s	-	-	-	-
v	-	-	-	-

Series graphics:



Filename: 3-Optical Cordstrap tensile test.ZPV Printdate: **02. mei 2007** Page 1/1

Cordstrap BV, Telefone +31 (0) 493 320005, Telefax +31 493 320115, www.cordstrap.net, reception.nl@cordstrap.net, sales.nl@cordstrap.net

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

5 LASTFALLBERECHNUNG

Inhalt

Seite:

A Aussenmembrane

5.1 LF 1: Eigengewicht + Innendruck 5 -2

5.2 LF 2: Eigengewicht + Innendruck ohne Innenmembrane 5 -3

5.3 LF 3: Eigengewicht + Innendruck + Wind (0°) 5 -4

5.4 LF 4: Eigengewicht + Innendruck + Wind (45°) 5 -5

5.5 LF 5: Eigengewicht + Innendruck + Schnee gleichmässig 5 -6

B Innennmembrane

5.6 LF 6: Eigengewicht + Innendruck 5 -7

5.7 LF 7: Eigengewicht + Innendruck ohne Außenmembrane 5 - 8

C Gurtlage im Silo

5.8 LF 8: Eigengewicht + Schwefelanlagerung + Vorspannung 5 - 9

5.9 LF 9: Eigengewicht+ Schwefelanlagerung+ Vorspannung+ Innendruck+ Unterdruck 5 - 10

5.10 LF 10: Eigengewicht + Schwefelanlagerung + Vorspannung + Schnee 5- 11

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

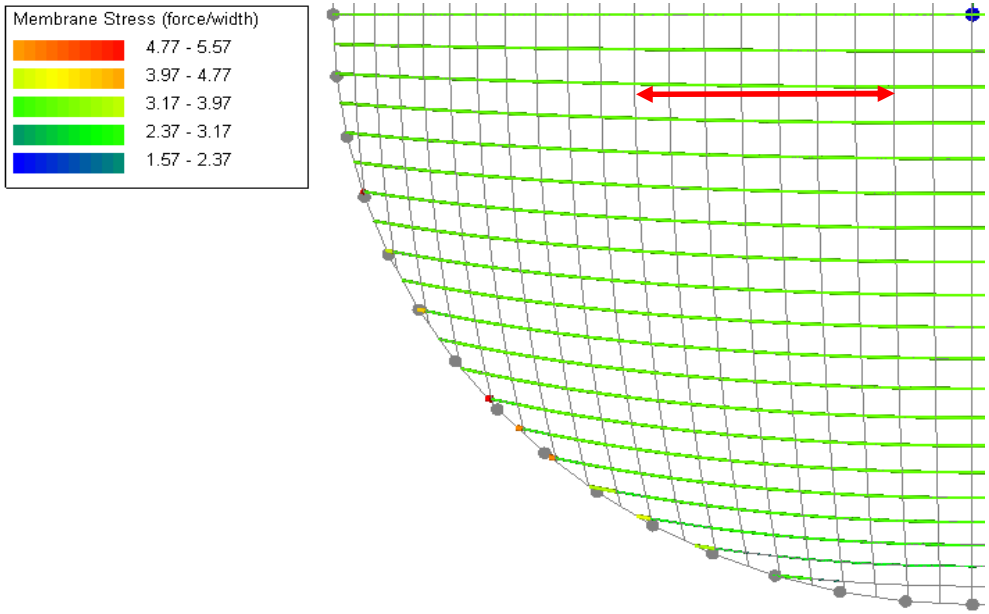
www.if-group.de I if-group@t-online.de

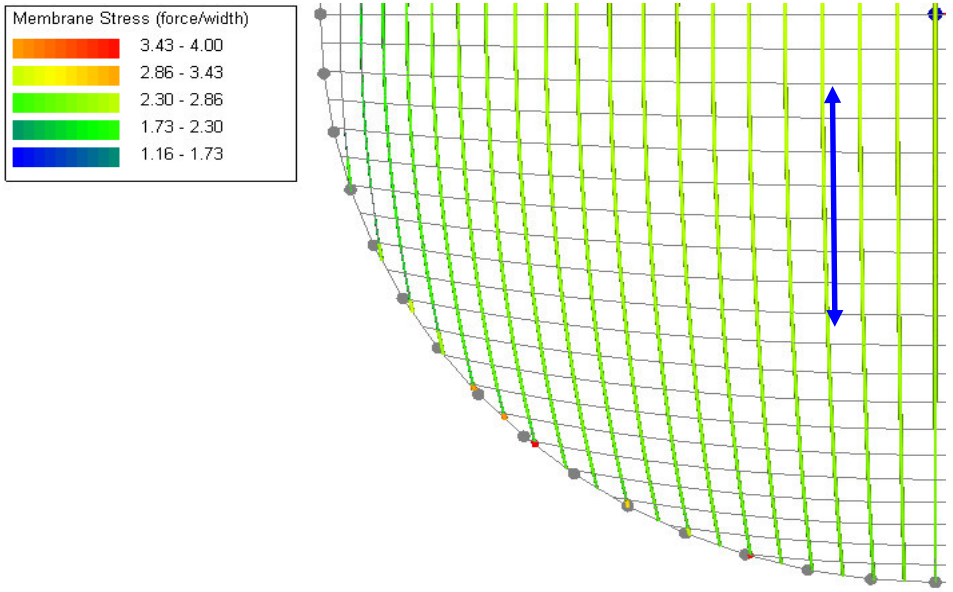
5.1 Lastfall LF 1: Eigengewicht + Innendruck

5.1.1 Spannungen Aussenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung	
max n_k=	3,43 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung	
max n_k=	3,45 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung	
max n_k=	2,77 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung	
max n_k=	2,56 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

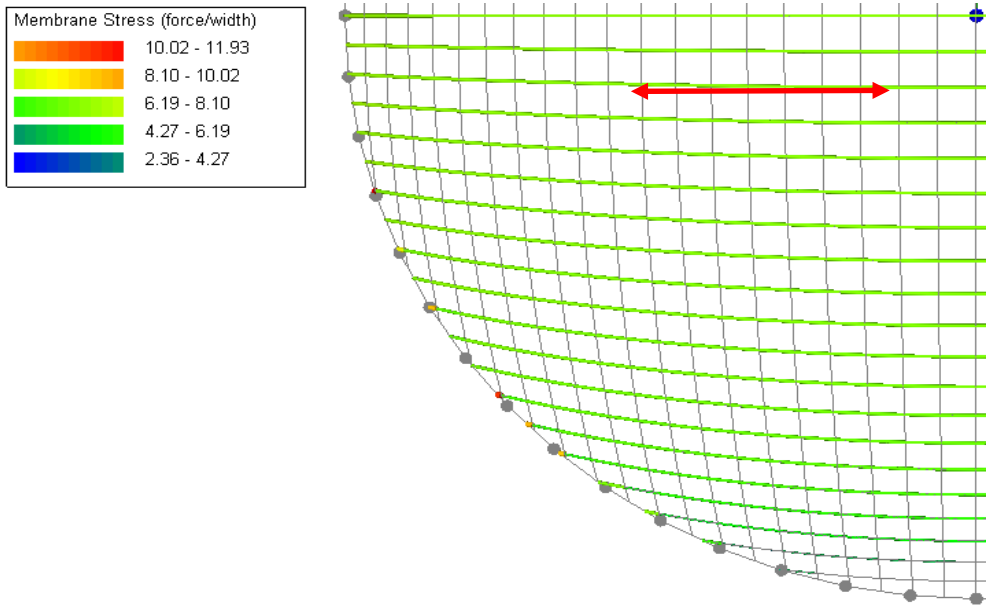
www.if-group.de I if-group@t-online.de

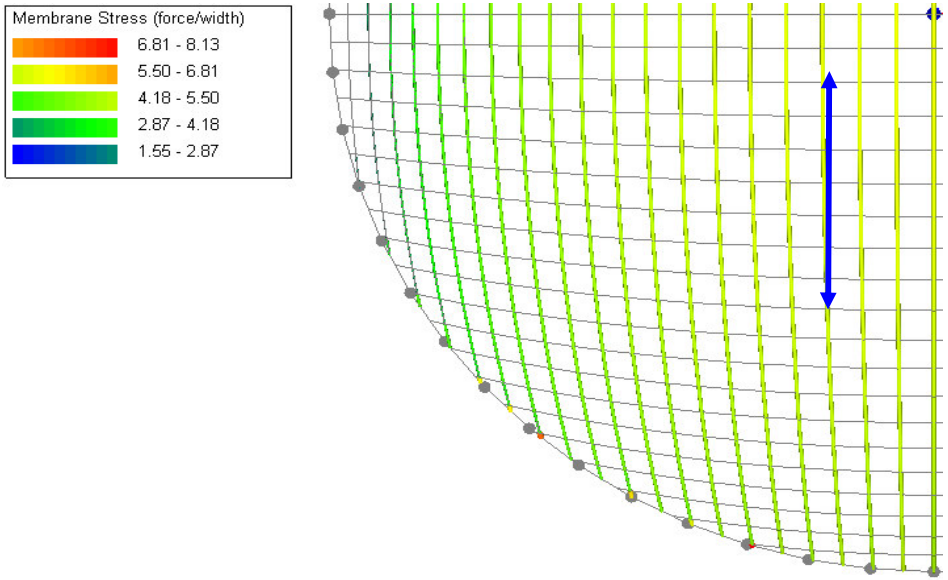
5.2 Lastfall LF 2: Eigengewicht + Innendruck ohne Innenmembrane

5.2.1 Spannungen Aussenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung
max n_k= 7,54 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung
max n_k= 7,64 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung
max n_k= 5,59 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung
max n_k= 5,42 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

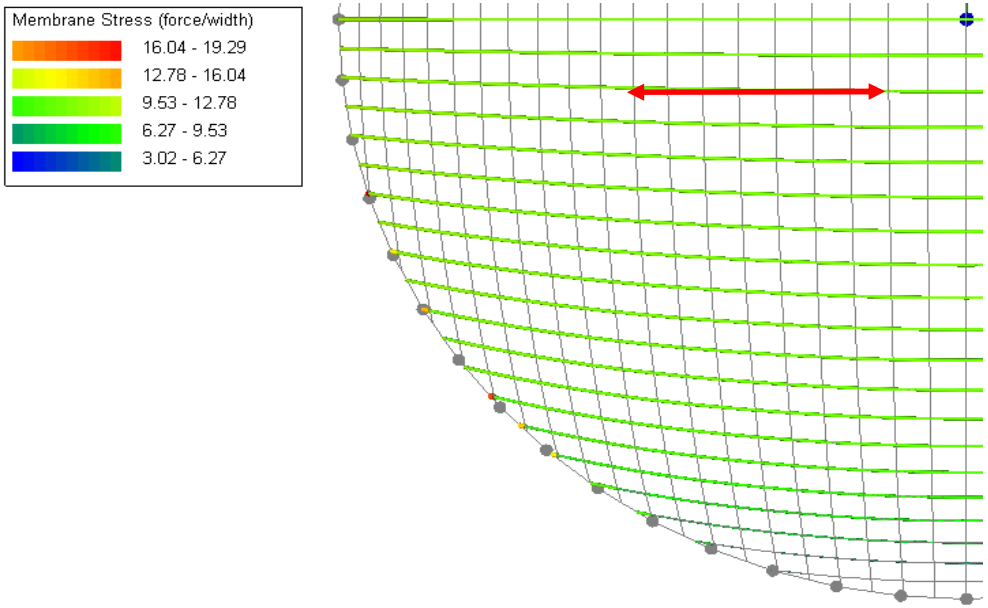
www.if-group.de I if-group@t-online.de

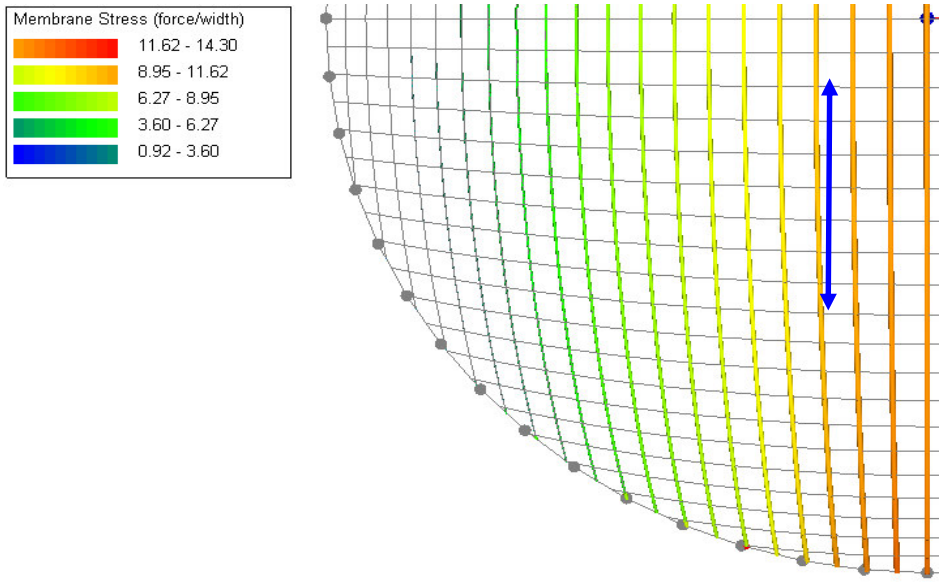
5.3 Lastfall LF 3: Eigengewicht + Innendruck + Wind (0°)

5.3.1 Spannungen Aussenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung
max n_k= 11,88 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung
max n_k= 12,05 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung
max n_k= 12,14 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung
max n_k= 12,32 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

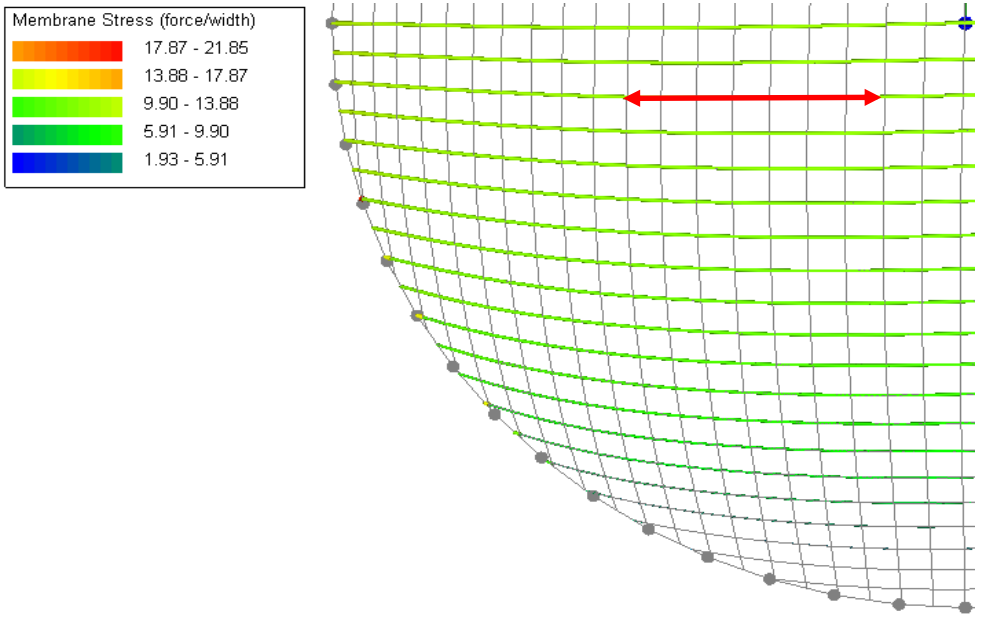
www.if-group.de I if-group@t-online.de

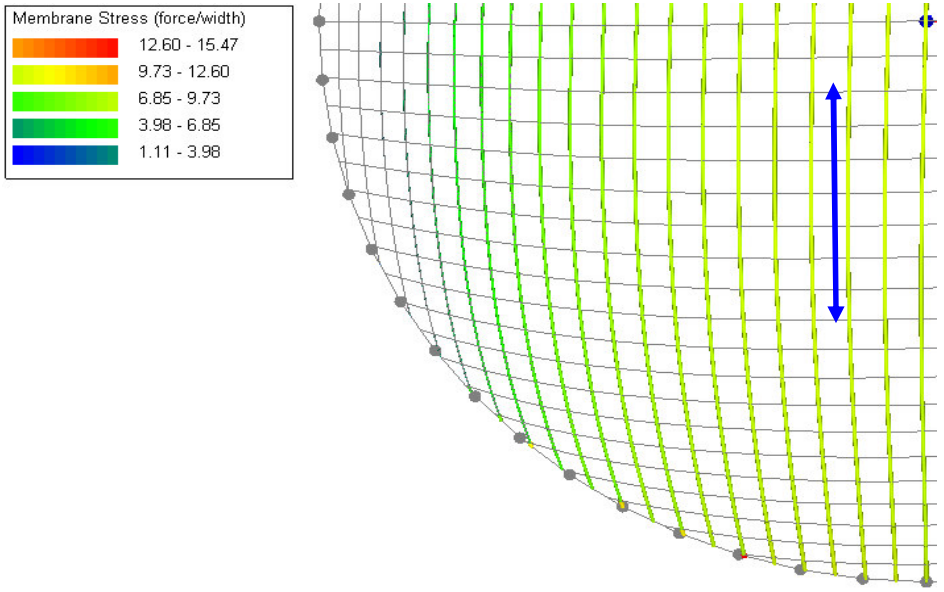
5.4 Lastfall LF 4: Eigengewicht + Innendruck + Wind (45°)

5.4.1 Spannungen Aussenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung	
max n_k=	13,39 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung	
max n_k=	13,57 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung	
max n_k=	9,87 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung	
max n_k=	10,01 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

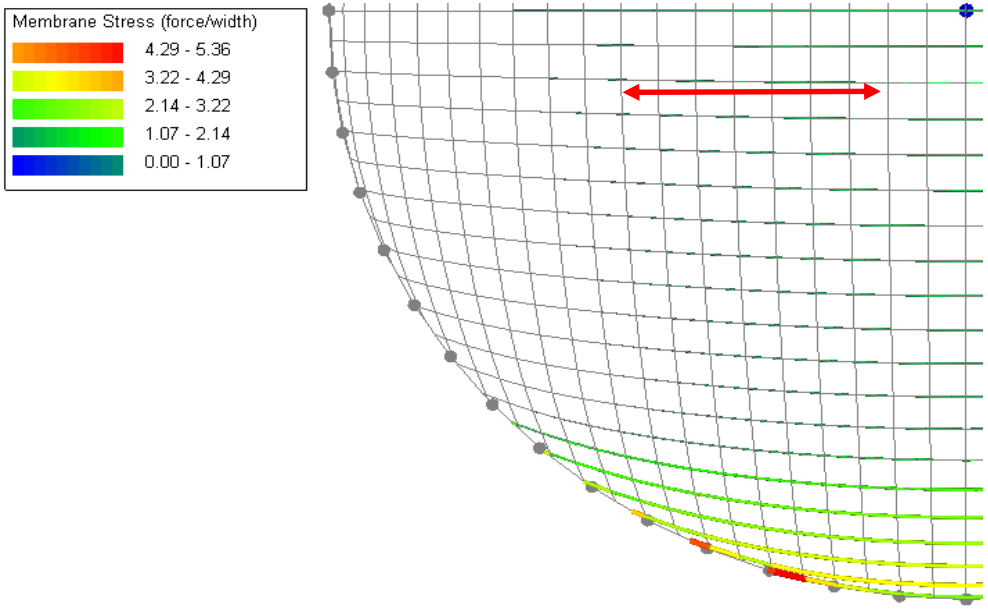
www.if-group.de I if-group@t-online.de

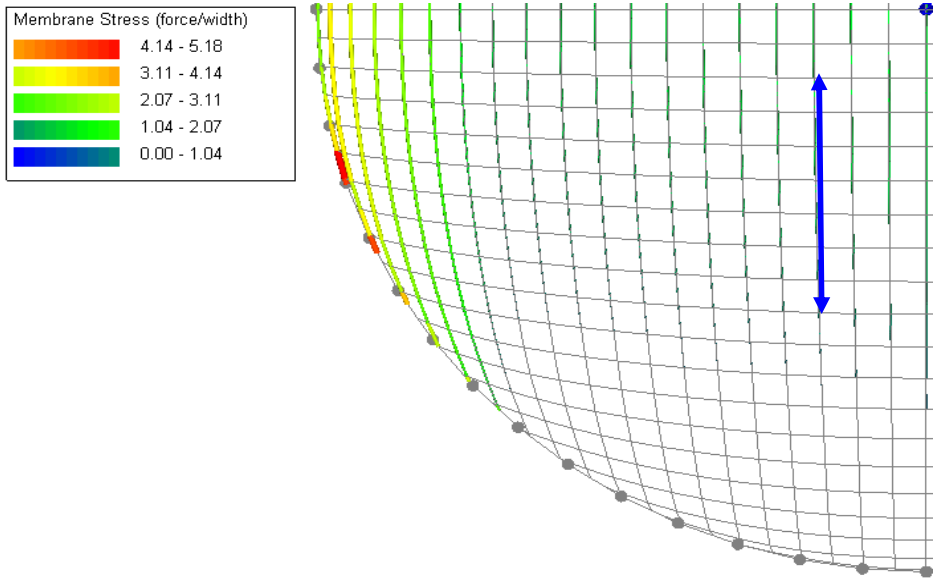
5.5 Lastfall LF 5: Eigengewicht + Innendruck + Schnee gleichmässig

5.5.1 Spannungen Aussenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung	
max n_k=	3,60 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung	
max n_k=	4,85 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung	
max n_k=	3,53 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung	
max n_k=	4,75 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

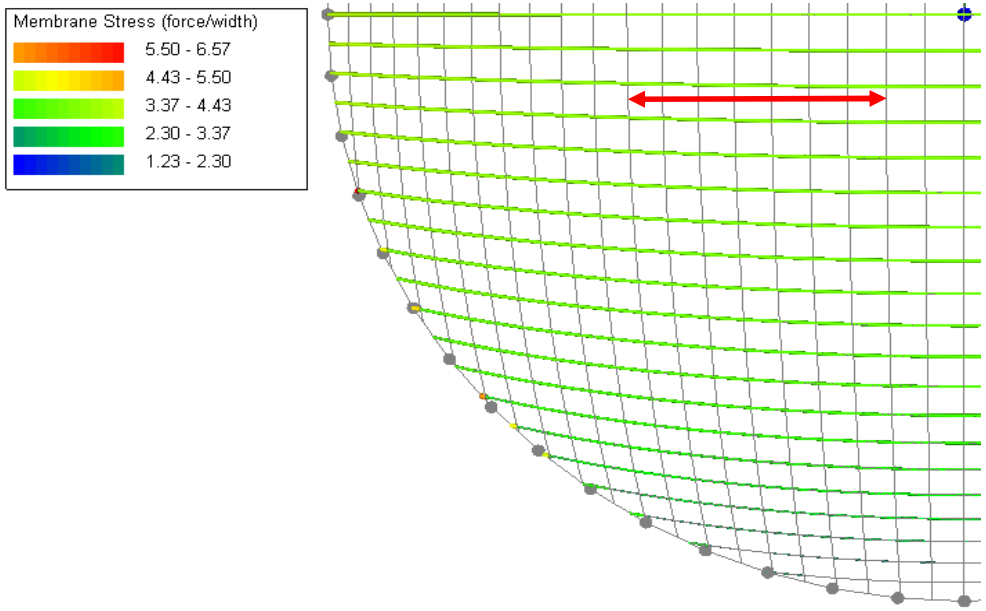
www.if-group.de I if-group@t-online.de

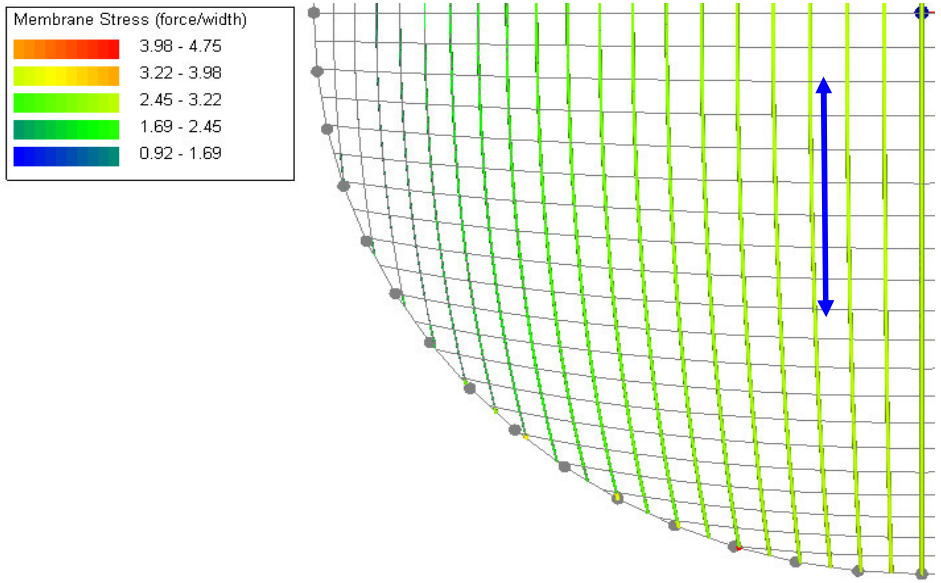
5.6 Lastfall LF 6: Eigengewicht + Innendruck

5.6.1 Spannungen Innenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung	
max n_k=	4,24 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung	
max n_k=	4,29 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung	
max n_k=	3,19 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung	
max n_k=	3,22 kN/m

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

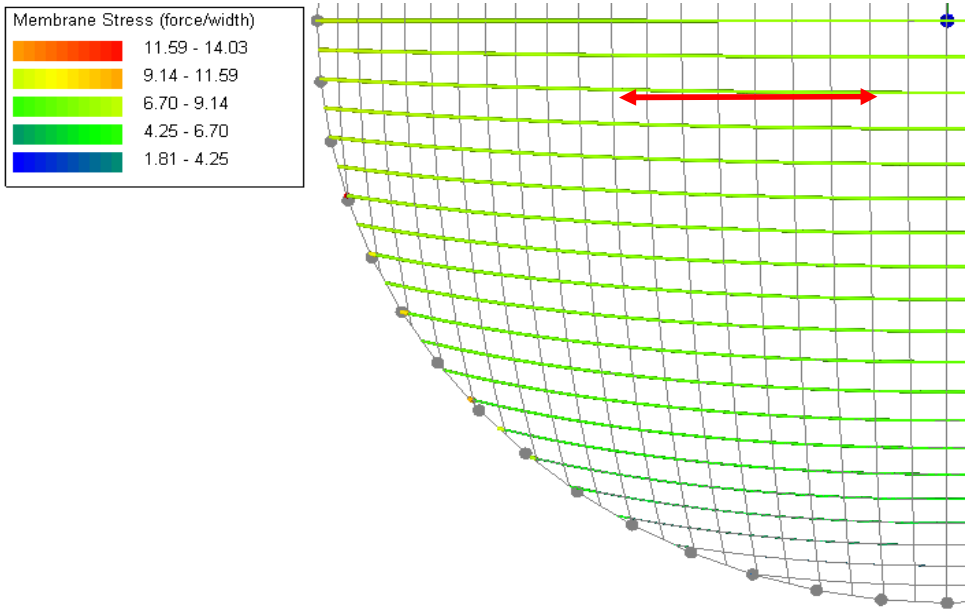
www.if-group.de I if-group@t-online.de

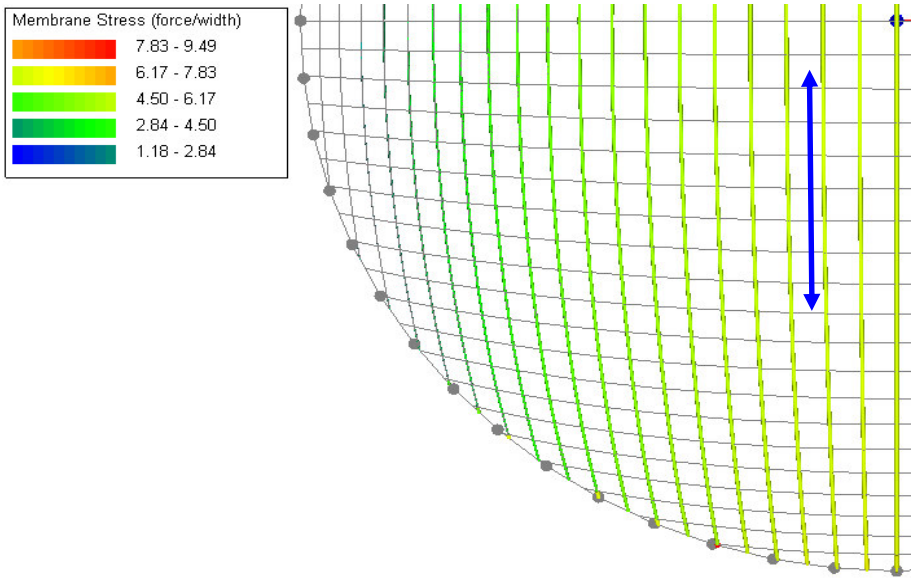
5.7 Lastfall LF 7: Eigengewicht + Innendruck ohne Außenmembrane

5.7.1 Spannungen Innenmembrane

(Grafische Darstellung)

Die Maximalwerte der Skala sind lokale Singularitäten, welche vernachlässigbar klein sind und daher nicht weiter in Betracht gezogen werden.





Fläche:

Kettrichtung	
max n_k=	9,09 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Kettrichtung	
max n_k=	9,24 kN/m

Fläche (Flächennaht):

Schussrichtung	
max n_k=	6,48 kN/m

Randbereich (Klemmrand):

Schussrichtung	
max n_k=	6,59 kN/m

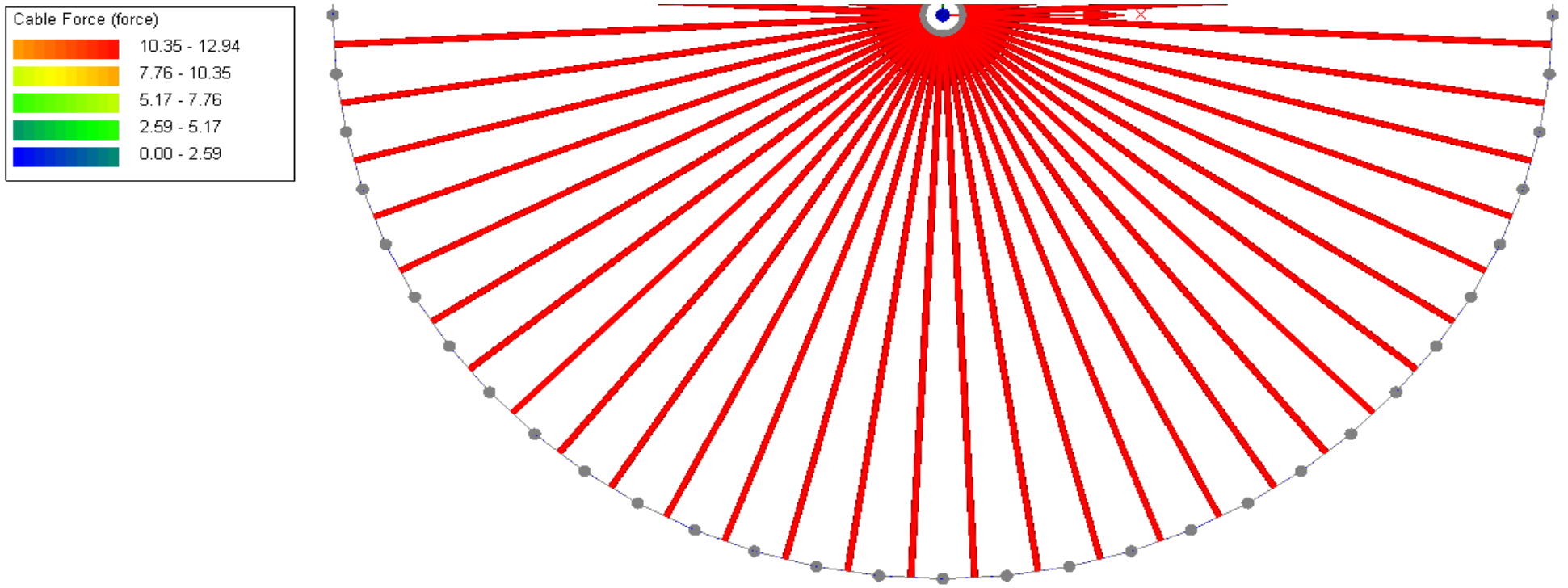
IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

5.8 Lastfall LF 8: Eigengewicht + Schwefelanlagerung + Vorspannung

5.8.1 Gurtkräfte Gurtlage

(Grafische Darstellung)



Gurtrichtung			
n ref=	60	Stk	(Anz.Referenz-Silo)
n=	**312**	Stk	(min. tatsächliche Anzahl)
max Fk=	12,94	kN	(Kraft Referenz-Silo)
max Fk=	**2,50**	kN	(tatsächliche Kraft)

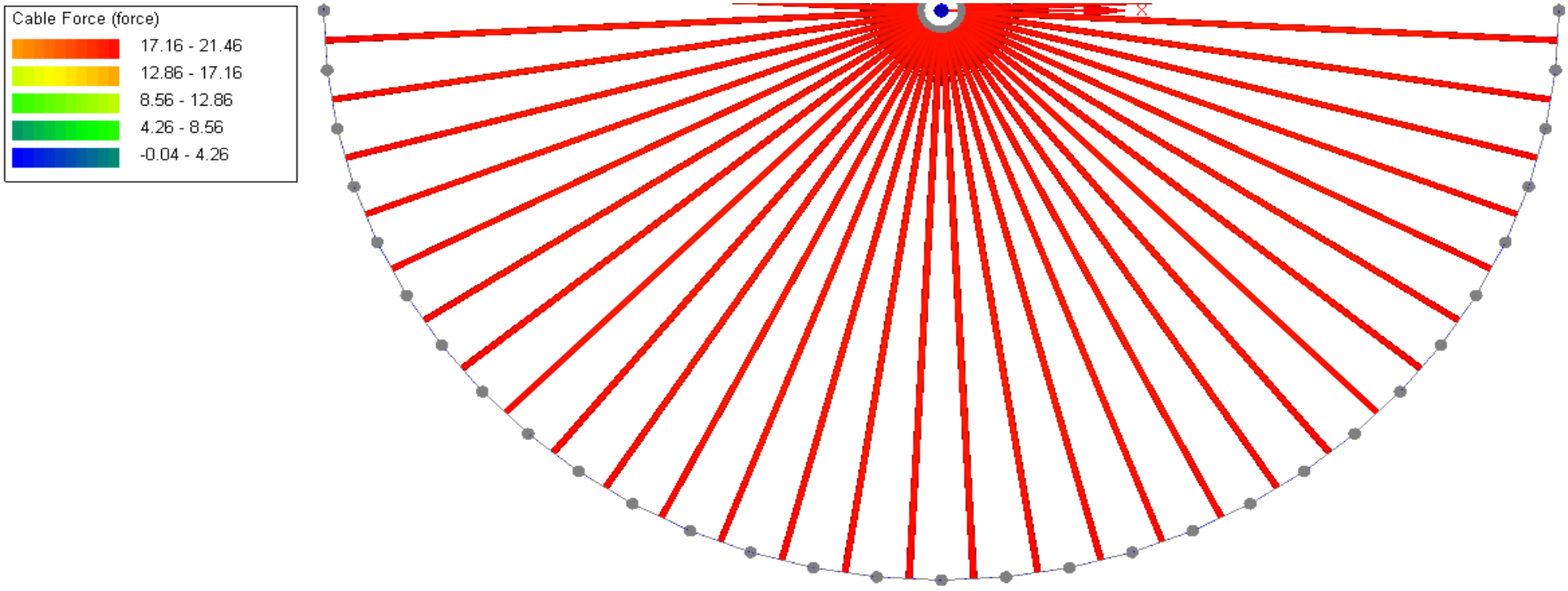
IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

5.9 Lastfall LF 9: Eigengewicht+ Schwefelanlagerung+ Vorspannung+ Innendruck+ Unterdruck

5.9.1 Gurtkräfte Gurtlage

(Grafische Darstellung)



Gurtrichtung			
n ref=	60	Stk	(Anz.Referenz-Silo)
n=	**312**	Stk	(min. tatsächliche Anzahl)
max Fk=	21,46	kN	(Kraft Referenz-Silo)
max Fk=	**4,13**	kN	(tatsächliche Kraft)

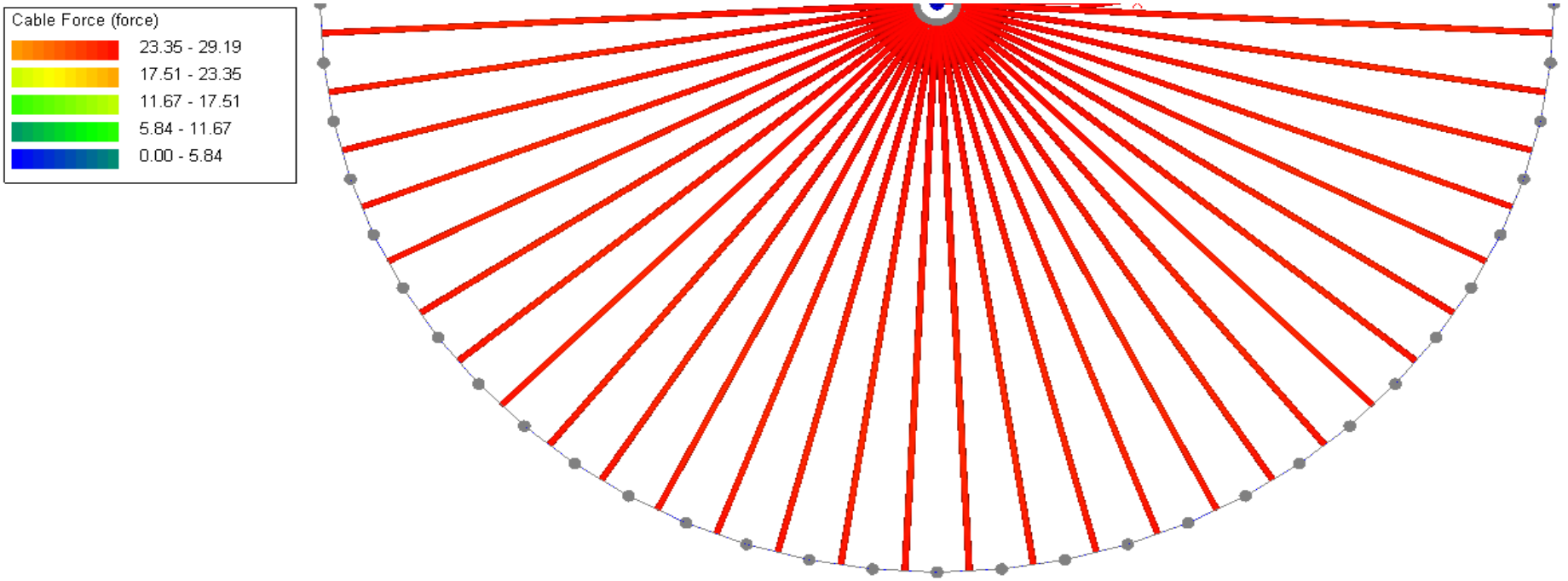
IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

5.10 Lastfall LF 10: Eigengewicht + Schwefelanlagerung + Vorspannung + Schnee

5.10.1 Gurtkräfte Gurtlage

(Grafische Darstellung):



Gurtrichtung			
n ref=	60	Stk	(Anz.Referenz-Silo)
n=	**312**	Stk	(min. tatsächliche Anzahl)
max Fk=	29,19	kN	(Kraft Referenz-Silo)
max Fk=	**5,61**	kN	(tatsächliche Kraft)

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

6. AUFLAGERLASTEN

Inhalt

		Seite:
6.0	Vorbemerkungen	6 - 2
6.1	LK1: LF 1 + LF 6 + LF 8	6 - 4
6.2	LK2: LF 1 + LF 9	6 - 10
6.3	LK3: LF 2 + LF 8	6 - 15
6.4	LK4: LF 3 + LF 6 + LF 8	6 - 20
6.5	LK5: LF 4 + LF 6 + LF 8	6 - 26
6.6	LK6: LF 5 + LF 6 + LF 8	6 - 32
6.7	LK7: LF7 + LF 8	6 - 38
6.8	Gurtlasten zur Hochpunktberechnung	6 - 43
6.9	LK9: LF 10	6 - 45

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

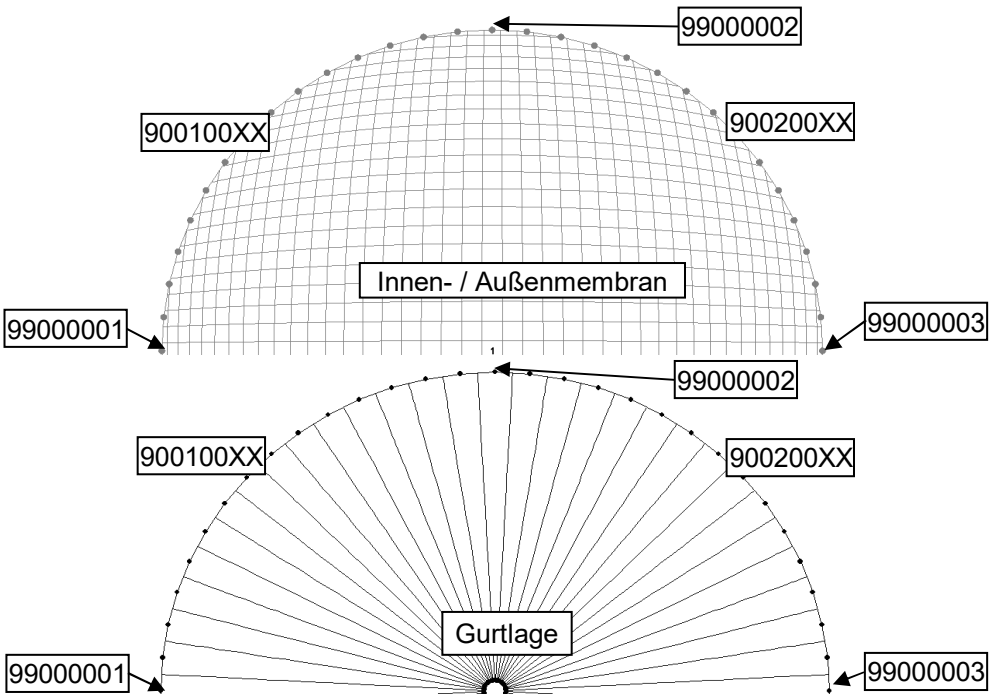
www.if-group.de I if-group@t-online.de

6.0 Vorbemerkungen

Grundlagen:

- Alle Kräfte sind in Kilonewton angegeben [kN]
- Alle Kräfte sind ohne zusätzliche Sicherheit
- Die Kräfte sind Aktio-Kräfte auf das Silo
- Eine positive Kraft weist in Richtung der positiven Koordinatenachse
- Die Punktnummer bezieht sich auf Kap. 4, S. 4-2

Nummerierung der Punkte:



Definitionen:

Normalbetrieb:	Gasdruck im Gasraum liegt zwischen 2,5 und 5mbar.	(Langzeit)
Zwischenfall:	Gasdruck im Gasraum fällt unter 2,5 mbar.	(Langzeit)
Schadensfall:	Defekte Innen- oder Aussenmembran	(Kurzzeit)

Erläuterung zu den Lastkombinationen (LK) (siehe auch Kap.3, S. 3-11)

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8
Normalbetrieb im Silo und keine äusseren Lasteinwirkungen aus Wind oder Schnee.

LK 2: LF 1 + LF 9
Zwischenfall im Silo, Gasdruck fällt auf max +0,4mbar (berechnet mit -1,0mbar) ab und keine äusseren Lasteinwirkungen aus Wind oder Schnee.

LK 3: LF 2 + LF 8
Schadensfall innere Membran ist defekt (kurzzeitiges Ereignis). Während eines solchen Ereignisses muss der Druck im Silo überwacht werden. Es ist sicherzustellen, dass in jedem Fall der Druck nicht unter 2,5mbar fällt bzw. nicht höher als 5mbar steigt. Dies ist notwendig, um eine sichere Lastabtragung der äußeren Lasten, wie zum Beispiel Wind und Schnee, gewährleisten zu können.

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8
Normalbetrieb im Silo und als äussere Lasteinwirkung Wind unter der Anströmrichtung 0°

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8
Normalbetrieb im Silo und als äussere Lasteinwirkung Wind unter der Anströmrichtung 45°

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8
Normalbetrieb im Silo und als äussere Lasteinwirkung Schnee gleichmäßig verteilt.

LK 7: LF7 + LF 8
Schadensfall äussere Membran ist defekt (kurzzeitiges Ereignis). Während eines solchen Ereignisses muss der Druck im Silo überwacht werden. Es ist sicherzustellen, dass in jedem Fall der Druck nicht unter 2,5mbar fällt bzw. nicht höher als 5mbar steigt. Des weiteren muss unverzüglich die äußere Membran entfert werden, um Wasser- (Wassersackbildung) bzw. Gasansammlungen (Explosionsgefahr) verhindern zu können. Dies ist notwendig, um eine sichere Lastabtragung der äußeren Lasten, wie zum Beispiel Wind und Schnee, gewährleisten zu können.

Gurtlasten zur Hochpunktberechnung
Gurtlasten zur Hochpunktberechnung (maßgeb. Gurtlagen Kombination am Hochpunkt)

Ergibt sich aus einem Zwischenfall im Silo (Gasdruck fällt auf max 0,4mbar ab). Die maßgebende Gurtlagen Kombination am Hochpunkt ergibt sich dann aus dem Eigengewicht der Gurte, dem Schwefelansatz, der Gurtvorspannung und dem Unterdruck im Gasraum (angenommen für Berechnung mit -1,0mbar) sowie dem Druck aus dem Raum zwischen Innen- und Aussenmembran (2,5mbar).

Bemerkung:

Die obere Membrane wird durch den Luftdruck im Zwischenraum belastet. Dieser Luftdruck sorgt für die Formstabilität der Aussenmembrane. Er muß immer gewährleistet sein, damit äussere Lasten entsprechend sicher in den Behälter abgeleitet werden können. Generell muss sichergestellt werden, dass alle zu Grunde gelegten minimal bzw. maximal Drücke eingehalten werden (Einsatz von entsprechender Regelungstechnik).

Die Angabe der maximalen/ minimalen Streckenlasten sind lediglich für die Vordimensionierung geeignet. Für die finale Bemessung müssen alle Punktlasten berücksichtigt werden.

6.1 LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF1: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	4,35	0,00	5,92	4,35	7,35
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	4,26	0,30	5,73	4,27	7,15
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	4,29	0,55	5,50	4,33	7,00
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	4,13	-0,75	5,53	4,20	6,94
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	4,07	-0,41	5,21	4,09	6,62
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	4,18	-0,83	5,28	4,26	6,79
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	3,66	-1,39	4,96	3,92	6,32
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,30	-1,83	4,83	3,77	6,13
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	3,28	-1,89	4,73	3,79	6,06
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,72	-2,24	4,50	3,52	5,72
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,95	-2,73	4,41	3,35	5,54
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	1,24	-2,75	4,13	3,02	5,11
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	1,54	-2,83	4,30	3,22	5,37
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,41	-3,07	4,06	3,10	5,11
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,23	-3,04	4,27	3,05	5,25
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-3,10	4,42	3,10	5,40
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,23	-3,04	4,27	3,05	5,25
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,41	-3,07	4,06	3,10	5,11
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-1,54	-2,84	4,29	3,23	5,37
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-1,24	-2,75	4,13	3,02	5,11
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,95	-2,73	4,41	3,35	5,54
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,72	-2,25	4,50	3,53	5,72
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-3,28	-1,89	4,72	3,79	6,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,30	-1,83	4,83	3,77	6,13
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-3,66	-1,39	4,95	3,92	6,31
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-4,18	-0,83	5,28	4,26	6,79
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-4,08	-0,41	5,20	4,10	6,62
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-4,13	-0,75	5,53	4,20	6,94
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-4,29	0,55	5,50	4,33	7,00
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-4,26	0,30	5,73	4,27	7,15
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-4,35	0,00	5,92	4,35	7,35
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-4,26	-0,30	5,73	4,27	7,15
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-4,29	-0,55	5,50	4,33	7,00
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-4,13	0,75	5,53	4,20	6,94
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-4,07	0,41	5,21	4,09	6,62
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-4,18	0,83	5,28	4,26	6,79
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-3,66	1,39	4,96	3,92	6,32
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,30	1,83	4,83	3,77	6,13
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-3,28	1,89	4,73	3,79	6,06
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,72	2,24	4,50	3,52	5,72
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,95	2,73	4,41	3,35	5,54
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-1,24	2,75	4,13	3,02	5,11
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-1,54	2,83	4,30	3,22	5,37
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,41	3,07	4,06	3,10	5,11
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,23	3,04	4,27	3,05	5,25

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF1: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	3,10	4,42	3,10	5,40
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,23	3,04	4,27	3,05	5,25
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,41	3,07	4,06	3,10	5,11
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	1,54	2,84	4,29	3,23	5,37
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	1,24	2,75	4,13	3,02	5,11
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,95	2,73	4,41	3,35	5,54
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,72	2,25	4,50	3,53	5,72
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	3,28	1,89	4,72	3,79	6,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,30	1,83	4,83	3,77	6,13
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	3,66	1,39	4,95	3,92	6,31
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	4,18	0,83	5,28	4,26	6,79
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	4,08	0,41	5,20	4,10	6,62
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	4,13	0,75	5,53	4,20	6,94
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	4,29	-0,55	5,50	4,33	7,00
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	4,26	-0,30	5,73	4,27	7,15
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**290,36**	**222,48**	

LF6: Innenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	5,16	0,21	5,30	5,16	7,40
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	5,00	-0,07	4,97	5,00	7,05
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,22	-3,15	3,91	3,38	5,17
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	0,59	-3,46	4,05	3,51	5,36
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-4,45	5,24	4,45	6,87
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-0,59	-3,46	4,04	3,51	5,35
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,22	-3,15	3,90	3,38	5,16
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-5,00	-0,07	4,96	5,00	7,04
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-5,16	0,21	5,29	5,16	7,39

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF6: Innenmembrane									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-5,16	-0,21	5,30	5,16	7,40
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-5,00	0,07	4,97	5,00	7,05
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,22	3,15	3,91	3,38	5,17
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-0,59	3,46	4,05	3,51	5,36
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	4,45	5,24	4,45	6,87
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	0,59	3,46	4,04	3,51	5,35
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,22	3,15	3,90	3,38	5,16
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	5,00	0,07	4,96	5,00	7,04
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	5,16	-0,21	5,29	5,16	7,39
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**291,28**	**265,32**	

LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**	**769,51**	

LK1: LF1+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	23,30	0,00	13,77	23,30	27,06
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	22,96	-0,65	13,32	22,97	26,55
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	22,67	-1,41	12,73	22,71	26,04
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	21,83	-4,84	12,45	22,36	25,59
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	20,95	-5,42	11,50	21,64	24,51
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	20,28	-7,31	11,24	21,56	24,31
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	18,12	-9,57	10,20	20,49	22,89
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	16,20	-11,66	9,73	19,96	22,21
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	14,81	-13,06	9,47	19,75	21,90
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	12,36	-14,93	9,14	19,38	21,43
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	9,58	-16,98	9,31	19,50	21,60
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	7,05	-17,93	9,17	19,27	21,34
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	6,30	-18,84	9,81	19,87	22,16
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	1,72	-19,81	9,74	19,88	22,14
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	0,81	-20,09	10,28	20,11	22,58
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-20,37	10,65	20,37	22,99
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-0,81	-20,09	10,28	20,11	22,58
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-1,72	-19,81	9,74	19,88	22,14
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-6,30	-18,85	9,80	19,87	22,16
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-7,05	-17,93	9,16	19,27	21,33
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-9,58	-16,98	9,30	19,50	21,60
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-12,36	-14,94	9,14	19,39	21,44
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-14,81	-13,06	9,46	19,75	21,90
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-16,20	-11,66	9,73	19,96	22,21
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-18,12	-9,57	10,19	20,49	22,89
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-20,28	-7,31	11,23	21,56	24,31
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-20,96	-5,42	11,48	21,65	24,50
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-21,83	-4,84	12,45	22,36	25,59
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-22,67	-1,41	12,73	22,71	26,04
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-22,96	-0,65	13,32	22,97	26,55
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-23,30	0,00	13,77	23,30	27,06
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-22,96	0,65	13,32	22,97	26,55
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-22,67	1,41	12,73	22,71	26,04
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-21,83	4,84	12,45	22,36	25,59
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-20,95	5,42	11,50	21,64	24,51
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-20,28	7,31	11,24	21,56	24,31

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK1: LF1+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-18,12	9,57	10,20	20,49	22,89
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-16,20	11,66	9,73	19,96	22,21
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-14,81	13,06	9,47	19,75	21,90
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-12,36	14,93	9,14	19,38	21,43
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-9,58	16,98	9,31	19,50	21,60
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-7,05	17,93	9,17	19,27	21,34
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-6,30	18,84	9,81	19,87	22,16
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-1,72	19,81	9,74	19,88	22,14
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-0,81	20,09	10,28	20,11	22,58
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	20,37	10,65	20,37	22,99
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	0,81	20,09	10,28	20,11	22,58
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	1,72	19,81	9,74	19,88	22,14
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	6,30	18,85	9,80	19,87	22,16
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	7,05	17,93	9,16	19,27	21,33
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	9,58	16,98	9,30	19,50	21,60
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	12,36	14,94	9,14	19,39	21,44
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	14,81	13,06	9,46	19,75	21,90
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	16,20	11,66	9,73	19,96	22,21
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	18,12	9,57	10,19	20,49	22,89
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	20,28	7,31	11,23	21,56	24,31
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	20,96	5,42	11,48	21,65	24,50
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	21,83	4,84	12,45	22,36	25,59
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	22,67	1,41	12,73	22,71	26,04
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	22,96	0,65	13,32	22,97	26,55
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**641,04**	**1245,15**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	11,15 kN/m	(LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	6,59 kN/m	(LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	9,22 kN/m	(LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	4,37 kN/m	(LK 1: LF 1 + LF 6 + LF 8)

6.2 LK 2: LF 1 + LF 9

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF1: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	4,35	0,00	5,92	4,35	7,35
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	4,26	0,30	5,73	4,27	7,15
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	4,29	0,55	5,50	4,33	7,00
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	4,13	-0,75	5,53	4,20	6,94
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	4,07	-0,41	5,21	4,09	6,62
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	4,18	-0,83	5,28	4,26	6,79
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	3,66	-1,39	4,96	3,92	6,32
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,30	-1,83	4,83	3,77	6,13
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	3,28	-1,89	4,73	3,79	6,06
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,72	-2,24	4,50	3,52	5,72
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,95	-2,73	4,41	3,35	5,54
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	1,24	-2,75	4,13	3,02	5,11
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	1,54	-2,83	4,30	3,22	5,37
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,41	-3,07	4,06	3,10	5,11
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,23	-3,04	4,27	3,05	5,25
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-3,10	4,42	3,10	5,40
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,23	-3,04	4,27	3,05	5,25
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,41	-3,07	4,06	3,10	5,11
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-1,54	-2,84	4,29	3,23	5,37
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-1,24	-2,75	4,13	3,02	5,11
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,95	-2,73	4,41	3,35	5,54
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,72	-2,25	4,50	3,53	5,72
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-3,28	-1,89	4,72	3,79	6,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,30	-1,83	4,83	3,77	6,13
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-3,66	-1,39	4,95	3,92	6,31
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-4,18	-0,83	5,28	4,26	6,79
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-4,08	-0,41	5,20	4,10	6,62
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-4,13	-0,75	5,53	4,20	6,94
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-4,29	0,55	5,50	4,33	7,00
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-4,26	0,30	5,73	4,27	7,15
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-4,35	0,00	5,92	4,35	7,35
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-4,26	-0,30	5,73	4,27	7,15
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-4,29	-0,55	5,50	4,33	7,00
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-4,13	0,75	5,53	4,20	6,94
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-4,07	0,41	5,21	4,09	6,62
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-4,18	0,83	5,28	4,26	6,79
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-3,66	1,39	4,96	3,92	6,32
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,30	1,83	4,83	3,77	6,13
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-3,28	1,89	4,73	3,79	6,06
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,72	2,24	4,50	3,52	5,72
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,95	2,73	4,41	3,35	5,54
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-1,24	2,75	4,13	3,02	5,11
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-1,54	2,83	4,30	3,22	5,37
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,41	3,07	4,06	3,10	5,11
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,23	3,04	4,27	3,05	5,25

LK 2: LF 1 + LF 9

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF1: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	3,10	4,42	3,10	5,40
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,23	3,04	4,27	3,05	5,25
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,41	3,07	4,06	3,10	5,11
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	1,54	2,84	4,29	3,23	5,37
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	1,24	2,75	4,13	3,02	5,11
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,95	2,73	4,41	3,35	5,54
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,72	2,25	4,50	3,53	5,72
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	3,28	1,89	4,72	3,79	6,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,30	1,83	4,83	3,77	6,13
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	3,66	1,39	4,95	3,92	6,31
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	4,18	0,83	5,28	4,26	6,79
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	4,08	0,41	5,20	4,10	6,62
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	4,13	0,75	5,53	4,20	6,94
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	4,29	-0,55	5,50	4,33	7,00
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	4,26	-0,30	5,73	4,27	7,15
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**290,36**	**222,48**	
LF9: Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	21,18	0,00	-2,99	21,18	21,39
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	21,05	-2,21	-2,99	21,17	21,38
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	20,69	-4,40	-2,99	21,15	21,36
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	20,14	-6,54	-2,99	21,18	21,39
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	19,34	-8,61	-2,99	21,17	21,38
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	18,32	-10,58	-2,99	21,16	21,37
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	17,13	-12,45	-2,99	21,18	21,39
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	15,72	-14,15	-2,99	21,15	21,36
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	14,15	-15,72	-2,99	21,15	21,36
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	12,45	-17,13	-2,99	21,18	21,39
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	10,58	-18,32	-2,99	21,16	21,37
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	8,61	-19,34	-2,99	21,17	21,38
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	6,54	-20,14	-2,99	21,18	21,39
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	4,40	-20,69	-2,99	21,15	21,36
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	2,21	-21,04	-2,99	21,16	21,37
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-21,18	-2,99	21,18	21,39
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-2,21	-21,05	-2,99	21,17	21,38
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-4,40	-20,69	-2,99	21,15	21,36
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-6,54	-20,14	-2,99	21,18	21,39
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-8,61	-19,34	-2,99	21,17	21,38
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-10,58	-18,32	-2,99	21,16	21,37
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-12,45	-17,13	-2,99	21,18	21,39
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-14,15	-15,72	-2,99	21,15	21,36
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-15,72	-14,15	-2,99	21,15	21,36
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-17,13	-12,45	-2,99	21,18	21,39
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-18,32	-10,58	-2,99	21,16	21,37
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-19,34	-8,61	-2,99	21,17	21,38

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

LK 2: LF 1 + LF 9

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF9: Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-20,14	-6,54	-2,99	21,18	21,39
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-20,69	-4,40	-2,99	21,15	21,36
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-21,07	-2,21	-2,99	21,19	21,40
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-21,18	0,00	-2,99	21,18	21,39
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-21,01	2,21	-2,99	21,13	21,34
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-20,69	4,40	-2,99	21,15	21,36
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-20,14	6,54	-2,99	21,18	21,39
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-19,34	8,61	-2,99	21,17	21,38
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-18,32	10,58	-2,99	21,16	21,37
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-17,13	12,45	-2,99	21,18	21,39
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-15,72	14,15	-2,99	21,15	21,36
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-14,15	15,72	-2,99	21,15	21,36
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-12,45	17,13	-2,99	21,18	21,39
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-10,58	18,32	-2,99	21,16	21,37
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-8,61	19,34	-2,99	21,17	21,38
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-6,54	20,14	-2,99	21,18	21,39
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-4,40	20,69	-2,99	21,15	21,36
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-2,21	21,04	-2,99	21,16	21,37
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	21,18	-2,99	21,18	21,39
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	2,21	21,05	-2,99	21,17	21,38
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	4,40	20,69	-2,99	21,15	21,36
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	6,54	20,14	-2,99	21,18	21,39
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	8,61	19,34	-2,99	21,17	21,38
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	10,58	18,32	-2,99	21,16	21,37
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	12,45	17,13	-2,99	21,18	21,39
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	14,15	15,72	-2,99	21,15	21,36
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	15,72	14,15	-2,99	21,15	21,36
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	17,13	12,45	-2,99	21,18	21,39
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	18,32	10,58	-2,99	21,16	21,37
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	19,34	8,61	-2,99	21,17	21,38
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	20,14	6,54	-2,99	21,18	21,39
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	20,69	4,40	-2,99	21,15	21,36
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	21,04	2,21	-2,99	21,16	21,37
				Summe [kN]:	**0,01**	**0,00**	**-179,40**	**1269,84**	

LK2: LF1+LF9 (Außenmembran+ Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	25,53	0,00	2,93	25,53	25,70
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	25,31	-1,91	2,74	25,38	25,53
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	24,98	-3,85	2,51	25,27	25,40
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	24,27	-7,29	2,54	25,34	25,47
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	23,41	-9,02	2,22	25,09	25,19
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	22,50	-11,41	2,29	25,23	25,33
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	20,79	-13,84	1,97	24,98	25,05
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	19,02	-15,98	1,84	24,84	24,91
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	17,43	-17,61	1,74	24,78	24,84

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

LK 2: LF 1 + LF 9

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK2: LF1+LF9 (Außenmembran+ Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten)									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	15,17	-19,37	1,51	24,60	24,65
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	12,53	-21,05	1,42	24,50	24,54
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	9,85	-22,09	1,14	24,19	24,21
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	8,08	-22,97	1,31	24,35	24,38
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	3,99	-23,76	1,07	24,09	24,12
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,98	-24,08	1,28	24,16	24,20
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-24,28	1,43	24,28	24,32
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,98	-24,09	1,28	24,17	24,21
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-3,99	-23,76	1,07	24,09	24,12
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-8,08	-22,98	1,30	24,36	24,39
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-9,85	-22,09	1,14	24,19	24,21
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-12,53	-21,05	1,42	24,50	24,54
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-15,17	-19,38	1,51	24,61	24,66
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-17,43	-17,61	1,73	24,78	24,84
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-19,02	-15,98	1,84	24,84	24,91
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-20,79	-13,84	1,96	24,98	25,05
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-22,50	-11,41	2,29	25,23	25,33
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-23,42	-9,02	2,21	25,10	25,19
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-24,27	-7,29	2,54	25,34	25,47
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-24,98	-3,85	2,51	25,27	25,40
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-25,33	-1,91	2,74	25,40	25,55
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-25,53	0,00	2,93	25,53	25,70
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-25,27	1,91	2,74	25,34	25,49
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-24,98	3,85	2,51	25,27	25,40
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-24,27	7,29	2,54	25,34	25,47
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-23,41	9,02	2,22	25,09	25,19
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-22,50	11,41	2,29	25,23	25,33
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-20,79	13,84	1,97	24,98	25,05
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-19,02	15,98	1,84	24,84	24,91
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-17,43	17,61	1,74	24,78	24,84
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-15,17	19,37	1,51	24,60	24,65
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-12,53	21,05	1,42	24,50	24,54
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-9,85	22,09	1,14	24,19	24,21
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-8,08	22,97	1,31	24,35	24,38
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-3,99	23,76	1,07	24,09	24,12
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,98	24,08	1,28	24,16	24,20
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	24,28	1,43	24,28	24,32
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,98	24,09	1,28	24,17	24,21
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	3,99	23,76	1,07	24,09	24,12
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	8,08	22,98	1,30	24,36	24,39
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	9,85	22,09	1,14	24,19	24,21
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	12,53	21,05	1,42	24,50	24,54
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	15,17	19,38	1,51	24,61	24,66
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	17,43	17,61	1,73	24,78	24,84
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	19,02	15,98	1,84	24,84	24,91

LK 2: LF 1 + LF 9

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK2: LF1+LF9 (Außenmembran+ Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten)									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	20,79	13,84	1,96	24,98	25,05
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	22,50	11,41	2,29	25,23	25,33
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	23,42	9,02	2,21	25,10	25,19
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	24,27	7,29	2,54	25,34	25,47
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	24,98	3,85	2,51	25,27	25,40
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	25,30	1,91	2,74	25,37	25,52
				Summe [kN]:	**0,01**	**0,00**	**110,96**	**1486,86**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	12,21	kN/m	(LK 2: LF 1 + LF 9)
	vertikal	a_v=	1,40	kN/m	(LK 2: LF 1 + LF 9)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	11,52	kN/m	(LK 2: LF 1 + LF 9)
	vertikal	a_v=	0,51	kN/m	(LK 2: LF 1 + LF 9)

6.3 LK 3: LF 2 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF2: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	9,42	0,00	13,30	9,42	16,30
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	9,20	0,67	12,85	9,22	15,82
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	9,22	1,24	12,31	9,30	15,43
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	8,96	-0,19	11,95	8,96	14,94
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	8,75	0,19	11,08	8,75	14,12
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	8,88	-0,47	10,89	8,89	14,06
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	7,66	-1,61	9,86	7,83	12,59
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	6,70	-2,68	9,39	7,22	11,84
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	6,32	-3,11	9,09	7,04	11,50
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	4,87	-4,06	8,61	6,34	10,69
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	3,13	-5,21	8,57	6,08	10,51
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	1,70	-5,45	8,27	5,71	10,05
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	1,86	-5,74	8,77	6,03	10,65
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,88	-6,18	8,72	6,24	10,72
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,49	-6,17	9,22	6,19	11,10
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-6,32	9,57	6,32	11,47
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,49	-6,17	9,21	6,19	11,10
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,88	-6,18	8,72	6,24	10,72
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-1,86	-5,74	8,77	6,03	10,65
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-1,70	-5,45	8,27	5,71	10,05
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-3,13	-5,22	8,57	6,09	10,51
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-4,87	-4,07	8,61	6,35	10,70
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-6,33	-3,11	9,08	7,05	11,50
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-6,70	-2,68	9,39	7,22	11,84
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-7,66	-1,61	9,85	7,83	12,58
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-8,88	-0,47	10,89	8,89	14,06
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-8,75	0,19	11,07	8,75	14,11
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-8,96	-0,19	11,95	8,96	14,94
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-9,22	1,24	12,31	9,30	15,43
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-9,20	0,67	12,85	9,22	15,82
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-9,42	0,00	13,30	9,42	16,30
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-9,20	-0,67	12,85	9,22	15,82
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-9,22	-1,24	12,31	9,30	15,43
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-8,96	0,19	11,95	8,96	14,94
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-8,75	-0,19	11,08	8,75	14,12
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-8,88	0,47	10,89	8,89	14,06
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-7,66	1,61	9,86	7,83	12,59
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-6,70	2,68	9,39	7,22	11,84
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-6,32	3,11	9,09	7,04	11,50
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-4,87	4,06	8,61	6,34	10,69
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-3,13	5,21	8,57	6,08	10,51
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-1,70	5,45	8,27	5,71	10,05
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-1,86	5,74	8,77	6,03	10,65
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,88	6,18	8,72	6,24	10,72
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,49	6,17	9,22	6,19	11,10

LK 3: LF 2 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF2: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	6,32	9,57	6,32	11,47
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,49	6,17	9,21	6,19	11,10
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,88	6,18	8,72	6,24	10,72
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	1,86	5,74	8,77	6,03	10,65
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	1,70	5,45	8,27	5,71	10,05
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	3,13	5,22	8,57	6,09	10,51
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	4,87	4,07	8,61	6,35	10,70
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	6,33	3,11	9,08	7,05	11,50
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	6,70	2,68	9,39	7,22	11,84
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	7,66	1,61	9,85	7,83	12,58
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	8,88	0,47	10,89	8,89	14,06
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	8,75	-0,19	11,07	8,75	14,11
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	8,96	0,19	11,95	8,96	14,94
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	9,22	-1,24	12,31	9,30	15,43
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	9,20	-0,67	12,85	9,22	15,82
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**603,98**	**446,78**	
LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87

LK 3: LF 2 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**	**769,51**	

LK3: LF2+LF8 (Außenmembran+ Gurtlage)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	22,24	0,00	14,29	22,24	26,44
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	21,95	-0,67	13,84	21,96	25,96
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	21,77	-1,43	13,30	21,82	25,55
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	21,16	-4,15	12,94	21,56	25,15
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	20,47	-5,03	12,07	21,08	24,29
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	19,98	-6,88	11,88	21,13	24,24
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	18,04	-9,15	10,85	20,23	22,95
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	16,23	-11,26	10,38	19,75	22,31
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	14,90	-12,64	10,08	19,54	21,99

LK 3: LF 2 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK3: LF2+LF8 (Außenmembran+ Gurtlage)									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	12,41	-14,44	9,60	19,04	21,32
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	9,54	-16,31	9,56	18,90	21,18
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	6,92	-17,17	9,26	18,51	20,70
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	5,82	-17,94	9,76	18,86	21,24
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	1,79	-18,73	9,71	18,82	21,17
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	0,85	-18,92	10,21	18,94	21,52
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-19,14	10,56	19,14	21,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-0,85	-18,92	10,20	18,94	21,51
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-1,79	-18,73	9,71	18,82	21,17
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-5,82	-17,94	9,76	18,86	21,24
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-6,92	-17,17	9,26	18,51	20,70
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-9,54	-16,32	9,56	18,90	21,18
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-12,41	-14,45	9,60	19,05	21,33
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-14,91	-12,64	10,07	19,55	21,99
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-16,23	-11,26	10,38	19,75	22,31
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-18,04	-9,15	10,84	20,23	22,95
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-19,98	-6,88	11,88	21,13	24,24
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-20,47	-5,03	12,06	21,08	24,29
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-21,16	-4,15	12,94	21,56	25,15
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-21,77	-1,43	13,30	21,82	25,55
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-21,95	-0,67	13,84	21,96	25,96
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-22,24	0,00	14,29	22,24	26,44
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-21,95	0,67	13,84	21,96	25,96
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-21,77	1,43	13,30	21,82	25,55
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-21,16	4,15	12,94	21,56	25,15
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-20,47	5,03	12,07	21,08	24,29
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-19,98	6,88	11,88	21,13	24,24
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-18,04	9,15	10,85	20,23	22,95
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-16,23	11,26	10,38	19,75	22,31
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-14,90	12,64	10,08	19,54	21,99
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-12,41	14,44	9,60	19,04	21,32
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-9,54	16,31	9,56	18,90	21,18
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-6,92	17,17	9,26	18,51	20,70
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-5,82	17,94	9,76	18,86	21,24
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-1,79	18,73	9,71	18,82	21,17
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-0,85	18,92	10,21	18,94	21,52
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	19,14	10,56	19,14	21,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	0,85	18,92	10,20	18,94	21,51
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	1,79	18,73	9,71	18,82	21,17
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	5,82	17,94	9,76	18,86	21,24
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	6,92	17,17	9,26	18,51	20,70
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	9,54	16,32	9,56	18,90	21,18
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	12,41	14,45	9,60	19,05	21,33
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	14,91	12,64	10,07	19,55	21,99
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	16,23	11,26	10,38	19,75	22,31

LK 3: LF 2 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK3: LF2+LF8 (Außenmembran+ Gurtlage)									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	18,04	9,15	10,84	20,23	22,95
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	19,98	6,88	11,88	21,13	24,24
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	20,47	5,03	12,06	21,08	24,29
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	21,16	4,15	12,94	21,56	25,15
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	21,77	1,43	13,30	21,82	25,55
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	21,95	0,67	13,84	21,96	25,96
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**663,38**	**1203,34**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	10,64	kN/m	(LK 3: LF 2 + LF 8)
	vertikal	a_v=	6,84	kN/m	(LK 3: LF 2 + LF 8)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	8,85	kN/m	(LK 3: LF 2 + LF 8)
	vertikal	a_v=	4,43	kN/m	(LK 3: LF 2 + LF 8)

6.4 LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF3: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	15,68	0,00	20,56	15,68	25,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	15,31	1,03	19,88	15,34	25,11
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	15,27	1,90	19,12	15,39	24,54
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	14,99	1,31	18,23	15,05	23,64
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	14,63	1,98	16,70	14,76	22,29
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	14,95	1,85	15,90	15,06	21,90
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	13,04	0,93	13,44	13,07	18,75
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	11,46	-0,23	11,93	11,46	16,54
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	10,46	-1,32	11,14	10,54	15,34
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,61	-3,49	10,58	8,37	13,49
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	4,27	-6,65	11,77	7,90	14,18
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	1,83	-8,43	12,83	8,63	15,46
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	1,65	-10,06	15,07	10,19	18,19
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-1,75	-12,14	17,67	12,27	21,51
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-1,09	-13,49	20,83	13,53	24,84
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-14,24	22,20	14,24	26,37
17	90020001	2,091	19,890	0,000	1,08	-13,31	20,58	13,35	24,53
18	90020002	4,158	19,563	0,000	1,68	-11,71	17,04	11,83	20,74
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-1,81	-9,42	14,21	9,59	17,14
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-2,02	-7,76	12,01	8,02	14,44
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-4,44	-6,10	11,19	7,54	13,50
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,72	-2,94	10,24	8,26	13,16
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-10,77	-0,44	10,54	10,78	15,08
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-11,89	0,86	11,24	11,92	16,38
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-13,48	1,87	12,91	13,61	18,76
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-15,41	2,53	15,58	15,62	22,06
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-15,08	2,38	16,47	15,27	22,46
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-15,46	1,61	18,03	15,54	23,81
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-15,75	1,88	18,96	15,86	24,72
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-15,81	1,01	19,69	15,84	25,27
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-16,21	0,00	20,36	16,21	26,02
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-15,81	-1,01	19,69	15,84	25,27
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-15,75	-1,88	18,97	15,86	24,73
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-15,46	-1,61	18,03	15,54	23,81
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-15,08	-2,38	16,48	15,27	22,46
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-15,41	-2,53	15,58	15,62	22,06
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-13,48	-1,88	12,92	13,61	18,77
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-11,89	-0,86	11,25	11,92	16,39
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-10,77	0,43	10,54	10,78	15,08
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,72	2,94	10,24	8,26	13,16
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-4,43	6,10	11,20	7,54	13,50
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-2,02	7,76	12,02	8,02	14,45
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-1,81	9,42	14,21	9,59	17,14
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	1,68	11,70	17,05	11,82	20,75
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	1,08	13,31	20,59	13,35	24,54

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF3: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	14,24	22,20	14,24	26,37
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-1,09	13,49	20,82	13,53	24,83
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-1,75	12,14	17,67	12,27	21,51
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	1,65	10,07	15,07	10,20	18,20
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	1,83	8,43	12,83	8,63	15,46
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	4,27	6,66	11,77	7,91	14,18
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,61	3,50	10,57	8,38	13,49
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	10,47	1,32	11,13	10,55	15,34
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	11,46	0,24	11,92	11,46	16,54
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	13,04	-0,92	13,44	13,07	18,75
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	14,95	-1,85	15,90	15,06	21,90
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	14,63	-1,98	16,69	14,76	22,28
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	14,99	-1,31	18,22	15,05	23,63
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	15,27	-1,91	19,12	15,39	24,54
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	15,31	-1,03	19,87	15,34	25,11
				Summe [kN]:	**-9,01**	**0,01**	**932,89**	**749,63**	
LF6: Innenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	5,16	0,21	5,30	5,16	7,40
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	5,00	-0,07	4,97	5,00	7,05
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,22	-3,15	3,91	3,38	5,17
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	0,59	-3,46	4,05	3,51	5,36
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-4,45	5,24	4,45	6,87
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-0,59	-3,46	4,04	3,51	5,35
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,22	-3,15	3,90	3,38	5,16
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-5,00	-0,07	4,96	5,00	7,04
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-5,16	0,21	5,29	5,16	7,39

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF6: Innenmembrane									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-5,16	-0,21	5,30	5,16	7,40
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-5,00	0,07	4,97	5,00	7,05
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,22	3,15	3,91	3,38	5,17
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-0,59	3,46	4,05	3,51	5,36
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	4,45	5,24	4,45	6,87
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	0,59	3,46	4,04	3,51	5,35
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,22	3,15	3,90	3,38	5,16
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	5,00	0,07	4,96	5,00	7,04
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	5,16	-0,21	5,29	5,16	7,39
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**291,28**	**265,32**	

LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**		

LK4: LF3+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	34,63	0,00	28,41	34,63	44,79
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	34,01	0,08	27,47	34,01	43,72
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	33,65	-0,06	26,35	33,65	42,74
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	32,69	-2,78	25,15	32,81	41,34
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	31,51	-3,03	22,99	31,66	39,12
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	31,05	-4,63	21,86	31,39	38,25
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	27,50	-7,25	18,68	28,44	34,03
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	24,36	-10,06	16,83	26,36	31,27
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	21,99	-12,49	15,88	25,29	29,86
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	17,25	-16,18	15,22	23,65	28,12
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	11,90	-20,90	16,67	24,05	29,26
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	7,64	-23,61	17,87	24,82	30,58
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	6,41	-26,07	20,58	26,85	33,83
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	0,38	-28,88	23,35	28,88	37,14
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,05	-30,54	26,84	30,54	40,66
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-31,51	28,43	31,51	42,44
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,04	-30,36	26,59	30,36	40,36
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-0,45	-28,45	22,72	28,45	36,41
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-6,57	-25,43	19,72	26,26	32,84
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-7,83	-22,94	17,04	24,24	29,63
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-12,07	-20,35	16,08	23,66	28,61
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-17,36	-15,63	14,88	23,36	27,70
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-22,30	-11,61	15,28	25,14	29,42
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-24,79	-8,97	16,14	26,36	30,91
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-27,94	-6,31	18,15	28,64	33,91
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-31,51	-3,95	21,53	31,76	38,37
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-31,96	-2,63	22,75	32,07	39,32
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-33,16	-2,48	24,95	33,25	41,57
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-34,13	-0,08	26,19	34,13	43,02
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-34,51	0,06	27,28	34,51	43,99
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-35,16	0,00	28,21	35,16	45,08
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-34,51	-0,06	27,28	34,51	43,99
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-34,13	0,08	26,20	34,13	43,03
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-33,16	2,48	24,95	33,25	41,57
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-31,96	2,63	22,77	32,07	39,33
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-31,51	3,95	21,54	31,76	38,37

LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK4: LF3+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-27,94	6,30	18,16	28,64	33,91
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-24,79	8,97	16,15	26,36	30,92
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-22,30	11,60	15,28	25,14	29,42
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-17,36	15,63	14,88	23,36	27,70
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-12,06	20,35	16,10	23,66	28,61
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-7,83	22,94	17,06	24,24	29,64
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-6,57	25,43	19,72	26,26	32,84
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-0,45	28,44	22,73	28,44	36,41
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,04	30,36	26,60	30,36	40,36
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	31,51	28,43	31,51	42,44
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,05	30,54	26,83	30,54	40,65
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	0,38	28,88	23,35	28,88	37,14
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	6,41	26,08	20,58	26,86	33,83
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	7,64	23,61	17,86	24,82	30,57
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	11,90	20,91	16,66	24,06	29,26
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	17,25	16,19	15,21	23,66	28,13
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	22,00	12,49	15,87	25,30	29,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	24,36	10,07	16,82	26,36	31,27
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	27,50	7,26	18,68	28,44	34,03
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	31,05	4,63	21,85	31,39	38,25
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	31,51	3,03	22,97	31,66	39,11
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	32,69	2,78	25,14	32,81	41,33
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	33,65	0,05	26,35	33,65	42,74
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	34,01	-0,08	27,46	34,01	43,71
				Summe [kN]:	**-9,01**	**0,01**	**1283,57**	**1742,01**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	16,82	kN/m	(LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	13,60	kN/m	(LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	11,17	kN/m	(LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	7,12	kN/m	(LK 4: LF 3 + LF 6 + LF 8)

6.5 LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF4: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	17,61	-0,18	23,27	17,61	29,18
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	17,42	0,93	21,77	17,44	27,90
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	17,29	1,79	20,24	17,38	26,68
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	16,68	0,52	18,78	16,69	25,12
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	15,87	0,96	16,75	15,90	23,09
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	15,60	0,20	15,63	15,60	22,08
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	12,79	-1,48	13,16	12,88	18,41
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	10,46	-3,36	11,89	10,99	16,19
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,86	-4,64	11,21	10,00	15,02
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	6,02	-6,61	10,74	8,94	13,97
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	3,26	-8,94	11,43	9,52	14,87
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	1,39	-9,67	11,84	9,77	15,35
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	1,38	-10,54	13,28	10,63	17,01
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-1,29	-11,36	14,20	11,43	18,23
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,69	-11,62	15,57	11,64	19,44
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,12	-11,89	16,87	11,89	20,64
17	90020001	2,091	19,890	0,000	1,02	-11,19	16,89	11,24	20,29
18	90020002	4,158	19,563	0,000	1,78	-10,71	16,14	10,86	19,45
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-0,06	-9,82	15,33	9,82	18,21
20	90020004	8,135	18,271	0,000	0,06	-8,88	13,88	8,88	16,48
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,41	-7,71	13,20	7,84	15,35
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-4,01	-4,76	12,04	6,22	13,55
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-7,12	-2,05	12,37	7,41	14,42
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,22	0,11	13,22	9,22	16,12
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-11,84	2,32	15,20	12,07	19,41
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-14,88	3,57	18,55	15,30	24,05
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-15,31	3,42	19,75	15,69	25,22
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-16,10	2,61	21,60	16,31	27,07
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-16,71	2,52	22,77	16,90	28,36
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-17,18	1,42	23,37	17,24	29,04
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-18,13	0,20	23,18	18,13	29,43
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-17,69	-0,89	21,34	17,71	27,73
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-17,27	-1,71	19,55	17,35	26,14
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-16,38	-0,63	17,82	16,39	24,21
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-15,30	-1,09	15,61	15,34	21,88
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-14,72	-0,49	14,23	14,73	20,48
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-11,81	0,96	11,65	11,85	16,62
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,49	2,63	10,31	9,85	14,26
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-7,86	3,92	9,63	8,78	13,03
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-5,23	5,83	9,28	7,83	12,14
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-2,75	8,19	10,13	8,64	13,31
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-1,11	9,14	10,80	9,21	14,19
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-1,13	10,23	12,43	10,29	16,14
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	1,22	11,28	13,63	11,35	17,73
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,66	11,81	15,27	11,83	19,32

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF4: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	-0,13	12,34	16,90	12,34	20,93
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-1,05	11,77	17,28	11,82	20,93
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-1,85	11,46	16,79	11,61	20,41
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	-0,46	10,81	16,09	10,82	19,39
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	-0,74	10,08	14,73	10,11	17,86
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	0,29	9,30	14,13	9,30	16,92
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,41	6,46	12,62	6,89	14,38
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	5,23	3,79	12,43	6,46	14,01
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	7,39	1,63	12,92	7,57	14,97
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,06	-0,87	14,42	10,10	17,60
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	13,17	-2,61	17,51	13,43	22,06
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	13,99	-2,89	18,90	14,29	23,69
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	15,00	-2,25	20,90	15,17	25,82
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	15,85	-2,46	22,24	16,04	27,42
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	16,52	-1,40	23,10	16,58	28,43
				Summe [kN]:	**-9,52**	**9,50**	**946,76**	**735,09**	
LF6: Innenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	5,16	0,21	5,30	5,16	7,40
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	5,00	-0,07	4,97	5,00	7,05
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,22	-3,15	3,91	3,38	5,17
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	0,59	-3,46	4,05	3,51	5,36
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-4,45	5,24	4,45	6,87
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-0,59	-3,46	4,04	3,51	5,35
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,22	-3,15	3,90	3,38	5,16
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-5,00	-0,07	4,96	5,00	7,04
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-5,16	0,21	5,29	5,16	7,39

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF6: Innenmembrane									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-5,16	-0,21	5,30	5,16	7,40
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-5,00	0,07	4,97	5,00	7,05
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,22	3,15	3,91	3,38	5,17
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-0,59	3,46	4,05	3,51	5,36
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	4,45	5,24	4,45	6,87
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	0,59	3,46	4,04	3,51	5,35
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,22	3,15	3,90	3,38	5,16
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	5,00	0,07	4,96	5,00	7,04
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	5,16	-0,21	5,29	5,16	7,39
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**291,28**	**265,32**	

LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**	**769,51**	

LK5: LF4+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	36,56	-0,18	31,12	36,56	48,01
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	36,12	-0,02	29,36	36,12	46,55
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	35,67	-0,17	27,47	35,67	45,02
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	34,38	-3,57	25,70	34,56	43,07
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	32,75	-4,05	23,04	33,00	40,25
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	31,70	-6,28	21,59	32,32	38,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	27,25	-9,66	18,40	28,91	34,27
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	23,36	-13,19	16,79	26,83	31,65
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	20,39	-15,81	15,95	25,80	30,33
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	15,66	-19,30	15,38	24,85	29,23
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	10,89	-23,19	16,33	25,62	30,38
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	7,20	-24,85	16,88	25,87	30,89
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	6,14	-26,55	18,79	27,25	33,10
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	0,84	-28,10	19,88	28,11	34,43
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	0,35	-28,67	21,58	28,67	35,89
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,12	-29,16	23,10	29,16	37,20
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-0,02	-28,24	22,90	28,24	36,36
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-0,35	-27,45	21,82	27,45	35,07
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-4,82	-25,83	20,84	26,28	33,54
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,75	-24,06	18,91	24,74	31,14
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-9,04	-21,96	18,09	23,75	29,85
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-13,65	-17,45	16,68	22,15	27,73
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-18,65	-13,22	17,11	22,86	28,55
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-22,12	-9,72	18,12	24,16	30,20
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-26,30	-5,86	20,44	26,94	33,82
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-30,98	-2,91	24,50	31,12	39,60
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-32,19	-1,59	26,03	32,23	41,43
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-33,80	-1,48	28,52	33,83	44,25
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-35,09	0,56	30,00	35,09	46,17
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-35,88	0,47	30,96	35,88	47,39
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-37,08	0,20	31,03	37,08	48,35
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-36,39	0,06	28,93	36,39	46,49
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-35,65	0,25	26,78	35,65	44,59
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-34,08	3,46	24,74	34,26	42,26
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-32,18	3,92	21,90	32,42	39,12
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-30,82	5,99	20,19	31,40	37,33

LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK5: LF4+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-26,27	9,14	16,89	27,81	32,54
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-22,39	12,46	15,21	25,62	29,80
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-19,39	15,09	14,37	24,57	28,46
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-14,87	18,52	13,92	23,75	27,53
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-10,38	22,44	15,03	24,72	28,93
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-6,92	24,32	15,84	25,29	29,84
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-5,89	26,24	17,94	26,89	32,33
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-0,91	28,02	19,31	28,03	34,04
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-0,38	28,86	21,28	28,86	35,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	-0,13	29,61	23,13	29,61	37,57
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,01	28,82	23,29	28,82	37,05
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	0,28	28,20	22,47	28,20	36,06
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	4,30	26,82	21,60	27,16	34,70
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,07	25,26	19,76	25,76	32,47
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	7,92	23,55	19,02	24,85	31,29
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	12,05	19,15	17,26	22,63	28,46
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	16,76	14,96	17,17	22,47	28,28
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	20,29	11,46	17,82	23,30	29,34
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	24,52	7,31	19,66	25,59	32,27
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	29,27	3,87	23,46	29,52	37,71
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	30,87	2,12	25,18	30,94	39,89
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	32,70	1,84	27,82	32,75	42,97
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	34,23	-0,50	29,47	34,23	45,17
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	35,22	-0,45	30,69	35,22	46,72
				Summe [kN]:	**-9,52**	**9,50**	**1297,44**	**1737,85**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	17,74	kN/m	(LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	14,89	kN/m	(LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	10,60	kN/m	(LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	6,66	kN/m	(LK 5: LF 4 + LF 6 + LF 8)

6.6 LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF5: Aussenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	-0,20	0,00	0,02	0,20	0,20
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	-0,18	0,02	0,02	0,18	0,18
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	-0,12	0,02	0,01	0,12	0,12
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	-1,07	-3,41	0,09	3,57	3,58
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	-1,05	-2,42	0,35	2,64	2,66
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	-1,32	-2,85	0,72	3,14	3,22
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	-1,22	-2,67	1,29	2,94	3,21
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	-0,06	-1,76	2,44	1,76	3,01
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	1,79	0,05	2,47	1,79	3,05
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,71	1,22	1,30	2,97	3,24
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	2,90	1,33	0,72	3,19	3,27
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	2,48	1,06	0,34	2,70	2,72
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,54	1,07	0,09	3,70	3,70
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,02	0,12	0,01	0,12	0,12
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,02	0,19	0,01	0,19	0,19
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	0,20	0,02	0,20	0,20
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,02	0,19	0,01	0,19	0,19
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,02	0,12	0,01	0,12	0,12
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,54	1,07	0,09	3,70	3,70
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-2,49	1,06	0,34	2,71	2,73
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-2,91	1,33	0,72	3,20	3,28
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,71	1,22	1,30	2,97	3,24
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-1,79	0,06	2,46	1,79	3,04
24	90020008	14,863	13,383	0,000	0,05	-1,75	2,45	1,75	3,01
25	90020009	16,180	11,756	0,000	1,22	-2,67	1,30	2,94	3,21
26	90020010	17,321	10,000	0,000	1,32	-2,84	0,72	3,13	3,21
27	90020011	18,271	8,135	0,000	1,05	-2,42	0,35	2,64	2,66
28	90020012	19,021	6,180	0,000	1,07	-3,41	0,09	3,57	3,58
29	90020013	19,563	4,158	0,000	0,12	0,02	0,01	0,12	0,12
30	90020014	19,890	2,091	0,000	0,18	0,02	0,02	0,18	0,18
31	99000003	20,000	0,000	0,000	0,20	0,00	0,02	0,20	0,20
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	0,18	-0,02	0,02	0,18	0,18
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	0,12	-0,02	0,01	0,12	0,12
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	1,07	3,41	0,09	3,57	3,58
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	1,05	2,42	0,35	2,64	2,66
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	1,32	2,85	0,72	3,14	3,22
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	1,21	2,67	1,30	2,93	3,21
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	0,05	1,75	2,45	1,75	3,01
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-1,79	-0,06	2,46	1,79	3,04
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,71	-1,22	1,30	2,97	3,24
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-2,91	-1,33	0,71	3,20	3,28
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-2,48	-1,06	0,34	2,70	2,72
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,54	-1,07	0,09	3,70	3,70
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,02	-0,12	0,01	0,12	0,12
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,02	-0,19	0,01	0,19	0,19

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF5: Aussenmembrane									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	-0,20	0,02	0,20	0,20
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,02	-0,19	0,01	0,19	0,19
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,02	-0,12	0,01	0,12	0,12
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,54	-1,07	0,09	3,70	3,70
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	2,48	-1,06	0,34	2,70	2,72
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	2,91	-1,33	0,71	3,20	3,28
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,71	-1,22	1,30	2,97	3,24
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	1,79	-0,06	2,47	1,79	3,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	-0,06	1,76	2,44	1,76	3,01
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	-1,22	2,67	1,29	2,94	3,21
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	-1,32	2,85	0,72	3,14	3,22
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	-1,05	2,42	0,35	2,64	2,66
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	-1,07	3,41	0,09	3,57	3,58
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	-0,12	-0,02	0,01	0,12	0,12
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	-0,18	-0,02	0,02	0,18	0,18
				Summe [kN]:	**-0,05**	**0,00**	**39,52**	**116,86**	
LF6: Innenmembrane									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	5,16	0,21	5,30	5,16	7,40
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	5,00	-0,07	4,97	5,00	7,05
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	1,22	-3,15	3,91	3,38	5,17
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	0,59	-3,46	4,05	3,51	5,36
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	-0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	-0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-4,45	5,24	4,45	6,87
17	90020001	2,091	19,890	0,000	0,30	-4,30	5,02	4,31	6,62
18	90020002	4,158	19,563	0,000	0,54	-4,19	4,69	4,22	6,31
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-0,80	-3,81	4,52	3,89	5,97
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-0,59	-3,46	4,04	3,51	5,35
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-1,22	-3,15	3,90	3,38	5,16
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-2,10	-2,31	3,65	3,12	4,80
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-2,95	-1,64	3,75	3,38	5,05
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-3,37	-1,25	3,91	3,59	5,31
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-4,08	-0,64	4,25	4,13	5,93
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-5,00	-0,07	4,96	5,00	7,04
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-5,16	0,21	5,29	5,16	7,39

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF6: Innenmembrane									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-5,50	-0,13	5,93	5,50	8,09
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-5,83	0,71	6,24	5,87	8,57
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-5,95	0,39	6,60	5,96	8,89
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-6,13	0,00	6,86	6,13	9,20
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-5,16	-0,21	5,30	5,16	7,40
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-5,00	0,07	4,97	5,00	7,05
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-1,22	3,15	3,91	3,38	5,17
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-0,59	3,46	4,05	3,51	5,36
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	4,45	5,24	4,45	6,87
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	-0,30	4,30	5,02	4,31	6,62
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	-0,54	4,19	4,69	4,22	6,31
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	0,80	3,81	4,52	3,89	5,97
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	0,59	3,46	4,04	3,51	5,35
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	1,22	3,15	3,90	3,38	5,16
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	2,10	2,31	3,65	3,12	4,80
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	2,95	1,64	3,75	3,38	5,05
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	3,37	1,25	3,91	3,59	5,31
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	4,08	0,64	4,25	4,13	5,93
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	5,00	0,07	4,96	5,00	7,04
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	5,16	-0,21	5,29	5,16	7,39
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	5,50	0,13	5,93	5,50	8,09
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	5,83	-0,71	6,24	5,87	8,57
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	5,95	-0,39	6,60	5,96	8,89
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**291,28**	**265,32**	

LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**	**769,51**	

LK6: LF5+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	18,75	0,00	7,87	18,75	20,33
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	18,52	-0,93	7,61	18,54	20,04
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	18,26	-1,94	7,24	18,36	19,74
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	16,63	-7,50	7,01	18,24	19,54
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	15,83	-7,43	6,64	17,49	18,71
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	14,78	-9,33	6,68	17,48	18,71
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	13,24	-10,85	6,53	17,12	18,32
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	12,84	-11,59	7,34	17,30	18,79
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	13,32	-11,12	7,21	17,35	18,79
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	12,35	-11,47	5,94	16,85	17,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	10,53	-12,92	5,62	16,67	17,59
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	8,29	-14,12	5,38	16,37	17,23
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	8,30	-14,94	5,60	17,09	17,98
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,11	-16,62	5,69	16,75	17,69
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,02	-16,86	6,02	16,89	17,93
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-17,07	6,25	17,07	18,18
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,02	-16,86	6,02	16,89	17,93
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,11	-16,62	5,69	16,75	17,69
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-8,30	-14,94	5,60	17,09	17,98
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-8,30	-14,12	5,37	16,38	17,24
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-10,54	-12,92	5,61	16,67	17,59
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-12,35	-11,47	5,94	16,85	17,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-13,32	-11,11	7,20	17,35	18,78
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-12,85	-11,58	7,35	17,30	18,79
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-13,24	-10,85	6,54	17,12	18,32
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-14,78	-9,32	6,67	17,47	18,70
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-15,83	-7,43	6,63	17,49	18,70
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-16,63	-7,50	7,01	18,24	19,54
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-18,26	-1,94	7,24	18,36	19,74
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-18,52	-0,93	7,61	18,54	20,04
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-18,75	0,00	7,87	18,75	20,33
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-18,52	0,93	7,61	18,54	20,04
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-18,26	1,94	7,24	18,36	19,74
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-16,63	7,50	7,01	18,24	19,54
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-15,83	7,43	6,64	17,49	18,71
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-14,78	9,33	6,68	17,48	18,71

LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK6: LF5+LF6+LF8 (Außenmembrane+ Innenmembrane+ Gurtlage)									
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-13,25	10,85	6,54	17,13	18,33
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-12,85	11,58	7,35	17,30	18,79
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-13,32	11,11	7,20	17,35	18,78
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-12,35	11,47	5,94	16,85	17,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-10,54	12,92	5,61	16,67	17,59
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-8,29	14,12	5,38	16,37	17,23
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-8,30	14,94	5,60	17,09	17,98
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,11	16,62	5,69	16,75	17,69
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,02	16,86	6,02	16,89	17,93
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	17,07	6,25	17,07	18,18
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,02	16,86	6,02	16,89	17,93
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,11	16,62	5,69	16,75	17,69
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	8,30	14,94	5,60	17,09	17,98
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	8,29	14,12	5,37	16,37	17,23
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	10,54	12,92	5,60	16,67	17,59
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	12,35	11,47	5,94	16,85	17,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	13,32	11,11	7,21	17,35	18,78
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	12,84	11,59	7,34	17,30	18,79
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	13,24	10,85	6,53	17,12	18,32
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	14,78	9,33	6,67	17,48	18,71
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	15,83	7,43	6,63	17,49	18,70
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	16,63	7,50	7,01	18,24	19,54
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	18,26	1,94	7,24	18,36	19,74
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	18,52	0,93	7,61	18,54	20,04
				Summe [kN]:	**-0,05**	**0,00**	**390,20**	**1041,70**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	8,97	kN/m	(LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	3,76	kN/m	(LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	7,83	kN/m	(LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8)
	vertikal	a_v=	2,57	kN/m	(LK 6: LF 5 + LF 6 + LF 8)

6.7 LK 7: LF7 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF7: Innenmembrane									
1	99000001	-15,000	0,000	0,000	7,09	0,00	8,27	7,09	10,89
2	90010001	-14,918	1,568	0,000	6,88	0,46	7,95	6,90	10,52
3	90010002	-14,672	3,119	0,000	6,75	0,85	7,53	6,80	10,15
4	90010003	-14,266	4,635	0,000	6,39	0,23	7,07	6,39	9,53
5	90010004	-13,703	6,101	0,000	6,00	0,52	6,30	6,02	8,72
6	90010005	-12,990	7,500	0,000	5,80	0,24	5,85	5,80	8,24
7	90010006	-12,135	8,817	0,000	4,72	-0,41	4,92	4,74	6,83
8	90010007	-11,147	10,037	0,000	3,86	-1,12	4,47	4,02	6,01
9	90010008	-10,037	11,147	0,000	3,31	-1,63	4,25	3,69	5,63
10	90010009	-8,817	12,135	0,000	2,27	-2,43	4,11	3,33	5,29
11	90010010	-7,500	12,990	0,000	1,22	-3,40	4,40	3,61	5,69
12	90010011	-6,101	13,703	0,000	0,49	-3,79	4,61	3,82	5,99
13	90010012	-4,635	14,266	0,000	0,59	-4,20	5,19	4,24	6,70
14	90010013	-3,119	14,672	0,000	-0,61	-4,62	5,48	4,66	7,19
15	90010014	-1,568	14,918	0,000	-0,34	-4,75	5,87	4,76	7,56
16	99000002	0,000	15,000	0,000	0,00	-4,90	6,13	4,90	7,85
17	90020001	1,568	14,918	0,000	0,34	-4,75	5,87	4,76	7,56
18	90020002	3,119	14,672	0,000	0,62	-4,62	5,48	4,66	7,19
19	90020003	4,635	14,266	0,000	-0,59	-4,20	5,19	4,24	6,70
20	90020004	6,101	13,703	0,000	-0,49	-3,79	4,61	3,82	5,99
21	90020005	7,500	12,990	0,000	-1,22	-3,40	4,40	3,61	5,69
22	90020006	8,817	12,135	0,000	-2,27	-2,43	4,11	3,33	5,29
23	90020007	10,037	11,147	0,000	-3,31	-1,63	4,24	3,69	5,62
24	90020008	11,147	10,037	0,000	-3,86	-1,13	4,47	4,02	6,01
25	90020009	12,135	8,817	0,000	-4,72	-0,41	4,92	4,74	6,83
26	90020010	12,990	7,500	0,000	-5,80	0,23	5,84	5,80	8,23
27	90020011	13,703	6,101	0,000	-6,00	0,52	6,30	6,02	8,72
28	90020012	14,266	4,635	0,000	-6,39	0,23	7,06	6,39	9,53
29	90020013	14,672	3,119	0,000	-6,75	0,85	7,53	6,80	10,15
30	90020014	14,918	1,568	0,000	-6,88	0,46	7,95	6,90	10,52
31	99000003	15,000	0,000	0,000	-7,09	0,00	8,27	7,09	10,89
32	90030001	14,918	-1,568	0,000	-6,88	-0,46	7,95	6,90	10,52
33	90030002	14,672	-3,119	0,000	-6,75	-0,85	7,53	6,80	10,15
34	90030003	14,266	-4,635	0,000	-6,39	-0,23	7,07	6,39	9,53
35	90030004	13,703	-6,101	0,000	-6,00	-0,52	6,30	6,02	8,72
36	90030005	12,990	-7,500	0,000	-5,80	-0,24	5,85	5,80	8,24
37	90030006	12,135	-8,817	0,000	-4,72	0,41	4,92	4,74	6,83
38	90030007	11,147	-10,037	0,000	-3,86	1,12	4,47	4,02	6,01
39	90030008	10,037	-11,147	0,000	-3,31	1,63	4,25	3,69	5,63
40	90030009	8,817	-12,135	0,000	-2,27	2,43	4,11	3,33	5,29
41	90030010	7,500	-12,990	0,000	-1,22	3,40	4,40	3,61	5,69
42	90030011	6,101	-13,703	0,000	-0,49	3,79	4,61	3,82	5,99
43	90030012	4,635	-14,266	0,000	-0,59	4,20	5,19	4,24	6,70
44	90030013	3,119	-14,672	0,000	0,61	4,62	5,48	4,66	7,19
45	90030014	1,568	-14,918	0,000	0,34	4,75	5,87	4,76	7,56

LK 7: LF7 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF7: Innenmembrane									
46	99000004	0,000	-15,000	0,000	0,00	4,90	6,13	4,90	7,85
47	90040001	-1,568	-14,918	0,000	-0,34	4,75	5,87	4,76	7,56
48	90040002	-3,119	-14,672	0,000	-0,62	4,62	5,48	4,66	7,19
49	90040003	-4,635	-14,266	0,000	0,59	4,20	5,19	4,24	6,70
50	90040004	-6,101	-13,703	0,000	0,49	3,79	4,61	3,82	5,99
51	90040005	-7,500	-12,990	0,000	1,22	3,40	4,40	3,61	5,69
52	90040006	-8,817	-12,135	0,000	2,27	2,43	4,11	3,33	5,29
53	90040007	-10,037	-11,147	0,000	3,31	1,63	4,24	3,69	5,62
54	90040008	-11,147	-10,037	0,000	3,86	1,13	4,47	4,02	6,01
55	90040009	-12,135	-8,817	0,000	4,72	0,41	4,92	4,74	6,83
56	90040010	-12,990	-7,500	0,000	5,80	-0,23	5,84	5,80	8,23
57	90040011	-13,703	-6,101	0,000	6,00	-0,52	6,30	6,02	8,72
58	90040012	-14,266	-4,635	0,000	6,39	-0,23	7,06	6,39	9,53
59	90040013	-14,672	-3,119	0,000	6,75	-0,85	7,53	6,80	10,15
60	90040014	-14,918	-1,568	0,000	6,88	-0,46	7,95	6,90	10,52
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**340,74**	**299,15**	
LF8: Gurtlage									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-12,82	0,99	12,82	12,86
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-1,34	-12,75	0,99	12,82	12,86
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-2,67	-12,55	0,99	12,83	12,87
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-3,96	-12,20	0,99	12,83	12,86
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-5,22	-11,72	0,99	12,83	12,87
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-6,41	-11,10	0,99	12,82	12,86
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-7,54	-10,38	0,99	12,83	12,87
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-8,58	-9,53	0,99	12,82	12,86
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-9,53	-8,58	0,99	12,82	12,86
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-10,38	-7,54	0,99	12,83	12,87
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-11,10	-6,41	0,99	12,82	12,86
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-11,72	-5,22	0,99	12,83	12,87

LK 7: LF7 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF8: Gurtlage									
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-12,20	-3,96	0,99	12,83	12,86
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-12,55	-2,67	0,99	12,83	12,87
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-12,75	-1,34	0,99	12,82	12,86
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-12,82	0,00	0,99	12,82	12,86
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	12,82	0,99	12,82	12,86
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	1,34	12,75	0,99	12,82	12,86
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	2,67	12,55	0,99	12,83	12,87
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	3,96	12,20	0,99	12,83	12,86
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	5,22	11,72	0,99	12,83	12,87
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	6,41	11,10	0,99	12,82	12,86
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	7,54	10,38	0,99	12,83	12,87
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	8,58	9,53	0,99	12,82	12,86
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	9,53	8,58	0,99	12,82	12,86
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	10,38	7,54	0,99	12,83	12,87
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	11,10	6,41	0,99	12,82	12,86
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	11,72	5,22	0,99	12,83	12,87
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	12,20	3,96	0,99	12,83	12,86
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	12,55	2,67	0,99	12,83	12,87
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	12,75	1,34	0,99	12,82	12,86
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**59,40**	**769,51**	

LK7: LF7+LF8 (Innenmembrane+ Gurtlage)									
1	99000001	-15,000	0,000	0,000	19,91	0,00	9,26	19,91	21,96
2	90010001	-14,918	1,568	0,000	19,63	-0,88	8,94	19,65	21,59
3	90010002	-14,672	3,119	0,000	19,30	-1,82	8,52	19,39	21,18
4	90010003	-14,266	4,635	0,000	18,59	-3,73	8,06	18,96	20,60
5	90010004	-13,703	6,101	0,000	17,72	-4,70	7,29	18,33	19,73
6	90010005	-12,990	7,500	0,000	16,90	-6,17	6,84	17,99	19,25
7	90010006	-12,135	8,817	0,000	15,10	-7,95	5,91	17,06	18,06
8	90010007	-11,147	10,037	0,000	13,39	-9,70	5,46	16,53	17,41
9	90010008	-10,037	11,147	0,000	11,89	-11,16	5,24	16,31	17,13

LK 7: LF7 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK7: LF7+LF8 (Innenmembrane+ Gurtlage)									
10	90010009	-8,817	12,135	0,000	9,81	-12,81	5,10	16,13	16,92
11	90010010	-7,500	12,990	0,000	7,63	-14,50	5,39	16,38	17,25
12	90010011	-6,101	13,703	0,000	5,71	-15,51	5,60	16,53	17,45
13	90010012	-4,635	14,266	0,000	4,55	-16,40	6,18	17,02	18,11
14	90010013	-3,119	14,672	0,000	2,06	-17,17	6,47	17,29	18,46
15	90010014	-1,568	14,918	0,000	1,00	-17,50	6,86	17,53	18,82
16	99000002	0,000	15,000	0,000	0,00	-17,72	7,12	17,72	19,10
17	90020001	1,568	14,918	0,000	-1,00	-17,50	6,86	17,53	18,82
18	90020002	3,119	14,672	0,000	-2,05	-17,17	6,47	17,29	18,46
19	90020003	4,635	14,266	0,000	-4,55	-16,40	6,18	17,02	18,11
20	90020004	6,101	13,703	0,000	-5,71	-15,51	5,60	16,53	17,45
21	90020005	7,500	12,990	0,000	-7,63	-14,50	5,39	16,38	17,25
22	90020006	8,817	12,135	0,000	-9,81	-12,81	5,10	16,13	16,92
23	90020007	10,037	11,147	0,000	-11,89	-11,16	5,23	16,31	17,13
24	90020008	11,147	10,037	0,000	-13,39	-9,71	5,46	16,54	17,42
25	90020009	12,135	8,817	0,000	-15,10	-7,95	5,91	17,06	18,06
26	90020010	12,990	7,500	0,000	-16,90	-6,18	6,83	17,99	19,25
27	90020011	13,703	6,101	0,000	-17,72	-4,70	7,29	18,33	19,73
28	90020012	14,266	4,635	0,000	-18,59	-3,73	8,05	18,96	20,60
29	90020013	14,672	3,119	0,000	-19,30	-1,82	8,52	19,39	21,18
30	90020014	14,918	1,568	0,000	-19,63	-0,88	8,94	19,65	21,59
31	99000003	15,000	0,000	0,000	-19,91	0,00	9,26	19,91	21,96
32	90030001	14,918	-1,568	0,000	-19,63	0,88	8,94	19,65	21,59
33	90030002	14,672	-3,119	0,000	-19,30	1,82	8,52	19,39	21,18
34	90030003	14,266	-4,635	0,000	-18,59	3,73	8,06	18,96	20,60
35	90030004	13,703	-6,101	0,000	-17,72	4,70	7,29	18,33	19,73
36	90030005	12,990	-7,500	0,000	-16,90	6,17	6,84	17,99	19,25
37	90030006	12,135	-8,817	0,000	-15,10	7,95	5,91	17,06	18,06
38	90030007	11,147	-10,037	0,000	-13,39	9,70	5,46	16,53	17,41
39	90030008	10,037	-11,147	0,000	-11,89	11,16	5,24	16,31	17,13
40	90030009	8,817	-12,135	0,000	-9,81	12,81	5,10	16,13	16,92
41	90030010	7,500	-12,990	0,000	-7,63	14,50	5,39	16,38	17,25
42	90030011	6,101	-13,703	0,000	-5,71	15,51	5,60	16,53	17,45
43	90030012	4,635	-14,266	0,000	-4,55	16,40	6,18	17,02	18,11
44	90030013	3,119	-14,672	0,000	-2,06	17,17	6,47	17,29	18,46
45	90030014	1,568	-14,918	0,000	-1,00	17,50	6,86	17,53	18,82
46	99000004	0,000	-15,000	0,000	0,00	17,72	7,12	17,72	19,10
47	90040001	-1,568	-14,918	0,000	1,00	17,50	6,86	17,53	18,82
48	90040002	-3,119	-14,672	0,000	2,05	17,17	6,47	17,29	18,46
49	90040003	-4,635	-14,266	0,000	4,55	16,40	6,18	17,02	18,11
50	90040004	-6,101	-13,703	0,000	5,71	15,51	5,60	16,53	17,45
51	90040005	-7,500	-12,990	0,000	7,63	14,50	5,39	16,38	17,25
52	90040006	-8,817	-12,135	0,000	9,81	12,81	5,10	16,13	16,92
53	90040007	-10,037	-11,147	0,000	11,89	11,16	5,23	16,31	17,13
54	90040008	-11,147	-10,037	0,000	13,39	9,71	5,46	16,54	17,42

LK 7: LF7 + LF 8

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LK7: LF7+LF8 (Innenmembrane+ Gurtlage)									
55	90040009	-12,135	-8,817	0,000	15,10	7,95	5,91	17,06	18,06
56	90040010	-12,990	-7,500	0,000	16,90	6,18	6,83	17,99	19,25
57	90040011	-13,703	-6,101	0,000	17,72	4,70	7,29	18,33	19,73
58	90040012	-14,266	-4,635	0,000	18,59	3,73	8,05	18,96	20,60
59	90040013	-14,672	-3,119	0,000	19,30	1,82	8,52	19,39	21,18
60	90040014	-14,918	-1,568	0,000	19,63	0,88	8,94	19,65	21,59
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,00**	**400,14**	**1055,73**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	12,70 kN/m	(LK 7: LF 7 + LF 8)
	vertikal	a_v=	5,91 kN/m	(LK 7: LF 7 + LF 8)

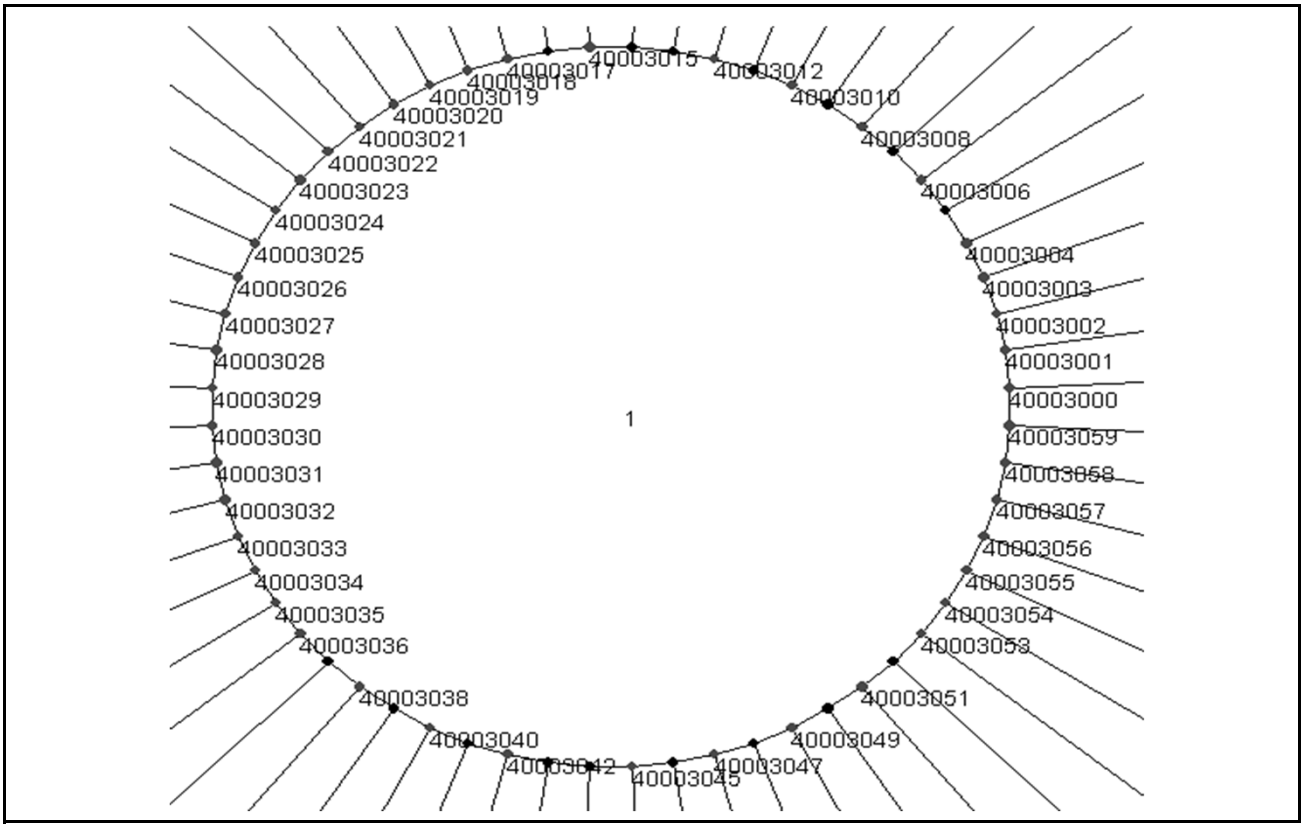
Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	10,29 kN/m	(LK 7: LF 7 + LF 8)
	vertikal	a_v=	3,25 kN/m	(LK 7: LF 7 + LF 8)

6.8 Gurtlasten zur Hochpunktberechnung

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF10: Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten (Kräfte am Hochpunktring)									
43000	40003000	0,749	0,039	2,000	28,01	1,47	-8,09	28,05	29,19
43001	40003001	0,741	0,117	2,000	27,53	4,36	-8,00	27,87	29,00
43002	40003002	0,724	0,194	2,000	26,97	7,23	-8,03	27,92	29,05
43003	40003003	0,700	0,269	2,000	26,07	10,00	-8,03	27,92	29,05
43004	40003004	0,668	0,341	2,000	24,84	12,65	-8,01	27,88	29,00
43005	40003005	0,629	0,409	2,000	23,42	15,21	-8,03	27,93	29,06
43006	40003006	0,583	0,472	2,000	21,67	17,55	-7,99	27,89	29,01
43007	40003007	0,530	0,530	2,000	19,71	19,71	-8,04	27,87	29,01
43008	40003008	0,472	0,583	2,000	17,55	21,67	-7,99	27,89	29,01
43009	40003009	0,409	0,629	2,000	15,21	23,42	-8,03	27,93	29,06
43010	40003010	0,341	0,668	2,000	12,65	24,84	-8,01	27,88	29,00
43011	40003011	0,269	0,700	2,000	10,00	26,07	-8,03	27,92	29,05
43012	40003012	0,194	0,724	2,000	7,23	26,97	-8,03	27,92	29,05
43013	40003013	0,117	0,741	2,000	4,36	27,53	-8,00	27,87	29,00
43014	40003014	0,039	0,749	2,000	1,46	27,92	-8,05	27,96	29,09
43015	40003015	-0,039	0,749	2,000	-1,46	27,87	-8,01	27,91	29,03
43016	40003016	-0,117	0,741	2,000	-4,36	27,53	-8,00	27,87	29,00
43017	40003017	-0,194	0,724	2,000	-7,23	26,97	-8,03	27,92	29,05
43018	40003018	-0,269	0,700	2,000	-10,00	26,07	-8,03	27,92	29,05
43019	40003019	-0,341	0,668	2,000	-12,65	24,84	-8,01	27,88	29,00
43020	40003020	-0,409	0,629	2,000	-15,21	23,42	-8,03	27,93	29,06
43021	40003021	-0,472	0,583	2,000	-17,55	21,67	-7,99	27,89	29,01
43022	40003022	-0,530	0,530	2,000	-19,71	19,71	-8,04	27,87	29,01
43023	40003023	-0,583	0,472	2,000	-21,67	17,55	-7,99	27,89	29,01
43024	40003024	-0,629	0,409	2,000	-23,42	15,21	-8,03	27,93	29,06
43025	40003025	-0,668	0,341	2,000	-24,84	12,65	-8,01	27,88	29,00
43026	40003026	-0,700	0,269	2,000	-26,07	10,00	-8,03	27,92	29,05
43027	40003027	-0,724	0,194	2,000	-26,97	7,23	-8,03	27,92	29,05
43028	40003028	-0,741	0,117	2,000	-27,53	4,36	-8,00	27,87	29,00
43029	40003029	-0,749	0,039	2,000	-27,92	1,46	-8,05	27,96	29,09
43030	40003030	-0,749	-0,039	2,000	-27,87	-1,46	-8,01	27,91	29,03
43031	40003031	-0,741	-0,117	2,000	-27,53	-4,36	-8,00	27,87	29,00
43032	40003032	-0,724	-0,194	2,000	-26,97	-7,23	-8,03	27,92	29,05
43033	40003033	-0,700	-0,269	2,000	-26,07	-10,00	-8,03	27,92	29,05
43034	40003034	-0,668	-0,341	2,000	-24,84	-12,65	-8,01	27,88	29,00
43035	40003035	-0,629	-0,409	2,000	-23,42	-15,21	-8,03	27,93	29,06
43036	40003036	-0,583	-0,472	2,000	-21,67	-17,55	-7,99	27,89	29,01
43037	40003037	-0,530	-0,530	2,000	-19,71	-19,71	-8,04	27,87	29,01
43038	40003038	-0,472	-0,583	2,000	-17,55	-21,67	-7,99	27,89	29,01
43039	40003039	-0,409	-0,629	2,000	-15,21	-23,42	-8,03	27,93	29,06
43040	40003040	-0,341	-0,668	2,000	-12,65	-24,84	-8,01	27,88	29,00
43041	40003041	-0,269	-0,700	2,000	-10,00	-26,07	-8,03	27,92	29,05
43042	40003042	-0,194	-0,724	2,000	-7,23	-26,97	-8,03	27,92	29,05
43043	40003043	-0,117	-0,741	2,000	-4,36	-27,53	-8,00	27,87	29,00
43044	40003044	-0,039	-0,749	2,000	-1,46	-27,92	-8,05	27,96	29,09

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF10: Gurtlage bei Unterdruckbelastung auf den Gurten (Kräfte am Hochpunktring)									
43045	40003045	0,039	-0,749	2,000	1,46	-27,87	-8,01	27,91	29,03
43046	40003046	0,117	-0,741	2,000	4,36	-27,53	-8,00	27,87	29,00
43047	40003047	0,194	-0,724	2,000	7,23	-26,97	-8,03	27,92	29,05
43048	40003048	0,269	-0,700	2,000	10,00	-26,07	-8,03	27,92	29,05
43049	40003049	0,341	-0,668	2,000	12,65	-24,84	-8,01	27,88	29,00
43050	40003050	0,409	-0,629	2,000	15,21	-23,42	-8,03	27,93	29,06
43051	40003051	0,472	-0,583	2,000	17,55	-21,67	-7,99	27,89	29,01
43052	40003052	0,530	-0,530	2,000	19,71	-19,71	-8,04	27,87	29,01
43053	40003053	0,583	-0,472	2,000	21,67	-17,55	-7,99	27,89	29,01
43054	40003054	0,629	-0,409	2,000	23,42	-15,21	-8,03	27,93	29,06
43055	40003055	0,668	-0,341	2,000	24,84	-12,65	-8,01	27,88	29,00
43056	40003056	0,700	-0,269	2,000	26,07	-10,00	-8,03	27,92	29,05
43057	40003057	0,724	-0,194	2,000	26,97	-7,23	-8,03	27,92	29,05
43058	40003058	0,741	-0,117	2,000	27,53	-4,36	-8,00	27,87	29,00
43059	40003059	0,749	-0,039	2,000	27,78	-1,46	-7,97	27,82	28,94
				Summe [kN]:	**0,00**	**0,01**	**-481,12**	**1674,19**	

Punktnummerierung Hochpunkt (Fofinr.):



6.9 LK 9: LF 10

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF10: Gurtlage bei außerplanmäßiger Belastung aus Schnee									
1	99000001	-20,000	0,000	0,000	27,91	0,00	-6,72	27,91	28,71
2	90010001	-19,890	2,091	0,000	27,73	-2,91	-6,70	27,88	28,68
3	90010002	-19,563	4,158	0,000	27,25	-5,79	-6,70	27,86	28,65
4	90010003	-19,021	6,180	0,000	26,52	-8,62	-6,71	27,89	28,68
5	90010004	-18,271	8,135	0,000	25,46	-11,33	-6,71	27,87	28,66
6	90010005	-17,321	10,000	0,000	24,14	-13,94	-6,70	27,88	28,67
7	90010006	-16,180	11,756	0,000	22,56	-16,38	-6,71	27,88	28,68
8	90010007	-14,863	13,383	0,000	20,70	-18,64	-6,69	27,86	28,65
9	90010008	-13,383	14,863	0,000	18,64	-20,70	-6,69	27,86	28,65
10	90010009	-11,756	16,180	0,000	16,38	-22,56	-6,71	27,88	28,68
11	90010010	-10,000	17,321	0,000	13,94	-24,14	-6,70	27,88	28,67
12	90010011	-8,135	18,271	0,000	11,33	-25,46	-6,71	27,87	28,66
13	90010012	-6,180	19,021	0,000	8,62	-26,52	-6,71	27,89	28,68
14	90010013	-4,158	19,563	0,000	5,79	-27,25	-6,70	27,86	28,65
15	90010014	-2,091	19,890	0,000	2,91	-27,70	-6,69	27,85	28,64
16	99000002	0,000	20,000	0,000	0,00	-27,91	-6,72	27,91	28,71
17	90020001	2,091	19,890	0,000	-2,91	-27,73	-6,70	27,88	28,68
18	90020002	4,158	19,563	0,000	-5,79	-27,25	-6,70	27,86	28,65
19	90020003	6,180	19,021	0,000	-8,62	-26,52	-6,71	27,89	28,68
20	90020004	8,135	18,271	0,000	-11,33	-25,46	-6,71	27,87	28,66
21	90020005	10,000	17,321	0,000	-13,94	-24,14	-6,70	27,88	28,67
22	90020006	11,756	16,180	0,000	-16,38	-22,56	-6,71	27,88	28,68
23	90020007	13,383	14,863	0,000	-18,64	-20,70	-6,69	27,86	28,65
24	90020008	14,863	13,383	0,000	-20,70	-18,64	-6,69	27,86	28,65
25	90020009	16,180	11,756	0,000	-22,56	-16,38	-6,71	27,88	28,68
26	90020010	17,321	10,000	0,000	-24,14	-13,94	-6,70	27,88	28,67
27	90020011	18,271	8,135	0,000	-25,46	-11,33	-6,71	27,87	28,66
28	90020012	19,021	6,180	0,000	-26,52	-8,62	-6,71	27,89	28,68
29	90020013	19,563	4,158	0,000	-27,25	-5,79	-6,70	27,86	28,65
30	90020014	19,890	2,091	0,000	-27,77	-2,91	-6,73	27,92	28,72
31	99000003	20,000	0,000	0,000	-27,91	-0,01	-6,72	27,91	28,71
32	90030001	19,890	-2,091	0,000	-27,66	2,91	-6,67	27,81	28,60
33	90030002	19,563	-4,158	0,000	-27,25	5,79	-6,70	27,86	28,65
34	90030003	19,021	-6,180	0,000	-26,52	8,62	-6,71	27,89	28,68
35	90030004	18,271	-8,135	0,000	-25,46	11,33	-6,71	27,87	28,66
36	90030005	17,321	-10,000	0,000	-24,14	13,94	-6,70	27,88	28,67
37	90030006	16,180	-11,756	0,000	-22,56	16,38	-6,71	27,88	28,68
38	90030007	14,863	-13,383	0,000	-20,70	18,64	-6,69	27,86	28,65
39	90030008	13,383	-14,863	0,000	-18,64	20,70	-6,69	27,86	28,65
40	90030009	11,756	-16,180	0,000	-16,38	22,56	-6,71	27,88	28,68
41	90030010	10,000	-17,321	0,000	-13,94	24,14	-6,70	27,88	28,67
42	90030011	8,135	-18,271	0,000	-11,33	25,46	-6,71	27,87	28,66
43	90030012	6,180	-19,021	0,000	-8,62	26,52	-6,71	27,89	28,68
44	90030013	4,158	-19,563	0,000	-5,79	27,25	-6,70	27,86	28,65
45	90030014	2,091	-19,890	0,000	-2,91	27,70	-6,69	27,85	28,64

LK 9: LF 10

Pkt.Nr.	Fofinr.	Koordinaten			Auflagerlasten			Resultierende	
		x [m]	y [m]	z [m]	A_x [kN]	A_y [kN]	A_z [kN]	$A_{h,res}$ [kN]	A_{res} [kN]
LF10: Gurtlage bei außerplanmäßiger Belastung aus Schnee									
46	99000004	0,000	-20,000	0,000	0,00	27,91	-6,72	27,91	28,71
47	90040001	-2,091	-19,890	0,000	2,91	27,73	-6,70	27,88	28,68
48	90040002	-4,158	-19,563	0,000	5,79	27,25	-6,70	27,86	28,65
49	90040003	-6,180	-19,021	0,000	8,62	26,52	-6,71	27,89	28,68
50	90040004	-8,135	-18,271	0,000	11,33	25,46	-6,71	27,87	28,66
51	90040005	-10,000	-17,321	0,000	13,94	24,14	-6,70	27,88	28,67
52	90040006	-11,756	-16,180	0,000	16,38	22,56	-6,71	27,88	28,68
53	90040007	-13,383	-14,863	0,000	18,64	20,70	-6,69	27,86	28,65
54	90040008	-14,863	-13,383	0,000	20,70	18,64	-6,69	27,86	28,65
55	90040009	-16,180	-11,756	0,000	22,56	16,38	-6,71	27,88	28,68
56	90040010	-17,321	-10,000	0,000	24,14	13,94	-6,70	27,88	28,67
57	90040011	-18,271	-8,135	0,000	25,46	11,33	-6,71	27,87	28,66
58	90040012	-19,021	-6,180	0,000	26,52	8,62	-6,71	27,89	28,68
59	90040013	-19,563	-4,158	0,000	27,25	5,79	-6,70	27,86	28,65
60	90040014	-19,890	-2,091	0,000	27,70	2,91	-6,69	27,85	28,64
				Summe [kN]:	**0,00**	**-0,01**	**-402,21**	**1672,36**	

Maximale Streckenlast	horizontal	a_h=	-13,36	kN/m	(LK 9:LG 10)
	vertikal	a_v=	3,19	kN/m	(LK 9:LG 10)

Minimale Streckenlast	horizontal	a_h=	-13,30	kN/m	(LK 9:LG 10)
	vertikal	a_v=	3,22	kN/m	(LK 9:LG 10)

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

7. SCHNITTGRÖßEN+ EXTREMWERTE

Inhalt

Seite:

7.0 Vorbemerkungen 7 - 2

7.1 Extremwerte 7 - 2

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

7.0 Vorbemerkungen

Die Form der Membran ist anfangs etwas niedriger. Dies liegt daran, dass der Zuschnitt kompensiert wurde, um das spätere Kriechen des Materials auszugleichen. Ist der Prozess des Kriechens abgeschlossen, hat die Membran ihre geplante Höhe erreicht.

7.1 Extremwerte

	Fläche (Flächennaht)		Rand (Klemmrand)		Polkappe (verdoppelt)		Polkappe (unterh. Verd.)		Gurt
	Kette [kN/m]	Schuss [kN/m]	Kette [kN/m]	Schuss [kN/m]	Kette [kN/m]	Schuss [kN/m]	Kette [kN/m]	Schuss [kN/m]	[kN]
Membrane außen									
LF 1: EG + Pi	3,43	2,77	3,45	2,56	-	-	-	-	-
LF 2: EG + Pi erhöht	7,54	5,59	7,64	5,42	-	-	-	-	-
LF 3: EG+ Pi + W (0°)	11,88	12,14	12,05	12,32	-	-	-	-	-
LF 4: EG + Pi + W(45°)	13,39	9,87	13,57	10,01	-	-	-	-	-
LF 5: EG + Pi + S	3,60	3,53	4,85	4,75	-	-	-	-	-
max [kN/m]:	**13,39**	**12,14**	**13,57**	**12,32**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Membrane innen									
LF 6: EG + Pi	4,24	3,19	4,29	3,22	-	-	-	-	-
LF 7: EG + Pi erhöht	9,09	6,48	9,24	6,59	-	-	-	-	-
max [kN/m]:	**9,09**	**6,48**	**9,24**	**6,59**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Gurt									
LF 8: EG + Schwefel + V	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50
LF 9: EG+Schwefel+V+Pi+Pu	-	-	-	-	-	-	-	-	4,13
LF 10: EG+Schwefel+V+S	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61
max [kN]:									**5,61**

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

8. BEMESSUNG

Inhalt

Seite:

8.1	Dachmembrane aussen	8 - 2
8.2	Dachmembrane innen	8 - 6
8.3	Gurtlage	8 - 10

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

8.1 Dachmembrane aussen

Beanspruchung:

Ort/Detail:	Dauerlast [kN/m]	Art der Einwirkung [-]	Maximallast [kN/m]	Art der Einwirkung [-]	Richtung [-]
Flächennaht (FN):	2,77	Innendr.	12,14	Wind	Schuss
Klemmrand- Kette (KR,K):	3,45	Innendr.	13,57	Wind	Kette
Klemmrand- Schuss (KR,S):	2,56	Innendr.	12,32	Wind	Schuss

Dauer der Beanpspruchung:

Vorsp:	10^5 h
Schnee:	10^3 h
Wind:	10 h

gewählt:			
	Material:	PVC	beschichtetes Polyestergewebe
	Hersteller:		Indutex
	Typ:		**B71311** Classic 1100

Oberflächenbehandlung: Acryl

Materialfestigkeiten:

	Richtung					
Kurzzeitfestigkeit bei 23°C Mittelwert Mw (DIN EN ISO 1421)	Kette	$f_{u,kz23}$	[kN/m]	**130,00**	≙ 6500	[N/5cm]
Kurzzeitfestigkeit bei 23°C Mittelwert Mw (DIN EN ISO 1421)	Schuss	$f_{u,kz23}$	[kN/m]	**114,00**	≙ 5700	[N/5cm]

Bemessungskonzept

$$n_k \cdot \gamma_F \leq \frac{f_{u,kz\ 23°} \cdot f_s}{\gamma_M \cdot A_i\,(A_0 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3)}$$

n_k = charakteristische Beanspruchungen aus äusseren Lasten (Vorspannung, Wind +Schnee)

γ_F = Lastsicherheitsfaktor

$f_{u,kz\ 23°}$ = Kurzzeitzugfestigkeit des Materials gemäß DIN 53354 bzw. der gewählten Verbindungen (Mittelwert)

f_s = statistische Abminderung

γ_m = Materialsicherheit

A_i = Abminderungsfaktoren bzw deren Kombinationen

Die Regelkonformität entsprechend TRAS 120 des Membranmaterials ist vom Konfektionär verantwortlich zu prüfen. Ggf. ergänzende Prüfungen zur Erfüllung der Anforderungen sind vom Konfektionär verantwortlich vorzunehmen.

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

8.1.1 Flächennaht

Material:			PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:			B71311	Indutex	
Geweberichtung:			Schuss		
Beanspruchung:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,k}$	[kN/m]	2,77
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,k}$	[kN/m]	12,14
Art der Einwirkung					Wind
Lastsicherheitsbeiwert:			γ_f	[-]	1,65 (gem. TRAS 320)
Lastfall Dauerlast:		Design	$n_{t,d}$	[kN/m]	**4,5705**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		Design	$n_{0,d}$	[kN/m]	**20,031**
Materialfestigkeit:					
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**114,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung				[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**102,60**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:				[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):					1
Faktor für Mehrlagigkeit:					**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			$x_{kz,23}$	[kN/m]	**92,34**
Abminderungsfaktoren:					
für Biaxialverhalten:			A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h	(Vorspan)	A_{1v}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10 h	(Wind)	$A_{1,w}$	[-]	1,1
für Langzeitverhalten nach	10^3 h	(Schnee)	$A_{1,s}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:			A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):			A_3	[-]	1,3 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :			A_{3a}	[-]	1,15 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:			γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast			$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**4,49** (γ_mxA$_0$xA$_{1v}$xA$_2$xA$_3$)
Gesamtabminderung Maximallast			$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,73** (γmxA0xA1wxA2xA3a)
Beanspruchbarkeit:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**20,55**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**33,79**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:					
Auslastung Langzeitbelastung			$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,22** **OK**
Auslastung Kurzzeitbelastung			$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,59** **OK**
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)					
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**61,87**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:			erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**47,59**

8.1.2 Klemmrand

Material:			PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:			B71311	Indutex	
Geweberichtung:			Kette		
Beanspruchung:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,k}$	[kN/m]	3,45
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,k}$	[kN/m]	13,57
Art der Einwirkung					Wind
Lastsicherheitsbeiwert:			γ_f	[-]	1,65 (gem. TRAS 320)
Lastfall Dauerlast:	Design		$n_{t,d}$	[kN/m]	**5,6925**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):	Design		$n_{0,d}$	[kN/m]	**22,3905**
Materialfestigkeit:					
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**130,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung				[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**117,00**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:				[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):					1
Faktor für Mehrlagigkeit:					**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			$x_{kz,23}$	[kN/m]	**105,30**
Abminderungsfaktoren:					
für Biaxialverhalten:			A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h	(Vorspan)	A_{1v}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10 h	(Wind)	$A_{1,w}$	[-]	1,1
für Langzeitverhalten nach	10^3 h	(Schnee)	$A_{1,s}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:			A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):			A_3	[-]	1,1 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :			A_{3a}	[-]	1,1 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:			γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast			$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**3,80** (γmxA$_0$xA$_{1v}$xA$_2$xA$_3$)
Gesamtabminderung Maximallast			$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,61** (γmxA0xA1wxA2xA3)
Beanspruchbarkeit:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**27,70**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**40,29**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:					
Auslastung Langzeitbelastung			$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,21** **OK**
Auslastung Kurzzeitbelastung			$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,56** **OK**
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)					
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**58,52**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:			erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**53,20**

8.1.3 Klemmrand

Material:			PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:			B71311	Indutex	
Geweberichtung:			Schuss		
Beanspruchung:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,k}$	[kN/m]	2,56
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,k}$	[kN/m]	12,32
Art der Einwirkung					Wind
Lastsicherheitsbeiwert:			γ_f	[-]	1,65 (gem. TRAS 320)
Lastfall Dauerlast:	Design		$n_{t,d}$	[kN/m]	**4,224**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):	Design		$n_{0,d}$	[kN/m]	**20,328**
Materialfestigkeit:					
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**114,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung				[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**102,60**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:				[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):					1
Faktor für Mehrlagigkeit:					**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			$x_{kz,23}$	[kN/m]	**92,34**
Abminderungsfaktoren:					
für Biaxialverhalten:			A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h	(Vorspan)	A_{1v}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10 h	(Wind)	$A_{1,w}$	[-]	1,1
für Langzeitverhalten nach	10^3 h	(Schnee)	$A_{1,s}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:			A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):			A_3	[-]	1,1 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :			A_{3a}	[-]	1,1 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:			γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast			$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**3,80** (γmxA$_0$xA$_{1v}$xA$_2$xA$_3$)
Gesamtabminderung Maximallast			$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,61** (γmxA0xA1wxA2xA3)
Beanspruchbarkeit:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**24,29**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**35,33**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:					
Auslastung Langzeitbelastung			$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,17** **OK**
Auslastung Kurzzeitbelastung			$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,58** **OK**
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)					
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**53,13**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:			erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**48,30**

8.2 Dachmembrane innen

Beanspruchung:

Ort/Detail:	Dauerlast [kN/m]	Art der Einwirkung [-]	Maximallast [kN/m]	Art der Einwirkung [-]	Richtung [-]
Flächennaht (FN):	3,19	Innendr.	6,48	Pi erh.	Schuss
Klemmrand- Kette (KR,K):	4,29	Innendr.	9,24	Pi erh.	Kette
Klemmrand- Schuss (KR,S):	3,22	Innendr.	6,59	Pi erh.	Schuss

Dauer der Beanpspruchung: Pi: 10^5 h
Pi erhöht: 10^3 h

gewählt:	Material:	PVC	beschichtetes Polyestergewebe
	Hersteller:		Indutex
	Typ:		**B71180** Classic 800

Oberflächenbehandlung: Acryl

Materialfestigkeiten:

	Richtung					
Kurzzeitfestigkeit bei 23°C Mittelwert Mw (DIN EN ISO 1421)	Kette	$f_{u,kz23}$	[kN/m]	**68,00**	≙ 3400	[N/5cm]
Kurzzeitfestigkeit bei 23°C Mittelwert Mw (DIN EN ISO 1421)	Schuss	$f_{u,kz23}$	[kN/m]	**60,00**	≙ 3000	[N/5cm]

Bemessungskonzept

$$n_k \cdot \gamma_F \leq \frac{f_{u,kz\ 23°} \cdot f_s}{\gamma_M \cdot A_i\,(A_0 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3)}$$

n_k = charakteristische Beanspruchungen aus äusseren Lasten (Vorspannung, Wind +Schnee)

γ_F = Lastsicherheitsfaktor

$f_{u,kz\ 23°}$ = Kurzzeitzugfestigkeit des Materials gemäß DIN 53354 bzw. der gewählten Verbindungen (Mittelwert)

f_s = statistische Abminderung

γ_m = Materialsicherheit

A_i = Abminderungsfaktoren bzw deren Kombinationen

Die Regelkonformität entsprechend TRAS 120 des Membranmaterials ist vom Konfektionär verantwortlich zu prüfen. Ggf. ergänzende Prüfungen zur Erfüllung der Anforderungen sind vom Konfektionär verantwortlich vorzunehmen.

8.2.1 Flächennaht

Material:			PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:			B71180	Indutex	
Geweberichtung:			Schuss		
Beanspruchung:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,k}$	[kN/m]	3,19
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,k}$	[kN/m]	6,48
Art der Einwirkung					Pi erh.
Lastsicherheitsbeiwert:			γ_f	[-]	1,5
Lastfall Dauerlast:		Design	$n_{t,d}$	[kN/m]	**4,785**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		Design	$n_{0,d}$	[kN/m]	**9,72**
Materialfestigkeit:					
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**60,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung				[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)			$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**54,00**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:				[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):					1
Faktor für Mehrlagigkeit:					**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			$x_{kz,23}$	[kN/m]	**48,60**
Abminderungsfaktoren:					
für Biaxialverhalten:			A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h (Pi)		A_{1pi}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10^3 h (Pi erhöht)		$A_{1,pi+}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:			A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):			A_3	[-]	1,3 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :			A_{3ia}	[-]	1,15 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:			γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast			$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**4,49** (γ_{mi}xA$_{0i}$xA$_{1pi}$xA$_{2i}$xA$_{3i}$)
Gesamtabminderung Maximallast			$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,98** $_{mi}$xA$_{0i}$xA$_{1pi+}$xA$_{2i}$xA$_{3ia}$)
Beanspruchbarkeit:					
Lastfall Dauerlast:			$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**10,82**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):			$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**16,30**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:					
Auslastung Langzeitbelastung			$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,44** OK
Auslastung Kurzzeitbelastung			$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,60** OK
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)					
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:			erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**32,75**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:			erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**25,19**

8.2.2 Klemmrand

Material:		PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:		B71180	Indutex	
Geweberichtung:		Kette		
Beanspruchung:				
Lastfall Dauerlast:		$n_{t,k}$	[kN/m]	4,29
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		$n_{0,k}$	[kN/m]	9,24
Art der Einwirkung				Pi erh.
Lastsicherheitsbeiwert:		γ_f	[-]	1,5
Lastfall Dauerlast:	Design	$n_{t,d}$	[kN/m]	**6,435**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):	Design	$n_{0,d}$	[kN/m]	**13,86**
Materialfestigkeit:				
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)		$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**68,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung			[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)		$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**61,20**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:			[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):				1
Faktor für Mehrlagigkeit:				**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:		$x_{kz,23}$	[kN/m]	**55,08**
Abminderungsfaktoren:				
für Biaxialverhalten:		A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h (Pi)	A_{1pi}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10^3 h (Pi erhöht)	$A_{1,pi+}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:		A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):		A_3	[-]	1,1 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :		A_{3ia}	[-]	1,1 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:		γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast		$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**3,80** ($\gamma_{mi} x A_{0i} x A_{1pi} x A_{2i} x A_{3i}$)
Gesamtabminderung Maximallast		$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,85** ($\gamma_{mi} x A_{0i} x A_{1pi+} x A_{2i} x A_{3ia}$)
Beanspruchbarkeit:				
Lastfall Dauerlast:		$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**14,49**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**19,32**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:				
Auslastung Langzeitbelastung		$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,44** OK
Auslastung Kurzzeitbelastung		$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,72** OK
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)				
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:		erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**39,52**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:		erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**35,93**

8.2.3 Klemmrand

Material:		PVC	beschichtetes Polyestergewebe	
Materialtyp / Hersteller:		B71180	Indutex	
Geweberichtung:		Schuss		
Beanspruchung:				
Lastfall Dauerlast:		$n_{t,k}$	[kN/m]	3,22
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		$n_{0,k}$	[kN/m]	6,59
Art der Einwirkung				Pi erh.
Lastsicherheitsbeiwert:		γ_f	[-]	1,5
Lastfall Dauerlast:	Design	$n_{t,d}$	[kN/m]	**4,83**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):	Design	$n_{0,d}$	[kN/m]	**9,885**
Materialfestigkeit:				
Gewebefestigkeit bei 23°C (Mw)		$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**60,00**
Abminderung Festigkeit der Verbindung			[-]	0,9
Festigkeit der Verbindung bei 23°C (Mw)		$f_{u,kz,23}$	[kN/m]	**54,00**
Faktor zur Berücksichtigung der Streuung:			[-]	0,9
Anzahl der Lagen (Verdopplung):				1
Faktor für Mehrlagigkeit:				**1**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:		$x_{kz,23}$	[kN/m]	**48,60**
Abminderungsfaktoren:				
für Biaxialverhalten:		A_0	[-]	1,2
für Langzeitverhalten nach	10^5 h (Pi)	A_{1pi}	[-]	1,6
für Langzeitverhalten nach	10^3 h (Pi erhöht)	$A_{1,pi+}$	[-]	1,2
für negative Umgebungseinflüsse:		A_2	[-]	1,2
für erhöhte Temperatur (80°C):		A_3	[-]	1,1 bei Dauerlast
für erhöhte Temperatur :		A_{3ia}	[-]	1,1 bei Maximallast
Materialsicherheitsbeiwert:		γ_m	[-]	1,5
Gesamtabminderung Dauerlast		$\gamma_m \times A_{tot,t}$	[-]	**3,80** ($\gamma_{mi} x A_{0i} x A_{1pi} x A_{2i} x A_{3i}$)
Gesamtabminderung Maximallast		$\gamma_m \times A_{tot,0}$	[-]	**2,85** ($\gamma_{mi} x A_{0i} x A_{1pi+} x A_{2i} x A_{3ia}$)
Beanspruchbarkeit:				
Lastfall Dauerlast:		$n_{t,Rd}$	[kN/m]	**12,78**
Lastfall Maximallast (kurzzeitig):		$n_{0,Rd}$	[kN/m]	**17,05**
Vergleich Beanspruchung - Beanspruchbarkeit:				
Auslastung Langzeitbelastung		$n_{t,d} / n_{t,Rd}$	[-]	**0,38** OK
Auslastung Kurzzeitbelastung		$n_{0,d} / n_{0,Rd}$	[-]	**0,58** OK
Erforderliche Versuchswerte (5%Fraktile)				
Nennfestigkeit der Verbindung bei 23 °C:		erf $x_{kz,23}$	[kN/m]	**28,18**
Nennfestigkeit der Verbindung bei 80 °C:		erf $x_{kz,80}$	[kN/m]	**25,62**

8.3 Gurtlage

Zugkraft im Gurt	S	[KN]	**5,61**	
Lastsicherheitsbeiwert	γ f	[-]	1,5	
Bemessungs - Zugkraft (g f x S)	Sd	[KN]	**8,42**	

gewählt:	Polyestergurt	Cordlash CW 105

Mindestbruchlast	min Fbr,1	[kN]	**23,0**	
im versuch erreichte Bruchlast		[kN]	25,25	
Steifigkeit gemäß Kraft-Dehnungsdiagramm		[kN]	160	
Steifigkeit mit Schwefelanlagerung (geschätzt)		[kN]	250	
Verbindung		Spannschloss Typ	**1**	RVS enkel
Ausführung		Edelstahl	1.4571	
Mindestbruchlast	min Fbr,2	[kN]	**40,0**	
im Versuch erreichte Bruchlast		[kN]	43,4	
Verbindung		Spannschloss Typ	**2**	RVS dubbel
Ausführung (est)		Edelstahl	1.4571	
Mindestbruchlast	min Fbr,3	[kN]	**40,0**	
im Versuch erreichte Bruchlast		[kN]	43,59	
Materialsicherheitsbeiwert	γ m	[-]	2,5	
Grenzzugkraft (minFbr,1 / g m)	grenz Z	[KN]	**9,20**	
Nachweis der Auslastung				
(Sd / grenz Z)	a	[-]	**0,91**	< 1,0 ok !

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

THERMOLOY

Documentation Cordstrap 8

Zwick

Polyesten-Band SW105

Parameter table:

Test reference	:	Strapping / lashing type	: CW105
Requested from	:	Width (mm)	:
Performed by	: PdW	Thickness (mm)	:
Type of test	: linear mit camera	Weight (g/m1)	:
Customer / Supplier	: Cordstrap	Buckle type	:
Machine data	: 100N5A WN:140630	Remarks	:
	Crosshead travel monitor WN:140630		
	Load cell ID:0 WN:140631 100 kN		
	Optical extensometer ID:3 WN:140633		

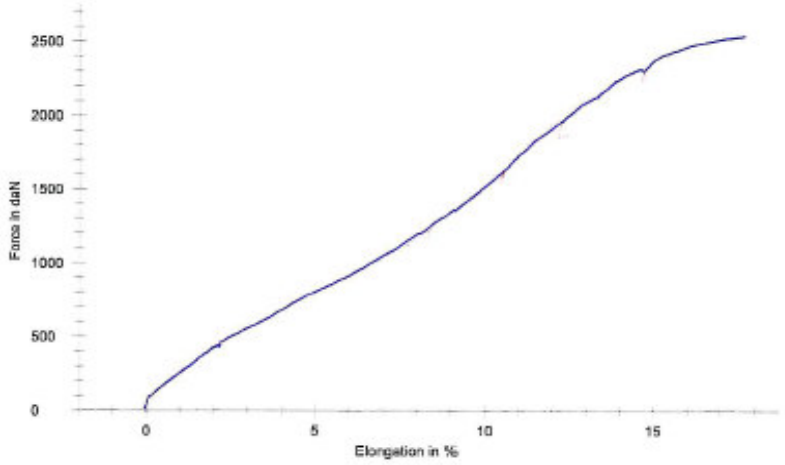
Results:

Nr	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
1	2531,09	18,74	2525,61	18,80

Statistics:

n = 1	Rm daN	ε Fmax. %	RB daN	ε Break %
x	2531,09	18,74	2525,61	18,80
s	-	-	-	-
v	-	-	-	-

Series graphics:



Zwick / cordstrap

Parameter table:

Test reference	: CW105 proof 4	Strapping / lashing type	: CW105
Requested from	: DP	Width (mm)	:
Performed by	: S.Straub	Thickness (mm)	:
Type of test	: Systeem	Weight (g/m1)	:
Customer / Supplier	:	Buckle type	: RVS enkel
Machine data	: 100N5A WN:140630 Crosshead travel monitor WN:140630 Load cell ID:0 WN:140631 100 kN	Remarks	: Spanschloss Typ I

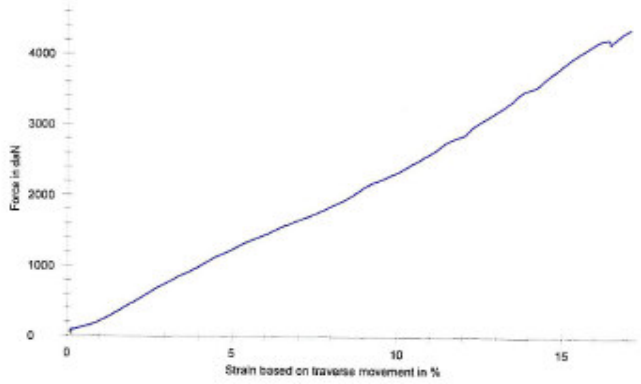
Results:

Nr	Rm daN	RB daN
1	4350,54	4349,24

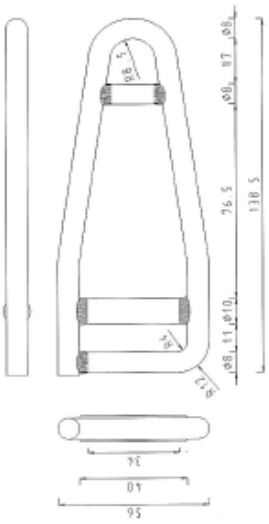
Statistics:

n = 1	Rm daN	RB daN
x	4350,54	4349,24
s	-	-
v	-	-

Series graphics:



SPANSCHLOSS Typ 1
WERKSTOF 1.4571
S.S. 316Ti



Zwick / cordstrap

Parameter table:

Test reference	: CW105	Strapping / lashing type	: CW105
Requested from	: DP	Width (mm)	:
Performed by	: S.Straub	Thickness (mm)	:
Type of test	: Systeem	Weight (g/m1)	:
Customer / Supplier	:	Buckle type	: RVS dubbel
Machine data	: 100N5A WN:140630 Crosshead travel monitor WN:140630 Load cell ID:0 WN:140631 100 kN	Remarks	: Spanschloss Typ II

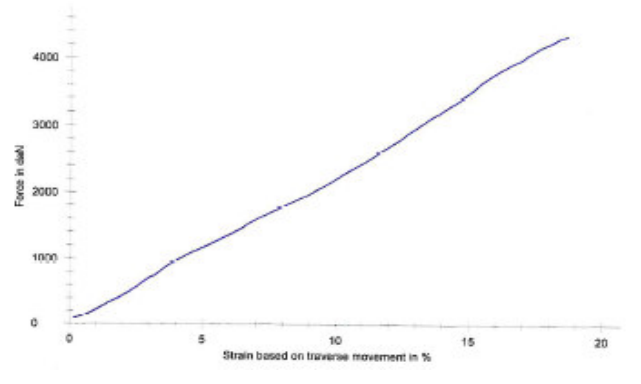
Results:

Nr	Rm daN	RB daN
1	4359,85	4359,85

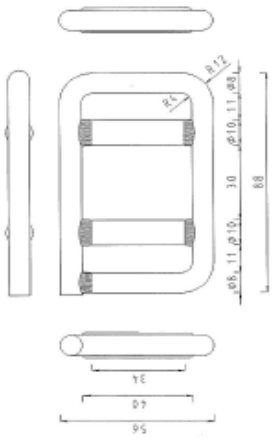
Statistics:

n = 1	Rm daN	RB daN
x	4359,85	4359,85
s	-	-
v	-	-

Series graphics:



SPANSCHLOSS Typ 2
WERKSTOF 1.4571
S.S. 316Ti



IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

if_group

TEIL II

2746 Abdeckung für Biogasbehälter
HOCHPUNKTSTÜTZE UND DETAILNACHWEISE

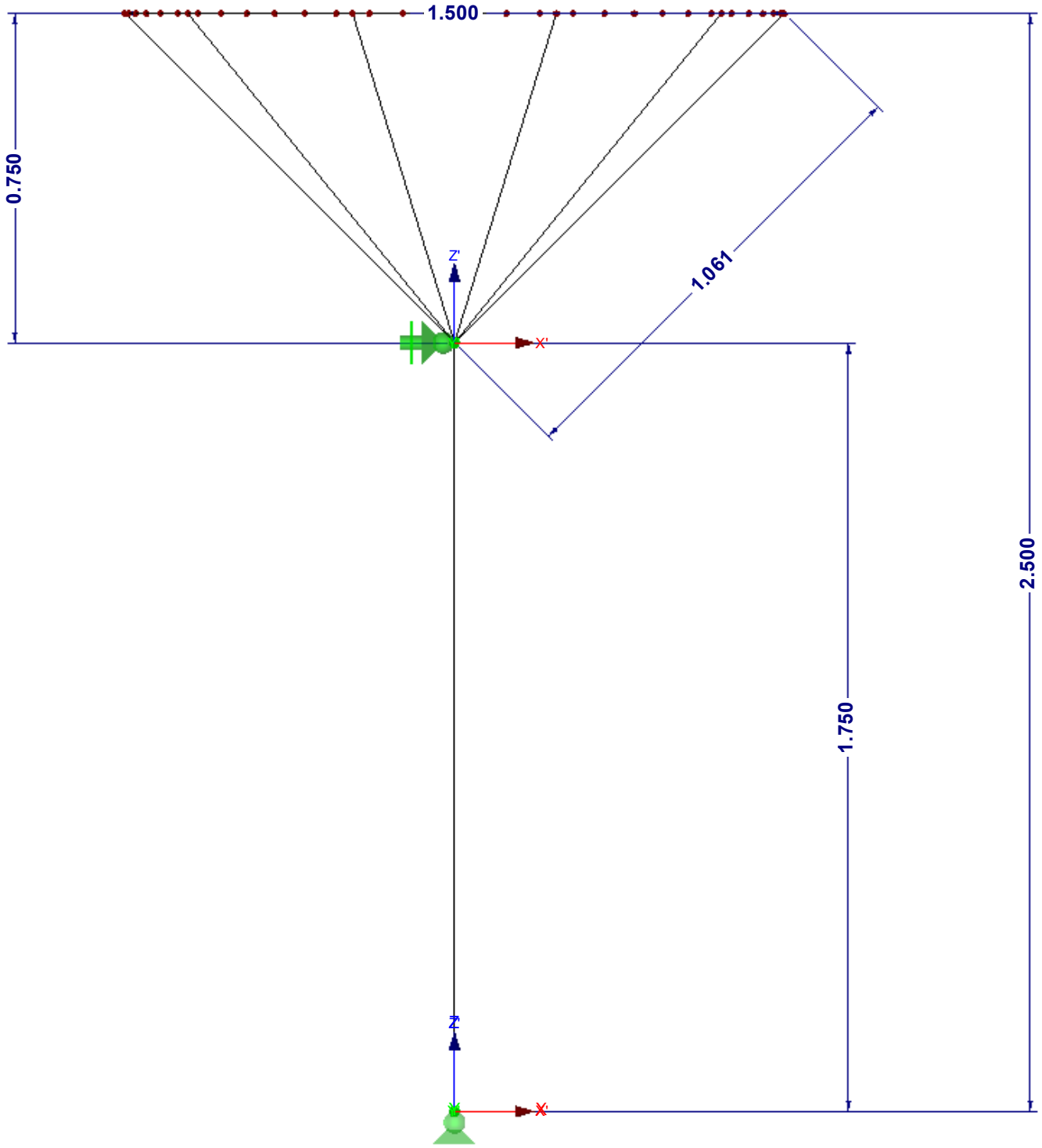
9. STÜTZENBERECHNUNG

INHALT

Grafik	Seitenansicht Kronringstütze/Side View/ Vue de côté, In Y-Richtung	2
Grafik	Draufsicht Kronring/Top View/ Vue en plan collier, Entgegen der Z-Richtung	3
	Modell-Basisangaben	4
1	**Modell**	
1.1	Knoten	5
Grafik	Knotennummerierung/ Numbering of nodes/ Numération des points, Entgegen der Z-Richtung	6
1.2	Materialien	7
Grafik	Material/ Material/ Matériaux, Isometrie	7
1.3	Querschnitte	8
Grafik	Querschnitte/ Cross sections/ Sections transversales, In Z-Richtung	8
Grafik	Querschnitte/ Cross sections/ Sections transversales, Isometrie	9
1.7	Stäbe	10
1.8	Knotenlager	11
2	**Lastfälle und Kombinationen**	
2.1	Lastfälle	12
2.5	Lastkombinationen	12
3	**Lasten**	
	LF2 - Gurtlasten - 3.1 Knotenlasten - Komponentenweise - Koordinatensystem	12
Grafik	LF2 - LF2: Gurtlasten/ Belt forces/ Forces pour bandes , Isometrie	13
	LF5 - Imperfektion - 3.4 Imperfektionen	14
Grafik	LF5 - LF5: Imperfektion/ Imperfections/ Imperfections, Isometrie	14
4	**Ergebnisse - Lastfälle, Lastkombinationen**	
4.0	Ergebnisse - Zusammenfassung	15
4.3	Querschnitte - Schnittgrößen	16
4.4	Knoten - Lagerkräfte	17
	STAHL EC3	
	FA1 - Bemessung nach Eurocode 3	
1.1	Basisangaben	17
1.1.1	Details	17
1.1.2	Nationaler Anhang	18
1.2	Materialien	19
1.3	Querschnitte	19
2.1	Nachweise lastfallweise	19
2.2	Nachweise querschnittsweise	19
	FA2 - Bemessung nach Eurocode 3-Stabilität	
1.1	Basisangaben	20
1.1.1	Details	20
1.1.2	Nationaler Anhang	21
1.2	Materialien	22
1.3	Querschnitte	22
1.5	Knicklängen - Stäbe	22
2.1	Nachweise lastfallweise	22
2.2	Nachweise querschnittsweise	22
3.3	Stabschlankheiten	22

SEITENANSICHT KRONRINGSTÜTZE/SIDE VIEW/ VUE DE CÔTÉ

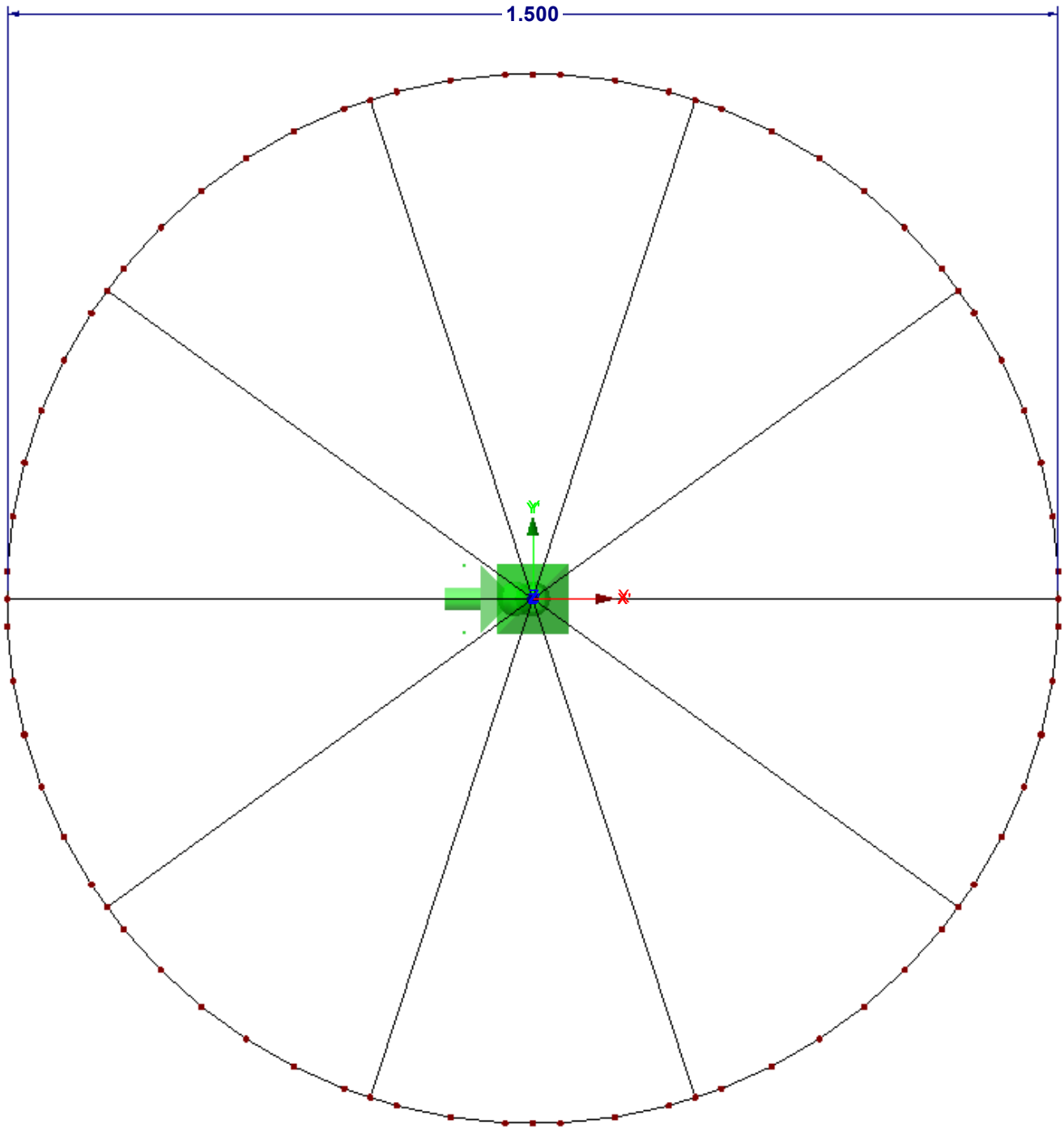
In Y-Richtung



0.279 m

DRAUFSICHT KRONRING/TOP VIEW/ VUE EN PLAN COLLIER

Entgegen der Z-Richtung



0.181 m

MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname	:	2746-Kronringstütze_Typ V
	Modelltyp	:	3D
	Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach oben
	Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: Ohne Nationaler Anhang: Kein
Optionen	☐ CQC-Regel anwenden		
	☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
	Erdbeschleunigung		
	g	:	10.00 m/s^2

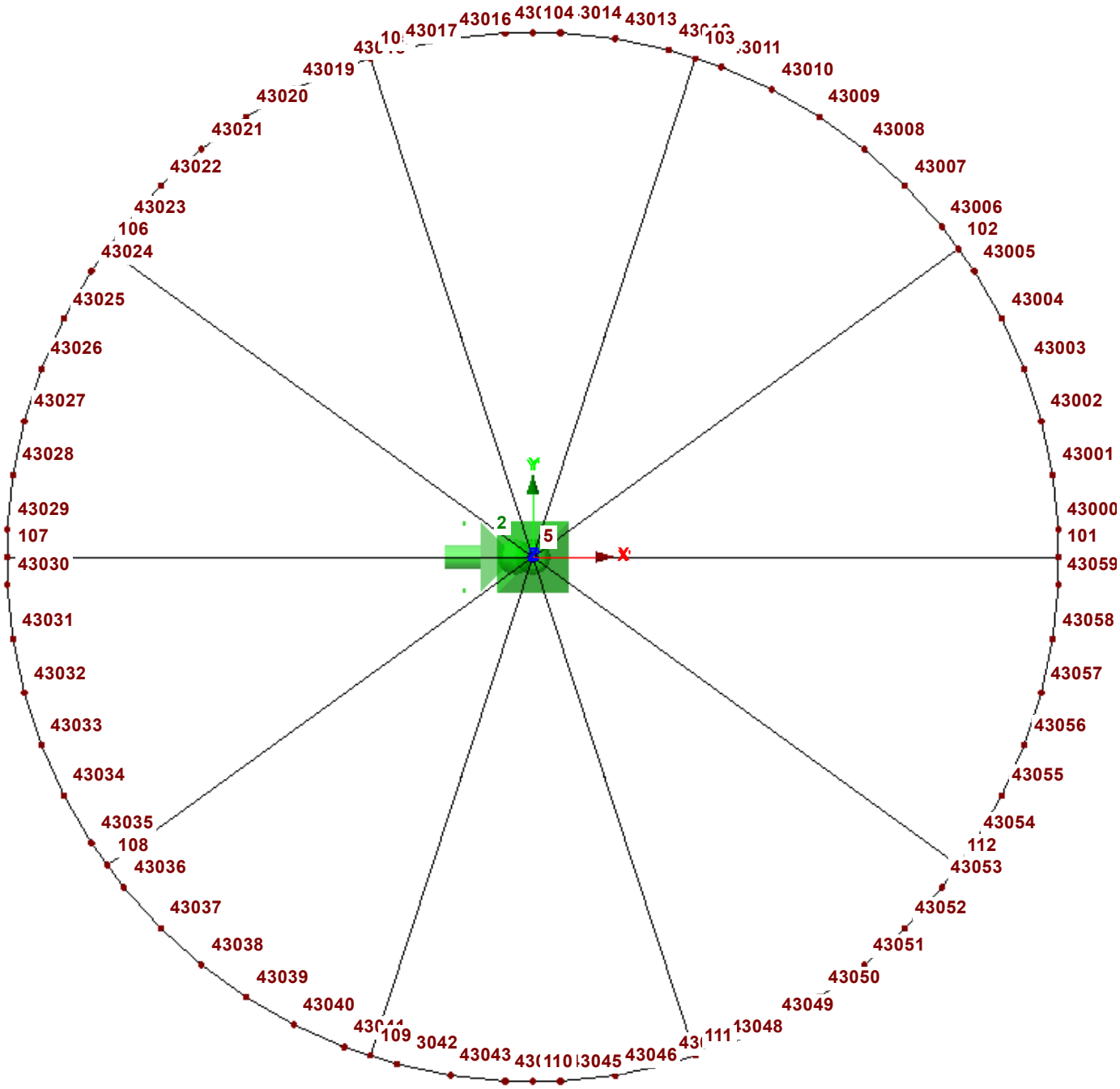
1.1 KNOTEN

Knoten Nr.	Bezugs-Knoten	Koordinaten-System	Knotenkoordinaten X [m]	Y [m]	Z [m]	Kommentar
1	-	Kartesisch	0.000	0.000	0.000	
4	-	Kartesisch	0.000	0.000	1.750	
5	-	Kartesisch	0.000	0.000	2.500	
101	-	Kartesisch	0.750	0.000	2.500	
102	-	Kartesisch	0.607	0.440	2.500	
103	-	Kartesisch	0.232	0.712	2.500	
104	-	Kartesisch	0.000	0.749	2.500	
105	-	Kartesisch	-0.232	0.712	2.500	
106	-	Kartesisch	-0.607	0.440	2.500	
107	-	Kartesisch	-0.750	0.000	2.500	
108	-	Kartesisch	-0.607	-0.440	2.500	
109	-	Kartesisch	-0.232	-0.712	2.500	
110	-	Kartesisch	0.000	-0.749	2.500	
111	-	Kartesisch	0.232	-0.712	2.500	
112	-	Kartesisch	0.607	-0.440	2.500	
43000	-	Kartesisch	0.750	0.039	2.500	
43001	-	Kartesisch	0.742	0.117	2.500	
43002	-	Kartesisch	0.726	0.194	2.500	
43003	-	Kartesisch	0.701	0.269	2.500	
43004	-	Kartesisch	0.669	0.340	2.500	
43005	-	Kartesisch	0.630	0.408	2.500	
43006	-	Kartesisch	0.584	0.472	2.500	
43007	-	Kartesisch	0.531	0.530	2.500	
43008	-	Kartesisch	0.473	0.583	2.500	
43009	-	Kartesisch	0.409	0.629	2.500	
43010	-	Kartesisch	0.341	0.668	2.500	
43011	-	Kartesisch	0.269	0.700	2.500	
43012	-	Kartesisch	0.194	0.724	2.500	
43013	-	Kartesisch	0.118	0.741	2.500	
43014	-	Kartesisch	0.039	0.749	2.500	
43015	-	Kartesisch	-0.039	0.749	2.500	
43016	-	Kartesisch	-0.118	0.741	2.500	
43017	-	Kartesisch	-0.194	0.724	2.500	
43018	-	Kartesisch	-0.269	0.700	2.500	
43019	-	Kartesisch	-0.341	0.668	2.500	
43020	-	Kartesisch	-0.409	0.629	2.500	
43021	-	Kartesisch	-0.473	0.583	2.500	
43022	-	Kartesisch	-0.531	0.530	2.500	
43023	-	Kartesisch	-0.584	0.472	2.500	
43024	-	Kartesisch	-0.630	0.408	2.500	
43025	-	Kartesisch	-0.669	0.340	2.500	
43026	-	Kartesisch	-0.701	0.269	2.500	
43027	-	Kartesisch	-0.726	0.194	2.500	
43028	-	Kartesisch	-0.742	0.117	2.500	
43029	-	Kartesisch	-0.750	0.039	2.500	
43030	-	Kartesisch	-0.750	-0.039	2.500	
43031	-	Kartesisch	-0.742	-0.117	2.500	
43032	-	Kartesisch	-0.726	-0.194	2.500	
43033	-	Kartesisch	-0.701	-0.269	2.500	
43034	-	Kartesisch	-0.669	-0.340	2.500	
43035	-	Kartesisch	-0.630	-0.408	2.500	
43036	-	Kartesisch	-0.584	-0.472	2.500	
43037	-	Kartesisch	-0.531	-0.530	2.500	
43038	-	Kartesisch	-0.473	-0.583	2.500	
43039	-	Kartesisch	-0.409	-0.629	2.500	
43040	-	Kartesisch	-0.341	-0.668	2.500	
43041	-	Kartesisch	-0.269	-0.700	2.500	
43042	-	Kartesisch	-0.194	-0.724	2.500	
43043	-	Kartesisch	-0.118	-0.741	2.500	
43044	-	Kartesisch	-0.039	-0.749	2.500	
43045	-	Kartesisch	0.039	-0.749	2.500	
43046	-	Kartesisch	0.118	-0.741	2.500	
43047	-	Kartesisch	0.194	-0.724	2.500	
43048	-	Kartesisch	0.269	-0.700	2.500	
43049	-	Kartesisch	0.341	-0.668	2.500	
43050	-	Kartesisch	0.409	-0.629	2.500	
43051	-	Kartesisch	0.473	-0.583	2.500	
43052	-	Kartesisch	0.531	-0.530	2.500	
43053	-	Kartesisch	0.584	-0.472	2.500	
43054	-	Kartesisch	0.630	-0.408	2.500	
43055	-	Kartesisch	0.669	-0.340	2.500	
43056	-	Kartesisch	0.701	-0.269	2.500	
43057	-	Kartesisch	0.726	-0.194	2.500	
43058	-	Kartesisch	0.742	-0.117	2.500	
43059	-	Kartesisch	0.750	-0.039	2.500	

KNOTENNUMMERIERUNG/ NUMBERING OF NODES/ NUMÉRATION DES POINTS

Knotennummerierung
Lagernummerierung

Entgegen der Z-Richtung



0.181 m

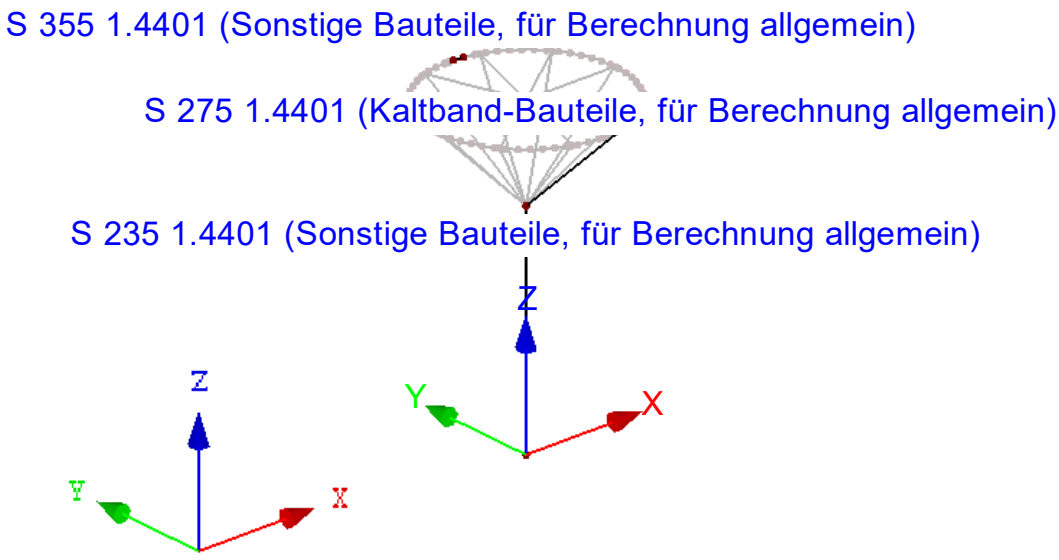
1.2 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm²]	Modul G [kN/cm²]	Spez. Gewicht γ [kN/m³]	Wärmedehnz. α [1/K]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	S 355 1.4401 (Sonstige Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04					
	17000.00	6540.00	80.00	1.60E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Kronring/ collier de la partie supérieure					
2	S 275 1.4401 (Kaltband-Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04					
	17000.00	6540.00	80.00	1.60E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure					
3	S 235 1.4401 (Sonstige Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04					
	17000.00	6540.00	80.00	1.60E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Kronringstütze/colonne					

MATERIAL/ MATERIAL/ MATÉRIAUX

Materialbezeichnung

Isometrie



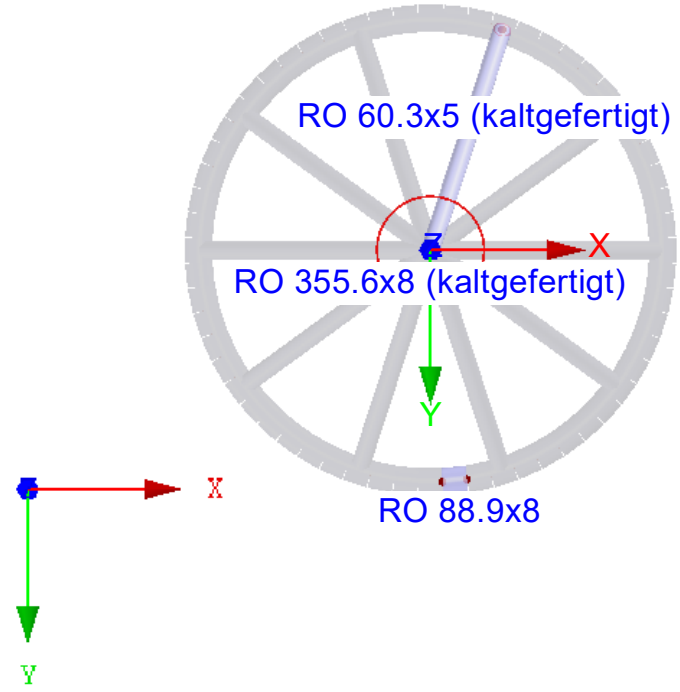
1.3 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	I_T [cm⁴] / A [cm²]	I_y [cm⁴] / A_y [cm²]	I_z [cm⁴] / A_z [cm²]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm] Breite b	Höhe h
1	RO 88.9x8 | DIN 2448, DIN 2458							
	1	335.93	167.97	167.97	0.00	0.00	88.9	88.9
		20.33	10.19	10.19				
	Kronring/collier de la partie supérieure							
2	RO 60.3x5 (kaltgefertigt)							
	2	67.00	33.50	33.50	0.00	180.00	60.3	60.3
		8.69	4.33	4.33				
	Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure							
3	FL 50x12 | DIN 1017-1							
	2	2.44	0.72	12.50	0.00	0.00	50.0	12.0
		6.00	5.00	5.00				
	Zugstab/tirant							
4	RO 355.6x8 (kaltgefertigt)							
	3	26400.00	13200.00	13200.00	0.00	0.00	355.6	355.6
		87.40	43.32	43.32				
	Stütze/ colonne							

QUERSCHNITTE/ CROSS SECTIONS/ SECTIONS TRANSVERSALES

Querschnittsbezeichnung

In Z-Richtung

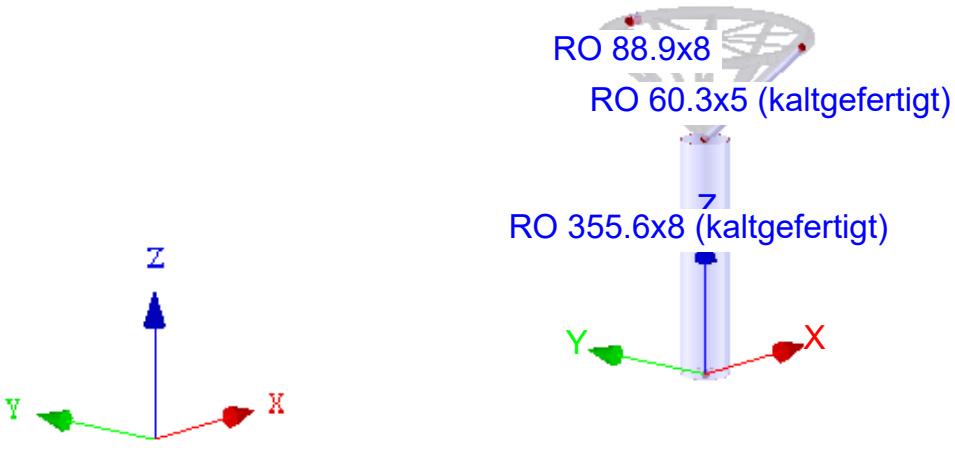


0.507 m

QUERSCHNITTE/ CROSS SECTIONS/ SECTIONS TRANSVERSALES

Querschnittsbezeichnung

Isometrie



1.7 STÄBE

Stab Nr.	Stabtyp	Knoten Anfang	Knoten Ende	Drehung Typ	Drehung β [°]	Querschnitt Anfang	Querschnitt Ende	Gelenk Nr. Anfang	Gelenk Nr. Ende	Exz. Nr.	Teilung Nr.	Länge L [m]	
2	Balkenstab	106	43023	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
4	Balkenstab	105	43017	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
5	Balkenstab	43030	107	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	Y
6	Balkenstab	43029	43028	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
7	Balkenstab	43028	43027	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
8	Balkenstab	43027	43026	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
9	Balkenstab	43026	43025	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
10	Balkenstab	43025	43024	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
11	Balkenstab	43024	106	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
12	Balkenstab	43023	43022	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
13	Balkenstab	43022	43021	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
14	Balkenstab	43021	43020	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
15	Balkenstab	43020	43019	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
16	Balkenstab	43019	43018	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
17	Balkenstab	43018	105	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
18	Balkenstab	43017	43016	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
19	Balkenstab	43016	43015	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
20	Balkenstab	43015	104	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	X
21	Balkenstab	43014	43013	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
22	Balkenstab	43013	43012	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
23	Balkenstab	4	107	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.061	XZ
24	Balkenstab	4	108	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
25	Balkenstab	4	109	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
26	Balkenstab	4	111	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
27	Balkenstab	4	112	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
28	Balkenstab	4	101	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.061	XZ
29	Balkenstab	4	102	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
30	Balkenstab	4	103	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
31	Balkenstab	43004	43003	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
32	Balkenstab	43003	43002	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
33	Balkenstab	43002	43001	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
34	Balkenstab	43001	43000	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
35	Balkenstab	43000	101	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	Y
36	Balkenstab	43059	43058	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
37	Balkenstab	43058	43057	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
38	Balkenstab	43057	43056	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
39	Balkenstab	43056	43055	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
40	Balkenstab	43055	43054	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
43	Balkenstab	43052	43051	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
44	Balkenstab	43051	43050	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
45	Balkenstab	43050	43049	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
46	Balkenstab	43049	43048	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
47	Balkenstab	43048	111	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
48	Balkenstab	43047	43046	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
49	Balkenstab	43046	43045	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
50	Balkenstab	43045	110	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	X
51	Balkenstab	43044	43043	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
52	Balkenstab	43043	43042	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
53	Balkenstab	43042	109	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
54	Balkenstab	43041	43040	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
55	Balkenstab	43040	43039	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
56	Balkenstab	43039	43038	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
57	Balkenstab	43038	43037	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
58	Balkenstab	43037	43036	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
59	Balkenstab	43036	108	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
60	Balkenstab	43035	43034	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
61	Balkenstab	43034	43033	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
62	Balkenstab	43033	43032	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
63	Balkenstab	43032	43031	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
64	Balkenstab	43031	43030	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
65	Balkenstab	4	105	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
66	Balkenstab	4	106	Winkel	0.00	2	2	-	-	-	-	1.060	
67	Balkenstab	111	43047	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
69	Balkenstab	109	43041	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
70	Balkenstab	108	43035	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
71	Balkenstab	103	43011	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
73	Balkenstab	102	43005	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
74	Balkenstab	112	43053	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
94	Balkenstab	1	4	Winkel	0.00	4	4	-	-	-	-	1.750	Z
95	Balkenstab	43012	103	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
96	Balkenstab	43011	43010	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
97	Balkenstab	43010	43009	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
98	Balkenstab	43009	43008	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
99	Balkenstab	43008	43007	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
100	Balkenstab	43007	43006	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
101	Balkenstab	43006	102	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
102	Balkenstab	43005	43004	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
103	Balkenstab	43054	112	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	XY
104	Balkenstab	43053	43052	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.079	XY
105	Balkenstab	107	43029	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	Y
106	Balkenstab	101	43059	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	Y
107	Balkenstab	104	43014	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	X
108	Balkenstab	110	43044	Winkel	0.00	1	1	-	-	-	-	0.039	X
111	Balkenstab	107	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	X
112	Balkenstab	108	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	XY
113	Balkenstab	109	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.749	XY
114	Balkenstab	111	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.749	XY
115	Balkenstab	112	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	XY
116	Balkenstab	101	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	X
117	Balkenstab	102	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	XY
118	Balkenstab	103	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.749	XY
119	Balkenstab	105	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.749	XY
120	Balkenstab	106	5	Winkel	0.00	3	3	-	-	-	-	0.750	XY

1.8 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Folge	Lagerdrehung [°] um X	um Y	um Z	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder $u_{X'}$	$u_{Y'}$	$u_{Z'}$	$\varphi_{X'}$	$\varphi_{Y'}$	$\varphi_{Z'}$
1	1	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☒
2	4	XYZ	0.00	0.00	0.00	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐

2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	Keine Norm Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständige Lasten	☒	0.000	0.000	-1.000
LF2	Gurtlasten	Nutzlasten	☐			
LF5	Imperfektion	Imperfektion	☐			

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	Lastkombination BS	Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1		1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.50	LF2	Gurtlasten
			3	1.00	LF5	Imperfektion

3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE - KOORDINATENSYSTEM

LF2
Gurtlasten

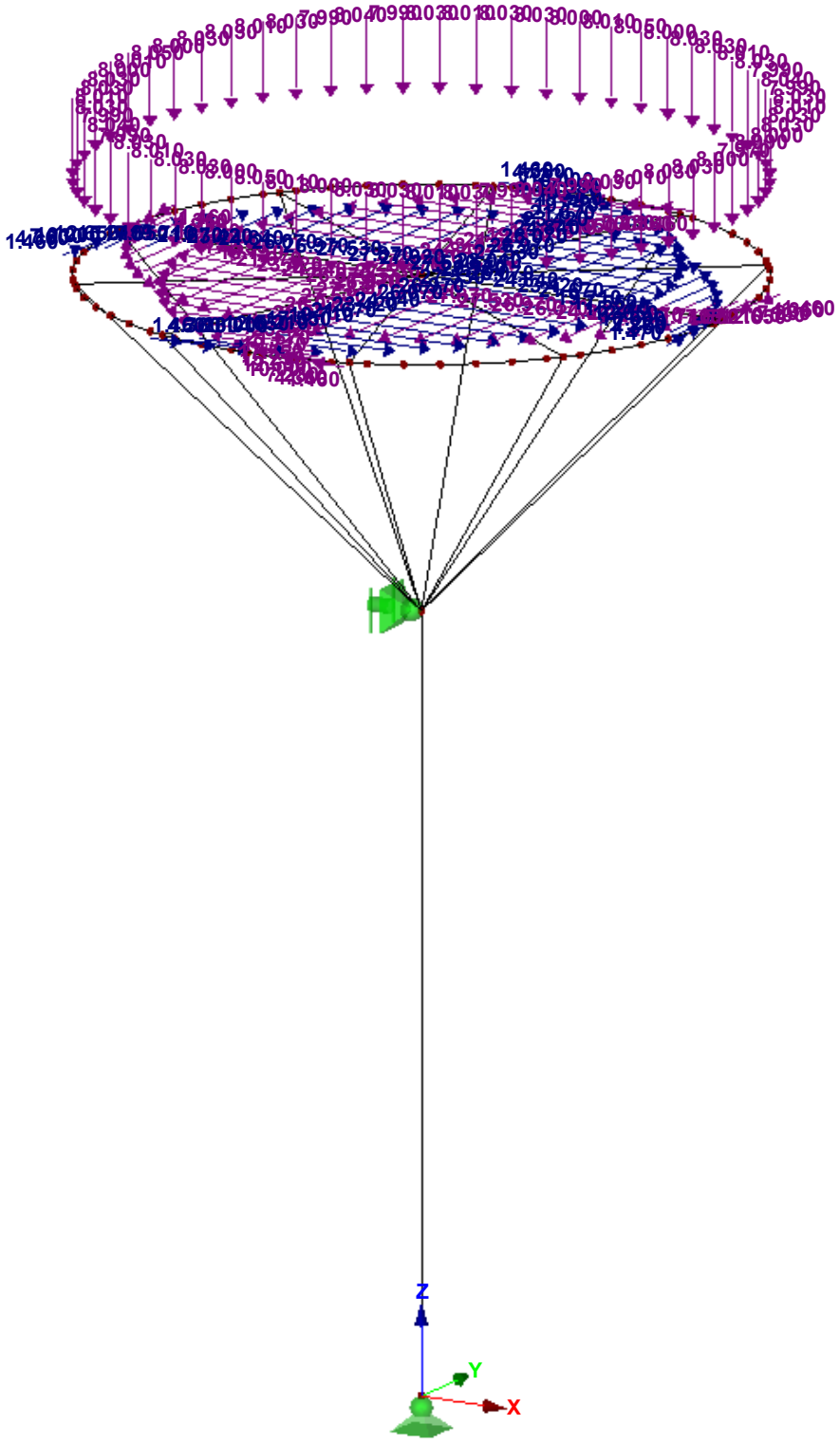
LF2: Gurtlasten

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN] P_X / P_U	P_Y / P_V	P_Z / P_W	Moment [kNm] M_X / M_U	M_Y / M_V	M_Z / M_W
1	43000	0 | Globales XYZ	28.010	1.470	-8.090	0.000	0.000	0.000
2	43001	0 | Globales XYZ	27.530	4.360	-8.000	0.000	0.000	0.000
3	43002	0 | Globales XYZ	26.970	7.230	-8.030	0.000	0.000	0.000
4	43003	0 | Globales XYZ	26.070	10.000	-8.030	0.000	0.000	0.000
5	43004	0 | Globales XYZ	24.840	12.650	-8.010	0.000	0.000	0.000
6	43005	0 | Globales XYZ	23.420	15.210	-8.030	0.000	0.000	0.000
7	43006	0 | Globales XYZ	21.670	17.550	-7.990	0.000	0.000	0.000
8	43007	0 | Globales XYZ	19.710	19.710	-8.040	0.000	0.000	0.000
9	43008	0 | Globales XYZ	17.550	21.670	-7.990	0.000	0.000	0.000
10	43009	0 | Globales XYZ	15.210	23.420	-8.030	0.000	0.000	0.000
11	43010	0 | Globales XYZ	12.650	24.840	-8.010	0.000	0.000	0.000
12	43011	0 | Globales XYZ	10.000	26.070	-8.030	0.000	0.000	0.000
13	43012	0 | Globales XYZ	7.230	26.970	-8.030	0.000	0.000	0.000
14	43013	0 | Globales XYZ	4.360	27.530	-8.000	0.000	0.000	0.000
15	43014	0 | Globales XYZ	1.460	27.920	-8.050	0.000	0.000	0.000
16	43015	0 | Globales XYZ	-1.460	27.870	-8.010	0.000	0.000	0.000
17	43016	0 | Globales XYZ	-4.360	27.530	-8.000	0.000	0.000	0.000
18	43017	0 | Globales XYZ	-7.230	26.970	-8.030	0.000	0.000	0.000
19	43018	0 | Globales XYZ	-10.000	26.070	-8.030	0.000	0.000	0.000
20	43019	0 | Globales XYZ	-12.650	24.840	-8.010	0.000	0.000	0.000
21	43020	0 | Globales XYZ	-15.210	23.420	-8.030	0.000	0.000	0.000
22	43021	0 | Globales XYZ	-17.550	21.670	-7.990	0.000	0.000	0.000
23	43022	0 | Globales XYZ	-19.710	19.710	-8.040	0.000	0.000	0.000
24	43023	0 | Globales XYZ	-21.670	17.550	-7.990	0.000	0.000	0.000
25	43024	0 | Globales XYZ	-23.420	15.210	-8.030	0.000	0.000	0.000
26	43025	0 | Globales XYZ	-24.840	12.650	-8.010	0.000	0.000	0.000
27	43026	0 | Globales XYZ	-26.070	10.000	-8.030	0.000	0.000	0.000
28	43027	0 | Globales XYZ	-26.970	7.230	-8.030	0.000	0.000	0.000
29	43028	0 | Globales XYZ	-27.530	4.360	-8.000	0.000	0.000	0.000
30	43029	0 | Globales XYZ	-27.920	1.460	-8.050	0.000	0.000	0.000
31	43030	0 | Globales XYZ	-27.870	-1.460	-8.010	0.000	0.000	0.000
32	43031	0 | Globales XYZ	-27.530	-4.360	-8.000	0.000	0.000	0.000
33	43032	0 | Globales XYZ	-26.970	-7.230	-8.030	0.000	0.000	0.000
34	43033	0 | Globales XYZ	-26.070	-10.000	-8.030	0.000	0.000	0.000
35	43034	0 | Globales XYZ	-24.840	-12.650	-8.010	0.000	0.000	0.000
36	43035	0 | Globales XYZ	-23.420	-15.210	-8.030	0.000	0.000	0.000
37	43036	0 | Globales XYZ	-21.670	-17.550	-7.990	0.000	0.000	0.000
38	43037	0 | Globales XYZ	-19.710	-19.710	-8.040	0.000	0.000	0.000
39	43038	0 | Globales XYZ	-17.550	-21.670	-7.990	0.000	0.000	0.000
40	43039	0 | Globales XYZ	-15.210	-23.420	-8.030	0.000	0.000	0.000
41	43040	0 | Globales XYZ	-12.650	-24.840	-8.010	0.000	0.000	0.000
42	43041	0 | Globales XYZ	-10.000	-26.070	-8.030	0.000	0.000	0.000
43	43042	0 | Globales XYZ	-7.230	-26.970	-8.030	0.000	0.000	0.000
44	43043	0 | Globales XYZ	-4.360	-27.530	-8.000	0.000	0.000	0.000
45	43044	0 | Globales XYZ	-1.460	-27.920	-8.050	0.000	0.000	0.000
46	43045	0 | Globales XYZ	1.460	-27.870	-8.010	0.000	0.000	0.000
47	43046	0 | Globales XYZ	4.360	-27.530	-8.000	0.000	0.000	0.000
48	43047	0 | Globales XYZ	7.230	-26.970	-8.030	0.000	0.000	0.000
49	43048	0 | Globales XYZ	10.000	-26.070	-8.030	0.000	0.000	0.000
50	43049	0 | Globales XYZ	12.650	-24.840	-8.010	0.000	0.000	0.000
51	43050	0 | Globales XYZ	15.210	-23.420	-8.030	0.000	0.000	0.000
52	43051	0 | Globales XYZ	17.550	-21.670	-7.990	0.000	0.000	0.000
53	43052	0 | Globales XYZ	19.710	-19.710	-8.040	0.000	0.000	0.000
54	43053	0 | Globales XYZ	21.670	-17.550	-7.990	0.000	0.000	0.000
55	43054	0 | Globales XYZ	23.420	-15.210	-8.030	0.000	0.000	0.000
56	43055	0 | Globales XYZ	24.840	-12.650	-8.010	0.000	0.000	0.000
57	43056	0 | Globales XYZ	26.070	-10.000	-8.030	0.000	0.000	0.000
58	43057	0 | Globales XYZ	26.970	-7.230	-8.030	0.000	0.000	0.000
59	43058	0 | Globales XYZ	27.530	-4.360	-8.000	0.000	0.000	0.000
60	43059	0 | Globales XYZ	27.780	-1.460	-7.970	0.000	0.000	0.000

LF2: GURTLASTEN/ BELT FORCES/ FORCES POUR BANDES

LF2 : Gurtlasten
Belastung [kN]

Isometrie



LF5
Imperfektion

3.4 IMPERFEKTIONEN

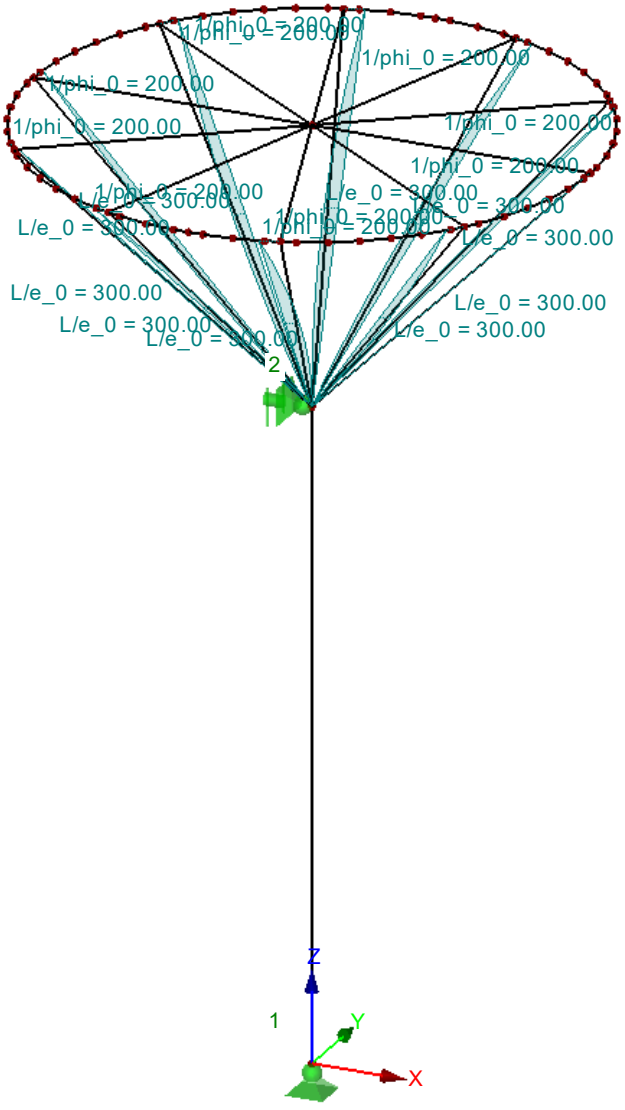
LF5: Imperfektion

Nr.	Beziehen auf	An Stäben Nr.	Richt.	Schiefstellung $1/\varphi_{0,\delta}$ [-,mm]	Vorkrümmung $L/e_0,e_0$ [-,mm]	Berücksicht. e_0 ab ε_0 [-]	Kommentar
2	Stäbe	23-25,27-30,65,66	y	-200.00	300.00	-	
	VorkrümmungAktivierungskriterium:				Immer		
5	Stäbe	26	y	-200.00	300.00	-	0.00
	VorkrümmungAktivierungskriterium:				Immer		

LF5: IMPERFEKTION/ IMPERFECTIONS/ IMPERFECTIONS

LF5 : Imperfektion
Belastung [-]

Isometrie



4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
LF1 - Eigengewicht			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Z	-3.09	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-3.09	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:1.77 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.0	mm	Stab Nr. 28, x: 0.636 m
Max. Verschiebung in Y	0.0	mm	Stab Nr. 30, x: 0.636 m
Max. Verschiebung in Z	-0.5	mm	Stab Nr. 112, x: 0.750 m
Max. Verschiebung vektoriell	0.5	mm	Stab Nr. 112, x: 0.750 m
Max. Verdrehung um X	1.0	mrad	Stab Nr. 118, x: 0.300 m
Max. Verdrehung um Y	-1.1	mrad	Stab Nr. 116, x: 0.300 m
Max. Verdrehung um Z	-0.0	mrad	Stab Nr. 54, x: 0.059 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LF2 - Gurtlasten			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.01	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.01	kN	Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	-481.12	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-481.12	kN	Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-0.01	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:0.00, Y:0.00, Z:1.77 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.00	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	0.5	mm	Stab Nr. 33, x: 0.079 m
Max. Verschiebung in Y	0.5	mm	Stab Nr. 107, x: 0.002 m
Max. Verschiebung in Z	-1.8	mm	Stab Nr. 20, x: 0.039 m
Max. Verschiebung vektoriell	1.9	mm	Stab Nr. 20, x: 0.039 m
Max. Verdrehung um X	-1.4	mrad	Stab Nr. 30, x: 0.636 m
Max. Verdrehung um Y	1.5	mrad	Stab Nr. 28, x: 0.636 m
Max. Verdrehung um Z	0.1	mrad	Stab Nr. 48, x: 0.059 m
Berechnungstheorie	I. Ordnung		Theorie I. Ordnung (linear)
Steifigkeitsreduktion multipliziert mit Faktor	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	1		
LK1 - 1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5			
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
Summe Belastung in Richtung Y	0.02	kN	
Summe Lagerkräfte in Y	0.02	kN	Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	-725.85	kN	
Summe Lagerkräfte in Z	-725.85	kN	Abweichung 0.00%
Max. Verschiebung in X	1.6	mm	Stab Nr. 97, x: 0.079 m
Max. Verschiebung in Y	1.6	mm	Stab Nr. 10, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	-2.7	mm	Stab Nr. 20, x: 0.033 m
Max. Verschiebung vektoriell	3.1	mm	Stab Nr. 14, x: 0.028 m
Max. Verdrehung um X	-2.4	mrad	Stab Nr. 65, x: 0.636 m
Max. Verdrehung um Y	2.3	mrad	Stab Nr. 29, x: 0.689 m
Max. Verdrehung um Z	-2.2	mrad	Stab Nr. 24, x: 0.848 m
Berechnungstheorie	II. Ordnung		Theorie II. Ordnung (nichtlinear, Timoshenko)
Schnittgrößen bezogen auf verformtes System für...	☒		V_y, V_z
Steifigkeiten mit Gamma-M reduzieren	☒		
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	☒		
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	☐		
Anzahl der Laststufen	1		
Anzahl der Iterationen	2		
Verzweigungslastfaktor ermitteln	☐		
Gesamt			
Max. Verschiebung in X	1.6	mm	LK1, Stab Nr. 97, x: 0.079 m
Max. Verschiebung in Y	1.6	mm	LK1, Stab Nr. 10, x: 0.000 m
Max. Verschiebung in Z	-2.7	mm	LK1, Stab Nr. 20, x: 0.033 m
Max. Verschiebung vektoriell	3.1	mm	LK1, Stab Nr. 14, x: 0.028 m
Max. Verdrehung um X	-2.4	mrad	LK1, Stab Nr. 65, x: 0.636 m
Max. Verdrehung um Y	2.3	mrad	LK1, Stab Nr. 29, x: 0.689 m
Max. Verdrehung um Z	-2.2	mrad	LK1, Stab Nr. 24, x: 0.848 m
Anzahl 1D-Finite-Elemente (Stabelemente)	93		
Anzahl der FE-Knoten	75		
Anzahl der Gleichungen	450		
Maximale Anzahl Iterationen	100		
Stabteilungen für Ergebnisse der Stäbe	10		
Stabteilungen der Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
Stab-Schubsteifigkeiten (A-y, A-z) berücksichtigen	☐		

Sonstige Einstellungen	Maximale Anzahl Iterationen	:	100
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	:	10
	Stabteilungen Seilstäbe, Bettungs- und Voutenstäbe	:	10
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	:	20

Optionen	☐ Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren
	☒ Steifigkeitsänderungen berücksichtigen (Materialien,Querschnitte, Stäbe, Lastfälle und Kombinationen)
	☒ Temperatur-/Verformungslasten ohne Steifigkeitsänderungen anwenden
Genauigkeit und Toleranz	☐ Standardeinstellung ändern

4.3 QUERSCHNITTE - SCHNITTGRÖSSEN

Stab Nr.	LF/LK	Knoten Nr.	Stelle x [m]	Kräfte [kN] N	V_y	V_z	Momente [kNm] M_T	M_y	M_z
	Querschnitt-Nr. 1: RO 88.9x8 | DIN 2448, DIN 2458 (Kronring/collier de la partie supérieure)								
17	LK1	MAX N	0.000	▷ 353.74	14.61	-36.63	-0.14	-2.09	-0.52
106	LF1	MIN N	0.000	▷ 0.14	0.04	0.04	0.00	0.01	0.00
95	LK1	MAX V_y	0.039	353.72	▷ 14.74	-36.79	-0.14	-3.53	-1.09
67	LK1	MIN V_y	0.000	353.61	▷ -15.74	35.46	0.11	-3.22	-1.32
73	LK1	MAX V_z	0.000	353.53	-15.55	▷ 35.49	0.11	-3.23	-1.31
35	LK1	MIN V_z	0.039	353.51	14.64	▷ -36.86	-0.14	-3.52	-1.08
71	LK1	MAX M_T	0.000	353.65	-15.65	35.45	▷ 0.11	-3.23	-1.32
17	LK1	MIN M_T	0.000	353.74	14.61	-36.63	▷ -0.14	-2.09	-0.52
50	LK1	MAX M_y	0.000	351.29	-0.47	-0.65	0.01	▷ 0.90	0.57
11	LK1	MIN M_y	0.039	353.63	14.53	-36.81	-0.14	▷ -3.53	-1.08
51	LK1	MAX M_z	0.000	351.58	4.70	-12.60	0.10	0.84	▷ 0.61
4	LK1	MIN M_z	0.000	353.62	-15.73	35.46	0.11	-3.23	▷ -1.32
	Querschnitt-Nr. 2: RO 60.3x5 (kaltgefertigt) (Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure)								
23	LF1	MAX N	1.061	▷ -0.18	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
28	LK1	MIN N	0.000	▷ -101.94	1.13	-0.48	-0.05	0.39	0.00
29	LK1	MAX V_y	0.000	-101.92	▷ 1.13	-0.48	-0.05	0.39	0.00
66	LK1	MIN V_y	1.060	-101.85	▷ -1.72	-0.54	-0.05	-0.26	0.38
23	LF1	MAX V_z	1.061	-0.18	0.00	▷ 0.02	0.00	0.00	0.00
30	LK1	MIN V_z	0.583	-101.84	-0.54	▷ -0.68	-0.05	0.04	-0.18
23	LF2	MAX M_T	0.000	-67.63	0.00	-0.41	▷ 0.00	0.27	0.00
28	LK1	MIN M_T	0.000	-101.94	1.13	-0.48	▷ -0.05	0.39	0.00
30	LK1	MAX M_y	0.000	-101.88	1.13	-0.48	-0.05	▷ 0.39	0.00
30	LK1	MIN M_y	1.060	-101.81	-1.72	-0.55	-0.05	▷ -0.27	0.38
66	LK1	MAX M_z	1.060	-101.85	-1.72	-0.54	-0.05	-0.26	▷ 0.38
23	LK1	MIN M_z	0.424	-101.91	-0.08	-0.66	-0.05	0.14	▷ -0.23
	Querschnitt-Nr. 3: FL 50x12 | DIN 1017-1 (Zugstab/tirant)								
113	LK1	MAX N	0.000	▷ 101.96	-0.01	0.18	0.00	-0.02	0.00
111	LF1	MIN N	0.000	▷ 0.05	0.00	0.04	0.00	-0.01	0.00
114	LF2	MAX V_y	0.000	67.86	▷ 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
113	LK1	MIN V_y	0.000	101.96	▷ -0.01	0.18	0.00	-0.02	0.00
119	LK1	MAX V_z	0.000	101.94	-0.01	▷ 0.18	0.00	-0.02	0.00
111	LK1	MIN V_z	0.750	101.62	0.00	▷ 0.00	0.00	0.00	0.00
114	LK1	MAX M_T	0.000	101.95	-0.01	0.18	▷ 0.00	-0.02	0.00
116	LF2	MIN M_T	0.000	67.64	0.00	0.00	▷ 0.00	0.00	0.00
118	LF1	MAX M_y	0.749	0.05	0.00	0.00	0.00	▷ 0.00	0.00
119	LK1	MIN M_y	0.000	101.94	-0.01	0.18	0.00	▷ -0.02	0.00
114	LF2	MAX M_z	0.000	67.86	0.00	0.00	0.00	0.00	▷ 0.00
113	LK1	MIN M_z	0.000	101.96	-0.01	0.18	0.00	-0.02	▷ 0.00
	Querschnitt-Nr. 4: RO 355.6x8 (kaltgefertigt) (Stütze/ colonne)								
94	LF1	MAX N	1.750	▷ -1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
94	LK1	MIN N	0.000	▷ -725.85	0.01	0.00	-0.37	0.00	0.00
94	LK1	MAX V_y	0.000	-725.85	▷ 0.01	0.00	-0.37	0.00	0.00
94	LF1	MIN V_y	0.000	-3.09	▷ 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
94	LF1	MAX V_z	0.000	-3.09	0.00	▷ 0.00	0.00	0.00	0.00
94	LK1	MIN V_z	0.000	-725.85	0.01	▷ 0.00	-0.37	0.00	0.00
94	LF2	MAX M_T	0.000	-481.12	0.01	0.00	▷ 0.00	0.00	0.00
94	LK1	MIN M_T	0.000	-725.85	0.01	0.00	▷ -0.37	0.00	0.00
94	LF1	MAX M_y	0.000	-3.09	0.00	0.00	0.00	▷ 0.00	0.00
94	LK1	MIN M_y	1.750	-724.20	0.01	0.00	-0.37	▷ 0.00	-0.02
94	LF1	MAX M_z	0.000	-3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	▷ 0.00
94	LK1	MIN M_z	1.750	-724.20	0.01	0.00	-0.37	0.00	▷ -0.02

4.4 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN] P_X	P_Y	P_Z	Lagermomente [kNm] M_X	M_Y	M_Z	
1	LF1	0.00	0.00	-3.09	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	-0.01	-481.12	0.00	0.00	0.00	Gurtlasten
	LK1	0.00	-0.01	-725.85	0.00	0.00	-0.37	
4	LF1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	Gurtlasten
	LK1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	-3.09				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	-3.09				
Σ Lager	LF2	0.00	0.01	-481.12				
Σ Lasten	LF2	0.00	0.01	-481.12				
Σ Lager	LK1	0.00	0.02	-725.85				
Σ Lasten	LK1	0.00	0.01	-725.85				

STAHL EC3
FA1
Bemessung nach Eurocode 3

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	Alle	
Zu bemessende Stabsätze:		
Nationaler Anhang:	DIN	
Tragfähigkeitsnachweise		
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5

1.1.1 DETAILS

Stabilitätsanalyse	
Stabilität untersuchen	☐
Ermittlungsart des idealen Biegedrillknickmoments	
Für Stäbe:	Automatisch mittels Eigenwertmethode
Lastangriff der positiven Querlasten:	Am Profilrand zum Schubmittelpunkt gerichtet (z.B. am oberen Flansch, destabilisierende Wirkung)
Modelltyp nach Tabelle B.3	
Verschieblich y - y (C_{my} = 0,9)	☐
Verschieblich z - z (C_{mz} = 0,9)	☐
Grenzwerte für den Stabilitätsnachweis	
Kleine Momente und Druckkräfte nicht berücksichtigen, falls:	
$N_{c,Ed}$ / N_{pl} ≤	0.01
$M_{y,Ed}$ / $M_{pl,y,Rd}$ ≤	0.01
$M_{z,Ed}$ / $M_{pl,z,Rd}$ ≤	0.01
Grenzschubspannung infolge Torsion:	
$\tau_{t,Ed}$ / $\tau_{t,Rd}$ ≤	0.05
Stabilitätsanalyse für Stabsätze nach	6.3.1 - 6.3.3 Ersatzstabverfahren
Klassifizierung der Querschnitte	
Ermittlungsart von ψ und α nach Tabelle 5.2:	N_{Ed} und M_{Ed} gleichmäßig erhöhen
Für grenz-c/t der Klasse 3, Materialbeiwert ε nach 5.5.2(9) erhöhen	☒
Für die Klassifizierung aller unterstützter Querschnittstypen DUENQ verwenden (nur Klassen 3 und 4 zulässig)	☐
Klassifikation der gekrümmten Teile ignorieren	☒
falls c/t ≤	5.00
Optionen	
Elastische Bemessung (auch für Querschnitte Klasse 1 oder 2)	☐
Stabilitätsnachweise mit Schnittgrößen nach Th. II. Ordnung	
γ_{M1} für die Ermittlung der Querschnittsbeanspruchbarkeit verwenden	☐
Querschnittsnachweis nach M+N	
Lineare Interaktion nach 6.2.1(7) verwenden	☐
Querschnitte mit Klasse 4 und Torsion	
$\tau_{t,Ed}$ / $\tau_{t,Rd}$ ≤	0.05
Wölbkrafttorsion	
Wölbkraftanalyse durchführen (7 Freiheitsgrade)	☐
Verformbarkeit	
Erweiterte plastische Querschnittsnachweise nach [1] und [2] durchführen	☐
Kaltgeformt	
Nachweis für kaltgeformte Profile nach EN 1993-1-3 durchführen	☐
Stabschlankheiten	
Stäbe mit	λ_{limit}
Nur Zug:	300
Druck / Biegung:	200
Schweißnahtnachweis	
Schweißnähte bemessen	☐

1.1.2 NATIONALER ANHANG

Teilsicherheitsbeiwerte nach 6.1, Anmerkung 2B	
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} :	1.00
Für Beanspruchbarkeit von Bauteilen durch Stabilitätsversagen (untersucht nach Abs. 6.3) γ_{M1} :	1.10
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge von Zugbeanspruchung γ_{M2} :	1.25
Brandeigenschaften	
$\gamma_{M,fi}$	1.00
Schub nach 6.2.6(3) und Schubbeulen nach EN 1993-1-5	
Faktor η :	1.20
Parameter für Biegedrillknicken	
Imperfektionsbeiwerte der Biegedrillknicklinien nach Tabelle 6.3	
Knicklinie a:	0.21
Knicklinie b:	0.34
Knicklinie c:	0.49
Knicklinie d:	0.76
Faktor f zur Modifizierung von χ_{LT} nach 6.3.2.3(2) anwenden	☒
Parameter für Φ_{LT} nach 6.3.2.3(1):	
I-Profil gewalzt	
$\lambda_{LT,0}$:	0.40
β :	0.75
I-Profil geschweißt	
$\lambda_{LT,0}$:	0.40
β :	0.75
Biegedrillknicklinien ermitteln:	Falls möglich, nach 6.3.2.3, Gl. (6.57), sonst nach 6.3.2.2, Gl. (6.56)
Interaktionsfaktoren für 6.3.3(4) bestimmen nach Verfahren:	2 nach Annex B

Gebrauchstauglichkeit-Grenzwerte (Verschiebungen) nach 7.2
Kombination der Einwirkungen (Tabelle A1.4 der EN 1990):

			Kragträger
GC :	Charakteristisch	L / 300	L_c / 150
GH :	Häufig	L / 200	L_c / 100
GQ :	Quasi-ständig	L / 200	L_c / 100

Allgemeines Verfahren nach 6.3.4	
Das allgemeine Verfahren auch für Querschnitte verwenden, die keine I-Form haben	☐
Allgemeines Verfahren für Stabilitäts-nachweis nach 6.3.4 verwenden	☐
Europäische Biegedrillknickkurve nach [5] verwenden	☐
Johannes Caspar Naumes Verfahren für Nachweis für aus-der-Ebene Stabilität verwenden	☐
Interpolation nach Gl. (6.66) verwenden	☐
Parameter für nichtrostenden Stahl (EN 1993-1-4)	
Teilsicherheitsbeiwerte nach 5.1	
Für Widerstand von Querschnitten	
γ_{M0}	1.10
Für Widerstand von Bauteilen bei Stabilitätsversagen (für Bemessung nach 6.3)	
γ_{M1}	1.10
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	
γ_{M2}	1.25
Schub nach 5.6(2) und Schubbeulen	
η	1.20
Parameter für Stabilitätsnachweis	
Imperfektionsbeiwert	α
Knicken	
Kaltgeformte offene Profile	0.49
Holhlprofile (geschweißt oder nahtlos)	0.49
Geschweißte offene Profile (um die starke Achse)	0.49
Geschweißte offene Profile (um die schwache Achse)	0.76
Drillknicken und Biegedrillknicken	
Alle Bauteile	0.34
Parameter für Φ	λ_0
Knicken	
Kaltgeformte offene Profile	0.40
Holhlprofile (geschweißt oder nahtlos)	0.40
Geschweißte offene Profile (um die starke Achse)	0.20
Geschweißte offene Profile (um die schwache Achse)	0.20
Drillknicken und Biegedrillknicken	
Alle Bauteile	0.20
Imperfektionsbeiwert	α_{LT}
Kaltgeformte Querschnitte und Hohlprofile (geschweißt und nahtlos)	0.34
Geschweißte offene Querschnitte und andere Querschnitte	0.76
Kaltgeformt (EN 1993-1-3)	

1.1.2 NATIONALER ANHANG

Teilsicherheitsbeiwerte nach 2(3)	
Für Querschnittstragfähigkeit, begrenzt durch ausgeprägtes Fließen des Querschnitts unter Einbeziehung lokalen Beulens oder Profilverformung von Querschnitten	
γ_{M0}	1.00
Für Tragfähigkeit von Bauteilen und Blechkonstruktionen, bei denen sich ein globales Stabilitätsversagen einstellt	
γ_{M1}	1.00
Für Tragfähigkeit von Nettoquerschnitten an Schraubenlöchern	
γ_{M2}	1.25
Teilsicherheitsbeiwert für Nachweise des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit nach 2(5)	
$\gamma_{M,ser}$	1.00
Abminderungsfaktor für fyb und fu nach Tabelle 3.1a, Anmerkung 1	
Abminderungsfaktor für Stahlbleche mit weniger als 3 mm Dicke	0.90

1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
1	S 355 1.4401 (Sonstige Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04 Kronring/ collier de la partie supérieure	17000.00	6540.00	0.300	35.50	
2	S 275 1.4401 (Kaltband-Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04 Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure	17000.00	6540.00	0.300	27.50	
3	S 235 1.4401 (Sonstige Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04 Kronringstütze/colonne	17000.00	6540.00	0.300	20.00	

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	1	RO 88.9x8 | DIN 2448, DIN 2458	Rohr	0.54	Kronring/collier de la partie supérieure
2	2	RO 60.3x5 (kaltgefertigt)	Rohr	0.47	Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure
3	2	FL 50x12 | DIN 1017-1	Flachstahl	0.75	Zugstab/tirant
4	3	RO 355.6x8 (kaltgefertigt)	Rohr	0.46	Stütze/ colonne

2.1 NACHWEISE LASTFALLWEISE

LF/LK/EK	Lastfall- oder LK/EK Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
	Tragfähigkeitsnachweise						
LK1	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5	118	0.000	0.75	≤ 1	CS223)	ST+V

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	**RO 88.9x8 | DIN 2448, DIN 2458 - Kronring/collier de la partie supérieure**						
	17	0.000	LK1	0.54	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	35	0.039	LK1	0.15	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	67	0.000	LK1	0.07	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	35	0.039	LK1	0.16	≤ 1	CS128)	Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6
	16	0.024	LK1	0.39	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	45	0.067	LK1	0.36	≤ 1	CS201)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	17	0.039	LK1	0.11	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
2	**RO 60.3x5 (kaltgefertigt) - Streben Kronring/contrefiche de la partie supérieure**						
	28	0.000	LK1	0.47	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	30	0.583	LK1	0.01	≤ 1	CS121)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6
	66	1.060	LK1	0.02	≤ 1	CS123)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6
	66	1.060	LK1	0.02	≤ 1	CS128)	Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6
	30	0.000	LK1	0.38	≤ 1	CS181)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.1
	66	1.060	LK1	0.03	≤ 1	CS221)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9
3	**FL 50x12 | DIN 1017-1 - Zugstab/tirant**						
	113	0.000	LK1	0.68	≤ 1	CS101)	Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	119	0.000	LK1	0.00	≤ 1	CS122)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
	119	0.000	LK1	0.74	≤ 1	CS183)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.9.2 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
	118	0.000	LK1	0.75	≤ 1	CS223)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und N

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
							Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Allgemeiner Querschnitt
4	**RO 355.6x8 (kaltgefertigt) - Stütze/ colonne**						
	94	0.000	LK1	0.46	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4

STAHL EC3
FA2
Bemessung nach Eurocode 3- Stabilität

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	94	
Zu bemessende Stabsätze:		
Nationaler Anhang:	CEN	
Tragfähigkeitsnachweise		
Zu bemessende Lastkombinationen:	LK1	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5

1.1.1 DETAILS

Stabilitätsanalyse	
Stabilität untersuchen	☒
Biegung um 'starke' Achse y	
Ersatzstabverfahren nach 6.3	☒
Einflüsse aus Theorie II. Ordnung nach 5.2.2(4) durch Erhöhung der Biegemomente erfassen	☐
Biegung um 'schwache' Achse z	
Ersatzstabverfahren nach 6.3	☒
Einflüsse aus Theorie II. Ordnung nach 5.2.2(4) durch Erhöhung der Biegemomente erfassen	☐
Ermittlungsart des idealen Biegedrillknickmoments	
Für Stäbe:	Automatisch mittels Eigenwertmethode
Lastangriff der positiven Querlasten:	Am Profilrand zum Schubmittelpunkt gerichtet (z.B. am oberen Flansch, destabilisierende Wirkung)
Modelltyp nach Tabelle B.3	
Verschieblich y - y (C_{my} = 0,9)	☐
Verschieblich z - z (C_{mz} = 0,9)	☐
Grenzwerte für den Stabilitätsnachweis	
Kleine Momente und Druckkräfte nicht berücksichtigen, falls:	
$N_{c,Ed} / N_{pl} \leq$	0.01
$M_{y,Ed} / M_{pl,y,Rd} \leq$	0.01
$M_{z,Ed} / M_{pl,z,Rd} \leq$	0.01
Grenzschubspannung infolge Torsion:	
$\tau_{t,Ed} / \tau_{t,Rd} \leq$	0.05
Stabilitätsanalyse für Stabsätze nach	6.3.4 Allgemeine Methode
Klassifizierung der Querschnitte	
Ermittlungsart von ψ und α nach Tabelle 5.2:	N_{Ed} und M_{Ed} gleichmäßig erhöhen
Für grenz-c/t der Klasse 3, Materialbeiwert ε nach 5.5.2(9) erhöhen	☒
Für die Klassifizierung aller unterstützter Querschnittstypen DUENQ verwenden (nur Klassen 3 und 4 zulässig)	☐
Klassifikation der gekrümmten Teile ignorieren	☒
falls c/t ≤	5.00
Optionen	
Elastische Bemessung (auch für Querschnitte Klasse 1 oder 2)	☐
Stabilitätsnachweise mit Schnittgrößen nach Th. II. Ordnung	
γ_{M1} für die Ermittlung der Querschnittsbeanspruchbarkeit verwenden	☒
Querschnittsnachweis nach M+N	
Lineare Interaktion nach 6.2.1(7) verwenden	☒
Querschnitte mit Klasse 4 und Torsion	
$\tau_{t,Ed} / \tau_{t,Rd} \leq$	0.05
Wölbkrafttorsion	
Wölbkraftanalyse durchführen (7 Freiheitsgrade)	☐
Verformbarkeit	
Erweiterte plastische Querschnittsnachweise nach [1] und [2] durchführen	☐
Kaltgeformt	
Nachweis für kaltgeformte Profile nach EN 1993-1-3 durchführen	☐
Stabschlankheiten	
Stäbe mit	λ_{limit}
Nur Zug:	300
Druck / Biegung:	200
Schweißnahtnachweis	
Schweißnähte bemessen	☐

1.1.2 NATIONALER ANHANG

Teilsicherheitsbeiwerte nach 6.1, Anmerkung 2B	
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} :	1.00
Für Beanspruchbarkeit von Bauteilen durch Stabilitätsversagen (untersucht nach Abs. 6.3) γ_{M1} :	1.00
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge von Zugbeanspruchung γ_{M2} :	1.25
Brandeigenschaften	
$\gamma_{M,fi}$	1.00
Schub nach 6.2.6(3) und Schubbeulen nach EN 1993-1-5	
Faktor η :	1.20
Parameter für Biegedrillknicken	
Imperfektionsbeiwerte der Biegedrillknicklinien nach Tabelle 6.3	
Knicklinie a:	0.21
Knicklinie b:	0.34
Knicklinie c:	0.49
Knicklinie d:	0.76
Faktor f zur Modifizierung von χ_{LT} nach 6.3.2.3(2) anwenden	☒
Parameter für Φ_{LT} nach 6.3.2.3(1):	
I-Profil gewalzt	
$\lambda_{LT,0}$:	0.40
β :	0.75
I-Profil geschweißt	
$\lambda_{LT,0}$:	0.40
β :	0.75
Biegedrillknicklinien ermitteln:	Falls möglich, nach 6.3.2.3, Gl. (6.57), sonst nach 6.3.2.2, Gl. (6.56)
Interaktionsfaktoren für 6.3.3(4) bestimmen nach Verfahren:	2 nach Annex B
Gebrauchstauglichkeit-Grenzwerte (Verschiebungen) nach 7.2	
Kombination der Einwirkungen (Tabelle A1.4 der EN 1990):	Kragträger
GC : Charakteristisch	L / 300 — L_c / 150
GH : Häufig	L / 200 — L_c / 100
GQ : Quasi-ständig	L / 200 — L_c / 100
Allgemeines Verfahren nach 6.3.4	
Das allgemeine Verfahren auch für Querschnitte verwenden, die keine I-Form haben	☒
Allgemeines Verfahren für Stabilitäts-nachweis nach 6.3.4 verwenden	☐
Europäische Biegedrillknickkurve nach [5] verwenden	☐
Johannes Caspar Naumes Verfahren für Nachweis für aus-der-Ebene Stabilität verwenden	☐
Interpolation nach Gl. (6.66) verwenden	☐
Parameter für nichtrostenden Stahl (EN 1993-1-4)	
Teilsicherheitsbeiwerte nach 5.1	
Für Widerstand von Querschnitten	
γ_{M0}	1.10
Für Widerstand von Bauteilen bei Stabilitätsversagen (für Bemessung nach 6.3)	
γ_{M1}	1.10
Für Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	
γ_{M2}	1.25
Schub nach 5.6(2) und Schubbeulen	
η	1.20
Parameter für Stabilitätsnachweis	
Imperfektionsbeiwert	α
Knicken	
Kaltgeformte offene Profile	0.49
Holhlprofile (geschweißt oder nahtlos)	0.49
Geschweißte offene Profile (um die starke Achse)	0.49
Geschweißte offene Profile (um die schwache Achse)	0.76
Drillknicken und Biegedrillknicken	
Alle Bauteile	0.34
Parameter für Φ	λ_0
Knicken	
Kaltgeformte offene Profile	0.40
Holhlprofile (geschweißt oder nahtlos)	0.40
Geschweißte offene Profile (um die starke Achse)	0.20
Geschweißte offene Profile (um die schwache Achse)	0.20
Drillknicken und Biegedrillknicken	
Alle Bauteile	0.20
Imperfektionsbeiwert	α_{LT}
Kaltgeformte Querschnitte und Hohlprofile (geschweißt und nahtlos)	0.34
Geschweißte offene Querschnitte und andere Querschnitte	0.76
Kaltgeformt (EN 1993-1-3)	

1.1.2 NATIONALER ANHANG

Teilsicherheitsbeiwerte nach 2(3)	
Für Querschnittstragfähigkeit, begrenzt durch ausgeprägtes Fließen des Querschnitts unter Einbeziehung lokalen Beulens oder Profilverformung von Querschnitten	
γ_{M0}	1.00
Für Tragfähigkeit von Bauteilen und Blechkonstruktionen, bei denen sich ein globales Stabilitätsversagen einstellt	
γ_{M1}	1.00
Für Tragfähigkeit von Nettoquerschnitten an Schraubenlöchern	
γ_{M2}	1.25
Teilsicherheitsbeiwert für Nachweise des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit nach 2(5)	
$\gamma_{M,ser}$	1.00
Abminderungsfaktor für fyb und fu nach Tabelle 3.1a, Anmerkung 1	
Abminderungsfaktor für Stahlbleche mit weniger als 3 mm Dicke	0.90

1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
3	S 235 1.4401 (Sonstige Bauteile, für Berechnung allgemein) | Z-30.3-6:2014-04 Kronringstütze/colonne	17000.00	6540.00	0.300	20.00	

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
4	3	RO 355.6x8 (kaltgefertigt)	Rohr	0.46	Stütze/ colonne

1.5 KNICKLÄNGEN - STÄBE

Stab Nr.	Knicken möglich	Knicken um Achse y			Knicken um Achse z			Biegedrillknicken				
		möglich	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	möglich	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	möglich	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
94	☒	☒	1.00	1.750	☒	1.00	1.750	☐	1.0	1.0	1.750	1.750

2.1 NACHWEISE LASTFALLWEISE

LF/LK/EK	Lastfall- oder LK/EK Bezeichnung	Stab Nr.	Stelle x [m]	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
	Tragfähigkeitsnachweise						
LK1	1.35*LF1 + 1.5*LF2 + LF5	94	0.000	0.46	≤ 1	CS102)	ST+V

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung
4	**RO 355.6x8 (kaltgefertigt) - Stütze/ colonne**						
	94	0.000	LK1	0.46	≤ 1	CS102)	Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	94	0.000	LK1	0.46	≤ 1	ST301)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach EN 1993-1-4, 5.4.2.1(4)
	94	0.000	LK1	0.46	≤ 1	ST311)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach EN 1993-1-4, 5.4.2.1(4)

3.3 STABSCHLANKHEITEN

Stab Nr.	Beanspruchung	Länge L [m]	Starke Achse y			Schwache Achse z		
			k_y	i_y [mm]	λ_y	k_z	i_z [mm]	λ_z
94	Druck / Biegung	1.750	1.000	122.9	14.240	1.000	122.9	14.240

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

10. DETAILNACHWEISE

Inhalt:

Seite:

10.1 Klemmleiste 10 - 2

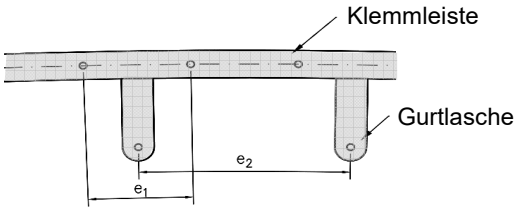
10.2 Anker Randbefestigung 10 - 5

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

10.1 Klemmleiste

Statisches System



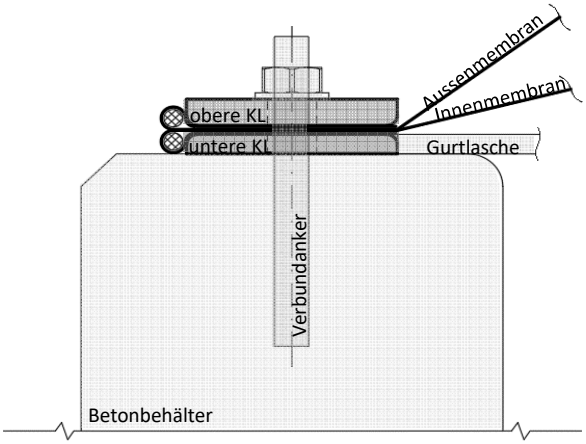
Lochabstand	e_1=	18,7	cm
Abstand Gurthalter	e_2 =	40,5	cm
Festpunktabstand Membran	a =	2,09	m

Belastung

aus Membran	**aus LF3/LF4**		(vergleiche Statik Kap. 6)		
Aussenmembran	horiz.	Einzellast	PH=	17,61	kN
		Streckenlast	Ph=	**8,43**	kN/m
	vert.	Einzellast	PV=	23,26	kN
		Streckenlast	Pv=	**11,13**	kN/m
Innenmembran	horiz.	Einzellast	PH=	6,13	kN
		Streckenlast	Ph=	**2,93**	kN/m
	vert.	Einzellast	PV=	6,86	kN
		Streckenlast	Pv=	**3,28**	kN/m
aus Gurt	horiz.	Einzellast	PH=	2,46	kN
		Streckenlast	Ph=	**6,08**	kN/m
	vert.	Einzellast	PV=	0,43	kN
		Streckenlast	Pv=	**1,07**	kN/m

gewählt:	Klemmleiste	obere Leiste	Flach	**60**	x	**8**	mm
		untere Leiste	Flach	**60**	x	**6**	mm

Material



<u>obere Leiste</u>			
Edelstahl		1.4301	
Streckgrenze	f_{yk} =	210	N/mm²
<u>untere Leiste</u>			
Edelstahl		1.4401	
Streckgrenze	f_{yk} =	220	N/mm²
Anker			
Verbundanker	M	12	

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

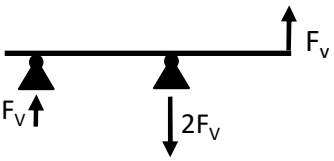
if_group

Widerstandswerte

obere Leiste	horiz	W_h =	4,54	cm³
	vert	W_v =	0,49	cm³
untere Leiste	horiz	W_h =	3,40	cm³
	vert	W_v =	0,28	cm³

Schnittgrößen (Bemessungslasten)

Lastsicherheit		γ_f=	1,65		(gem. TRAS 320)
obere Leiste		M_{ha} =	4,03	kNcm	[$M=\gamma_f$ x 0,083 x ph x e_1^2]
		M_{va} =	5,32	kNcm	
		M_{vi} =	1,57	kNcm	Durchlaufträger mit unendlich vielen Stützen
untere Leiste		M_{hi} =	1,40	kNcm	
		M_{hG} =	5,99	kNcm	[$M=\gamma_f$ x 0,079 x ph x e_2 x e_1]
		M_{vG} =	1,06	kNcm	
Ankerlast	horiz	A_{ha} =	2,60	kN	$A_{h,ges}$= 5,38 kN
		A_{hi}=	0,90	kN	
		A_{hG}=	1,87	kN	
	vert	A_{va} =	6,86	kN	$A_{v,ges}$= 9,21 kN
		A_{vi}=	2,02	kN	
		A_{vG}=	0,33	kN	



Aufgrund der exzentrischen Lasteinleitung verdoppelt sich die vertikale Ankerlast.

Nachweis-obere Leiste

Biegespannung	σ_{Ed}=	149	[N/mm²]
Materialsicherheitsbeiwert	γ_M=	1,1	[-]
Grenzspannung	σ_{Rd}=	191	[N/mm²]

σ_{Ed}/σ_{Rd}=	**0,78**	≤ 1,0	Ok!

Nachweis-untere Leiste

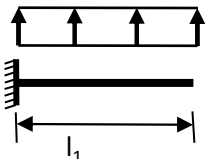
Biegespannung	σ_{Ed}=	60	[N/mm²]
Materialsicherheitsbeiwert	γ_M=	1,1	[-]
Grenzspannung	σ_{Rd}=	200	[N/mm²]

σ_{Ed}/σ_{Rd}=	**0,30**	≤ 1,0	Ok!

IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH
Am Dachsberg 3
78479 Reichenau-Waldsiedlung

www.if-group.de I if-group@t-online.de

Nachweis Durchbiegung-obere Leiste



E-Modul Edelstahl	E=	170000	[N/mm²]	
Trägheitsmoment vertikal	I_v=	1963	[mm⁴]	
Länge Kragarm	l_1=	93,4	[mm]	(1/2 Lochabstand)
Belastung	q=	15,48	[kN/m]	
	w=	0,44	[mm]	
	w_{max}=	0,8	[mm]	

w/w_{max}=	**0,55**	≤ 1,0	Ok!

10.2 Anker Randbefestigung

FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

www.fischer.de

Bemessungsgrundlagen

Anker

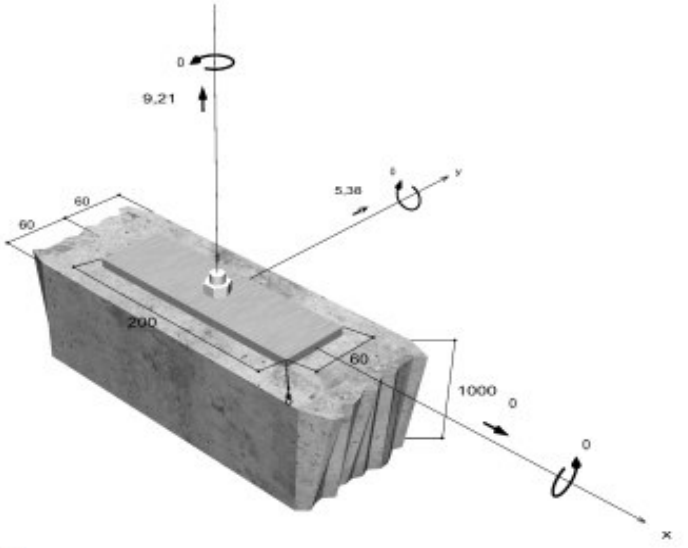
Ankersystem	fischer Injektionssystem FIS V Plus
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 260 R, nicht rostender Stahl
Rechnerische Verankerungstiefe	191 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-20/0603, Option 1, Erteilungsdatum 13.11.2020

Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Seite 1

FIXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN1992-4:2018 Verbundanker
Verankerungsgrund	C35/45, EN 206
Betonzustand	Ungerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	200 mm x 60 mm x 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

Bemessungslasten *)

#	N_{Ed} kN	$V_{Ed,x}$ kN	$V_{Ed,y}$ kN	$M_{Ed,x}$ kNm	$M_{Ed,y}$ kNm	$M_{T,Ed}$ kNm	Belastungsart
1	9,21	0,00	5,38	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	9,21	5,38	0,00	5,38

Max. Betonstauchung : 0,00 ‰
Max. Betondruckspannung : 0,0 N/mm²
Resultierende Zugkraft : 9,21 kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft : 0,00 kN , X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	9,21	31,55	29,2
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	9,21	23,63	39,0
Betonausbruch	9,21	18,30	50,3
Versagen durch Spalten	9,21	24,25	38,0

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
59,00	1,87	31,55	9,21	29,2

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	29,2	1	$\beta_{N,s;1}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \qquad \text{GL (7.13)}$$

$$N_{Rk,p} = 124{,}21kN \cdot \frac{40.680mm^2}{114.921mm^2} \cdot 0{,}806 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 35{,}45kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \Psi_{sus} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot 12mm \cdot 191mm \cdot 17{,}3N/mm^2 = 124{,}21kN \qquad \text{GL (7.14)}$$

$$\Psi_{sus} = 1{,}00 \qquad \text{GL (7.14a)}$$

$$\alpha_{sus} = 0{,}00 \leq \Psi^0_{sus} = 0{,}76$$

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot d \cdot \left(\Psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,ucr}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot h_{ef}\right) \qquad \text{GL (7.15)}$$

$$s_{cr,Np} = min\left(7{,}3 \cdot 12mm \cdot \left(1{,}00 \cdot 15{,}0N/mm^2\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot 191mm\right) = 339mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} = \frac{339mm}{2} = 170mm \qquad \text{GL (7.16)}$$

$$\Psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{60mm}{170mm} = 0{,}806 \leq 1 \qquad \text{GL (7.20)}$$

$$\Psi_{g,Np} = max\left(1;\ \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right)\right) = 1{,}000 - \sqrt{\frac{0mm}{339mm}} \cdot \left(1{,}000 - 1\right) = 1{,}000 \geq 1 \qquad \text{GL (7.17)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1{,}5}\right) \qquad \text{GL (7.18)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = max\left(1;\ \sqrt{1} - \left(\sqrt{1} - 1\right) \cdot \left(\frac{17{,}3N/mm^2}{23{,}9N/mm^2}\right)^{1{,}5}\right) = 1{,}000 \geq 1$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d}\sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} = \frac{11}{3{,}14 \cdot 12mm}\sqrt{191mm \cdot 35{,}0N/mm^2} = 23{,}9N/mm^2 \qquad \text{GL (7.19)}$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2c_x}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{GL (7.21)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{339mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{339mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000 \qquad \text{GL (7.5)}$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FIXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
35,45	1,50	23,63	9,21	39,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	39,0	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$

$$N_{Rk,c} = N^{0}_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^{0}_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \qquad \text{GL (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 171{,}78kN \cdot \frac{68.760mm^2}{328.329mm^2} \cdot 0{,}763 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 27{,}44kN$$

$$N^{0}_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11{,}0 \cdot \sqrt{35{,}0N/mm^2} \cdot \left(191mm\right)^{1,5} = 171{,}78kN \qquad \text{GL (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{60mm}{287mm} = 0{,}763 \leq 1 \qquad \text{GL (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{GL (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{GL (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{573mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{573mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \qquad \text{GL (7.7)}$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,c}$ %
27,44	1,50	18,30	9,21	50,3

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	50,3	1	$\beta_{N,c;1}$

Versagen durch Spalten bei Belastung

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad (N_{Rd,sp})$$

$$N_{Rk,sp} = N^{0}_{Rk,sp} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^{0}_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{h,sp} \qquad \text{GL (7.23)}$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

$$N_{Rk,sp} = 124{,}21kN \cdot \frac{45.840mm^2}{145.924mm^2} \cdot 0{,}794 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}174 = 36{,}37kN$$

$$\Psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{60mm}{191mm} = 0{,}794 \leq 1 \qquad \text{GL (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{GL (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 e_{N,x}}{s_{cr,sp}}} = \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{GL (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{382mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{382mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{h,sp} = min\left(\left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3}; max\left(1; \left(\frac{h_{ef} + 1{,}5\, c_1}{h_{min}}\right)^{2/3}\right); 2\right) \qquad \text{GL (7.24)}$$

$$\Psi_{h,sp} = min\left(\left(\frac{1.000mm}{221mm}\right)^{2/3}; max\left(1; \left(\frac{191mm + 1{,}5 \cdot 60mm}{221mm}\right)^{2/3}\right); 2\right) = 1{,}174$$

$N_{Rk,sp}$ kN	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,sp}$ %
36,37	1,50	24,25	9,21	38,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,sp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	38,0	1	$\beta_{N,sp;1}$

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	5,38	19,23	28,0
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	5,38	36,59	14,7
Betonkantenbruch	5,38	9,27	58,0

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \qquad (V_{Rd,s})$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s} = 1{,}00 \cdot 30{,}00kN = 30{,}00kN \qquad \text{GL (7.35)/(7.36)}$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
30,00	1,56	19,23	5,38	28,0

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

Anker-Nr.	β_{Vx} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	28,0	1	$\beta_{Vx;1}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 2 \cdot 27{,}44kN = 54{,}89kN \quad \text{GL (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{GL (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 171{,}78kN \cdot \frac{68.760mm^2}{328.329mm^2} \cdot 0{,}763 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 27{,}44kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11 \cdot \sqrt{35{,}0N/mm^2} \cdot \left(191mm\right)^{1,5} = 171{,}78kN \quad \text{GL (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{60mm}{287mm} = 0{,}763 \leq 1 \quad \text{GL (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \quad \text{GL (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{GL (7.6)}$$

$$\Psi_{M,N} = 1{,}00 \geq 1 \quad \text{GL (7.7)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
54,89	1,50	36,59	5,38	14,7

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	14,7	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{GL (7.40)}$$

$$V_{Rk,c} = 13{,}90kN \cdot \frac{16.200mm^2}{16.200mm^2} 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 13{,}90kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d^n \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{GL (7.41)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 2{,}4 \cdot \left(12mm\right)^{0,155} \cdot \left(144mm\right)^{0,072} \cdot \sqrt{35{,}0N/mm^2} \cdot \left(60mm\right)^{1,5} = 13{,}90kN$$

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{l_f}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{144mm}{60mm}} = 0{,}155 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0{,}2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{12mm}{60mm}\right)^{0{,}2} = 0{,}072$$ GL (7.42/7.43)

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{90mm}{1{,}5 \cdot 60mm} = 1{,}000 \leq 1$$ GL (7.45)

$$\Psi_{h,V} = max\left(1; \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}}\right) = max\left(1; \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 60mm}{1.000mm}}\right) = 1{,}000 \geq 1$$ GL (7.46)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(cos\ \alpha_V)^2 + (0.5 \cdot sin\ \alpha_V)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(cos\ 0{,}0)^2 + (0.5 \cdot sin\ 0{,}0)^2}} = 1{,}000 \geq 1$$ GL (7.48)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 60mm}} = 1{,}000 \leq 1$$ GL (7.47)

$$\Psi_{re,V} = 1{,}000$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,c}$ %
13,90	1,50	9,27	5,38	58,0

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	58,0	1	$\beta_{V,c1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	29,2
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	39,0
Betonausbruch	50,3
Versagen durch Spalten	38,0

* Ungünstigster Anker

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	28,0
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	14,7
Betonkantenbruch	58,0

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s1} = 0{,}29 \leq 1$$
$$\beta_{V,s} = \beta_{Vs;1} = 0{,}28 \leq 1$$
$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s1}^2 + \beta_{Vs,1}^2 = 0{,}16 \leq 1$$ GL (7.55)

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c1} = 0{,}50 \leq 1$$
$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c1} = 0{,}58 \leq 1$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c1}^{1,5} + \beta_{Vc1}^{1,5} = 0{,}80 \leq 1$$ GL (7.56)

Nachweis erfolgreich

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

FIXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke	t = 8 mm
Profiltyp	Kein Profil

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.
Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie
der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

FIXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

Angaben zur Montage

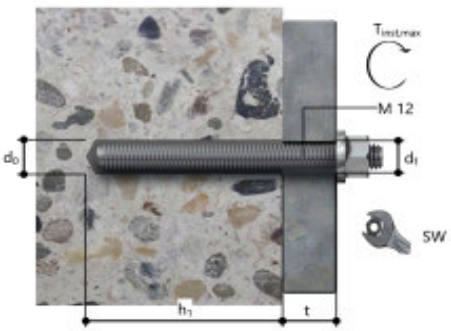
Anker

Ankersystem	**fischer Injektionssystem FIS V Plus**	
Injektionsmörtel	FIS V Plus 360 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 558745
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 260 R, nicht rostender Stahl	Art.-Nr. 90454

Zubehör	FIS MR Plus	Art.-Nr. 545853
	FIS Verlängerungsschlauch 9 mm	Art.-Nr. 48983
	FIS DM S Pro	Art.-Nr. 563337
	Druckluft-Reinigungsgerät	Art.-Nr. 93286
	Ölfreie Druckluft, min. 6 bar	keine Lagerware
	Bürste für Bohr-Ø 14 mm	Art.-Nr. 1491
	SDS Bürsten Aufnahme M8	Art.-Nr. 530332
	Pointer M 14x200/260	Art.-Nr. 543632
	oder alternativ	
	FHD 14/250/380 Hammerbohren mit oder ohne Absaugung	Art.-Nr. 546598
Alternative Kartuschen	FIS VW Plus 360 S	Art.-Nr. 558759
	FIS V Plus 410 C	Art.-Nr. 558780
	FIS V Plus 825 S	Art.-Nr. 567511
	Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	

Montagedetails

Gewindegröße	M 12
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 14 mm
Bohrlochtiefe	h_1 = 191 mm
Rechnerische Verankerungstiefe	h_{ef} = 191 mm
Einbautiefe	h_{nom} = 191 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	4 x ausblasen, 4 x bürsten, 4 x ausblasen Reinigung des Bohrloches ist nicht notwendig bei Verwendung eines Hohlbohrers, z.B. fischer FHD
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max}$ = 40,0 Nm
Schlüsselweite SW	19 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke t_{fix}	= 8 mm
Tfix,max	
Mörtelvolumen je Bohrloch	16 ml/8 Skalenteile



Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

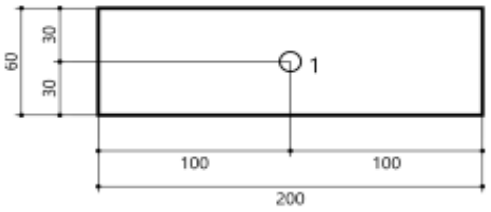
FiXperience

C-FIX 1.123.0.0
Datenbankversion
2024.4.26.15.27
Datum
07.05.2024

fischer

Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	Nicht verfügbar
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_f=14 mm



Anbauteil

Profiltyp	Kein Profil

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	0	0

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen.
Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.

Hinweis:
Die für die Bemessung der Anker zu Grunde gelegten Randbedingungen sind durch den Behälterbauer verantwortlich auf ihre Übereinstimmung mit denen des vorhandenen Behälters zu prüfen und schriftlich freizugeben. Die Randbedingungen sind in der Berechnung oben sowie in der zugehörigen Zulassung ETA-20/0603 ersichtlich. Weiterhin ist die Lastweiterleitung durch den Behälterbauer verantwortlich zu prüfen, nachzuweisen und zu dokumentieren.
Werden diese durch den geplanten oder bereits bestehenden Behälter nicht eingehalten, ist die Berechnung obsolet und es muss eine neue Bemessung entsprechend der vorhandenen Gegebenheiten erstellt werden, so dass die Lasten an den Behälter übergeben und von diesem abgetragen werden können.

UNTERSCHRIFTEN

EIGENTUMSVORBEHALT:

Diese Statische Berechnung bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum der Firma IF - Ingenieure für Flächentragwerke GmbH.

Die Nutzung wird nur für 1 Objekt übertragen.

AUFSTELLER:

IF-Ingenieure für
Flaechentragwerke GmbH

Am Dachsberg 3
78479 Reichenau / Waldsiedlung

TEL. 07531-927080
FAX. 07531-927081

Datum 7. Mai 2024

Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
D-94486 Osterhofen
Tel.: 09932/37 - 0
Fax: 09932/37262
www.wolfsystem.de

Bauvorhaben	:	**Behälterart** Ø 40,00 m Höhe 10,00 m
Baustelle:	:	**Timphaus Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG** **Dinklager Landstraße 4** **49393 Lohne (Oldenburg)**
Auftraggeber	:	**Envitec Biogas** **Boschstraße 2** **48369 Saerbeck**

STATISCHE BERECHNUNG

Normengrundlage	:	DIN EN 1990 / NA Grundlagen der Tragwerksplanung DIN EN 1991 / NA Einwirkungen auf Tragwerke DIN EN 1992 / NA Bemessungsregeln
Baustoffe	:	Stahlbeton C 35/45 und C25/30 Betonstahl B 500 A
Aufgestellt	:	Schaufling, 24.01.2024

Beratende Ingenieure Asen, Geiger, Roßberger PartmbB
Sicking 10
94571 Schaufling
E-Mail: e.asen@ingenieure.bayern.de
Tel.: +49 9901 949494-0
Tel. Mobil: +49 171 8834121

i.A.: .....

Vorbemerkung

Die vorliegende Berechnung umfaßt die statischen Nachweise für Flüssigkeitsbehälter in Stahlbeton - Monolith - Bauweise. Die Behälterwände sind mit einer Temperaturdifferenz der Oberflächentempertur von delta T =+-15K für die Wand bemessen. Sind größere Temperaturunterschiede nicht auszuschließen, sind die Behälter außenseitig zu dämmen. Im gesamten Biogasraum ist für einen Schutz des Betons zu sorgen. Dieser Bereich umfaßt die beaufschlagten Wandinnenseiten incl. Wandkrone. Die Schutzmaßnahme muß dauerhaft rissüberbrückende Eigenschaften aufweisen.

Die Differenz zwischen Vorlauf- und Substrattemperatur bei beheizten Behältern darf max. 20K betragen. **Es erfolgt keine Ausführung nach wu-Richtlinie**

Abmessungen

Lichter Durchmesser	Ø =	40,00	m
Lichte Wandhöhe	H =	10,00	m
Umfassungswanddicke	d_W =	0,35	m
Bodenplattendicke	d_B =	0,20	m
Bodenplattenüberstand	Ü =	0,40	m
Betondeckung	innen	4,00	cm
	außen	4,00	cm

Rissbreiten

Mindestbewehrung Wand	für cal. w =	0,15	mm
Mindestbewehrung Boden	für cal. w =	0,15	mm

Auftrieb

Der äußere Wasserstand darf die in dieser Berechnung nachgewiesene Höhe nicht überschreiten.

Zulässig ist ein äußerer Wasserstand von 0,40 m über UK Bodenplattenüberstand.

Baugrund

Vorausgesetzt wird ein tragfähiger Boden mit zul. Sigma > 200 kN/m² und einem Bettungsmodul ks > 20,0 MN/m³.

Vor Baubeginn ist durch örtliche Ermittlung, bzw. Gutachten zu prüfen, ob der Baugrund diesen Anforderungen entspricht.

Nachweis der Lasten aus dem Planendach

Der Zusatznachweis ist erforderlich, da die Typenstatik die Zusatzbelastung

aus dem Planendach nicht berücksichtigt

Last auf Wand

Vertikallast: Vk= **15** kN/m (lt. der Berechnung des Hochsilodaches)

Vertikallast: Vd= 22,50 kN/m

Horizontallast:p= **5,00** kN/m (lt. der Berechnung des Hochsilodaches)

Zugkraft Hd=p*pi*r *1,5= 471,2 kN

erf As= 471,2 /43,5= 10,83 cm²

< vorh. As = 6 Ø 12 + 2x SQ 1005 = 26,89 cm²

Nachweis erfüllt

Pos. 1	**Umfassungswand**	**d_W =**	**0,35**	**m**
Pos. 2	**Bodenplatte**	**d_B =**	**0,20**	**m**
	Bodenplattenüberstand	**Ueb =**	**0,40**	**m**

Lastfälle:

LF 1: Eigengewicht aus Wand und Bodenplatte

Wandhöhe		h_W =	10,00	m
gk Wand	$G_W = h_W * d_W * 25.00$ =		88,00	KN/m
gd Wand	$G_W = h_W * d_W * 25.00$ =		118,80	KN/m
Vertikallast aus Planendach		Vk =	15,00	kN/m
Vertikallast aus Planendach		Vd =	22,50	kN/m

LF 2: Füllung

		Füllhöhe h_F =	10,00	m
		$gamma_F$ =	10,00	KN/m³

LF 3: Erddruck und Verkehrslast

		p_{Vo} =	10,00	KN/m²
		p_{Vu} =	10,00	KN/m²
Erdhöhe auf Überstand		$h_{EÜ}$ =	1,00	m
Erdraumgewicht		$gamma_E$ =	20,00	KN/m³
		k_{ah} =	0,50	

- horizontal, auf die Wand

oben:	p_{ok} =	$p_{Vo} * k_{ah}$ =	5,00	KN/m²
oben:	p_{od} =	$1,50 * p_{Vo} * k_{ah}$ =	7,50	KN/m²
unten:	p_{ugk} =	$(h_{EÜ} * gamma_E) * k_{ah}$ =	10,00	KN/m²
unten:	p_{upk} =	$p_{Vu} * k_{ah}$ =	5,00	KN/m²
unten:	p_u =	$(1,5 p_{Vu} + 1,35 * h_{EÜ} * gamma_E) * k_{ah}$ =	21,00	KN/m²

- vertikal, auf den Überstand

pUebgk =	$(h_{EÜ} * gamma_E) * Ueb/(Ueb+d_W/2)$ =	13,89	KN/m²
pUepk =	$(p_{Vu}) * Ueb/(Ueb+d_W/2)$ =	6,94	KN/m²
p_{Ueb} =	$(1,5 * p_{Vu} + 1,35 * h_{EÜ} * gamma_E) * Ueb/(Ueb+d_W/2)$ =	29,17	KN/m²

Berechnung der Wände unter Berücksichtigung des Einflußes des Gelenks am Wandfuß

Betongüte	C25/30		Kurze Zylinderschale kl<6	
Durchmesser di=	40,00	m	C1=	-0,0173
Höhe h=	10,00	m	C2=	0,0142
Wanddicke dw=	0,35	m	C3=	0,0142
gamma=	10,00	kN/m³	C4=	0
Pod=gamma*h*1,5	150,00	kN/m²	sinh(KL)=	68,86379
elast Länge L=	2,02	m	cosh(KL)=	68,87105
Qd=Po*L/2	151,24	kN/m	sin(KL)=	-0,977414
Abklingzahl: k=	0,49		cos(KL)=	0,211336
KL=k*H	**4,93**		Step	1,00 m
omega=	3,4157		fyk=	43,5 kN/cm²

Die Behälterwand wird an die Bodenplatte gelenkig angeschlossen.

Lastfall Füllung

H(m)	eta=X/H	FN	FM/omega	Nphi (kN/m)	Nz	My (kNm/m)	erfAs (hor) gesamt
10,00	0,00	-0,017	0,000	-51,784	0,00	0,000	0,00
9,00	0,10	0,097	0,001	290,580	8,80	-0,944	6,68
8,00	0,20	0,213	0,002	637,572	17,60	-2,341	14,66
7,00	0,30	0,332	0,002	994,840	26,40	-1,814	22,87
6,00	0,40	0,453	-0,003	1358,783	35,20	3,487	31,24
5,00	0,50	0,568	-0,016	1703,206	44,00	16,654	39,15
4,00	0,60	0,655	-0,038	1965,290	52,80	39,648	45,18
3,00	0,70	0,679	-0,066	2037,594	61,60	70,123	46,84
2,00	0,80	0,594	-0,091	1781,204	70,40	96,105	40,95
1,00	0,90	0,362	-0,085	1084,791	79,20	89,282	24,94
0,00	1,00	0,000	0,000	0,000	88,00	0,000	0,00

Lastfall Temperatur

delta T = 15,00 K (Differenz der Oberflächentemperaturen)

MT =+/- 46,464 kN/m ks = 2,34 erf As= 3,72 cm²/m

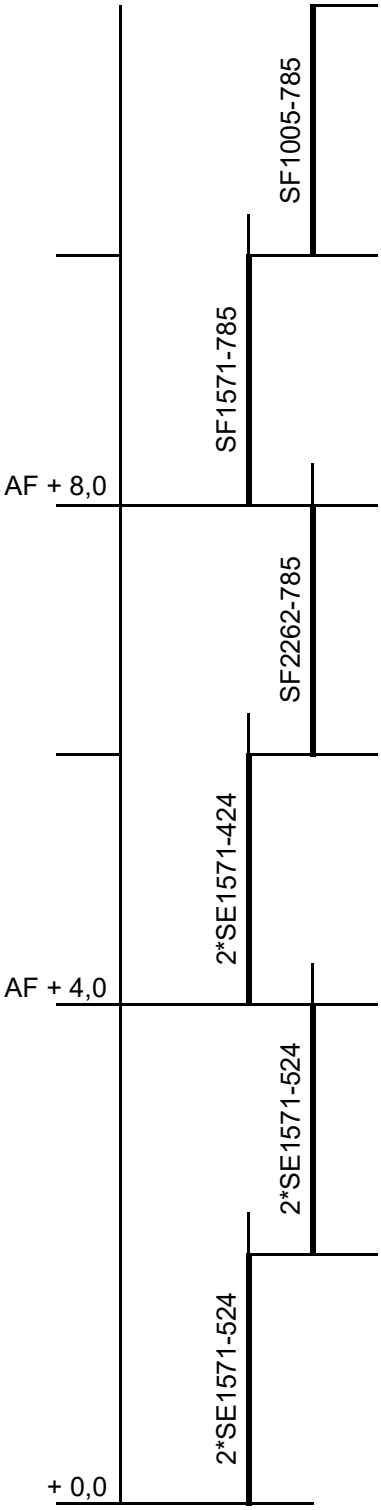
Lastfall Temperatur + Füllung

H(m)	Nz (kN/m)	Mt (kNm/m)	My+Mt (kNm/m)	My-Mt (kNm/m)	erf As hor i. u a.	ks vert i	erf As vert i	ks vert a	erf As vert a
10,00	0,00	46,464	46,46	-46,46	3,72	2,34	3,72	2,36	3,76
9,00	8,80	46,464	45,52	-47,41	7,06	2,34	3,72	2,36	3,52
8,00	17,60	46,464	44,12	-48,80	11,05	2,34	3,72	2,36	3,32
7,00	26,40	46,464	44,65	-48,28	15,16	2,34	3,72	2,36	3,12
6,00	35,20	46,464	49,95	-42,98	19,34	2,34	3,19	2,36	2,91
5,00	44,00	46,464	63,12	-29,81	23,30	2,36	4,09	2,34	2,71
4,00	52,80	46,464	86,11	-6,82	26,31	2,38	5,80	2,34	2,51
3,00	61,60	46,464	116,59	23,66	27,14	2,42	8,25	2,32	2,31
2,00	70,40	46,464	142,57	49,64	24,20	2,45	10,34	2,32	2,11
1,00	79,20	46,464	135,75	42,82	16,19	2,45	9,57	2,32	1,90
0,00	88,00	46,464	46,46	-46,46	3,72	2,34	1,70	2,36	1,73

Ermittlung der max. Bewehrung unter Berücksichtigung der Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung

	Nphik	erf As h.	max As	max As	erf As h.	max.Bew.	gew.	erf As	gew.
	(kN/m)	LF T+ F	Bzw hor.	zentr. Z.	Risslast	hor. je S.	hor	Bzw ver.	vert.
10,00	-17,26	3,72	6,99	-	0,00	6,99	15,71	6,81	7,85
9,00	96,86	7,06	6,99	-	4,17	7,06	15,71	6,81	7,85
8,00	212,52	11,05	6,99	-	9,15	11,05	15,71	6,81	7,85
7,00	331,61	15,16	7,65	-	15,63	15,63	22,62	6,81	7,85
6,00	452,93	19,34	7,65	-	20,97	20,97	22,62	6,81	7,85
5,00	567,74	23,30	7,65	-	24,81	24,81	31,42	7,49	10,48
4,00	655,10	26,31	7,65	-	27,36	27,36	31,42	7,49	10,48
3,00	679,20	27,14	7,65	-	28,03	28,03	31,42	7,49	10,48
2,00	593,73	24,20	7,65	-	25,59	25,59	31,42	7,49	10,48
1,00	361,60	16,19	7,65	12,51	17,05	17,05	31,42	7,49	10,48
0,00	0,00	3,72	7,65	12,51	0,00	12,51	31,42	7,49	10,48

Wandbewehrung für innere und äußere Bewehrungslage



Sondermatten

SE 1571 / 524
horizontal: Ø 10,0d / 10 cm (15,71 cm²)
vertikal: Ø 10 / 15 cm (5,24 cm²)

SE 1571 / 524
horizontal: Ø 10,0d / 10 cm (15,71 cm²)
vertikal: Ø 10 / 15 cm (5,24 cm²)

SE 1571 / 524
horizontal: Ø 10,0d / 10 cm (15,71 cm²)
vertikal: Ø 10 / 15 cm (5,24 cm²)

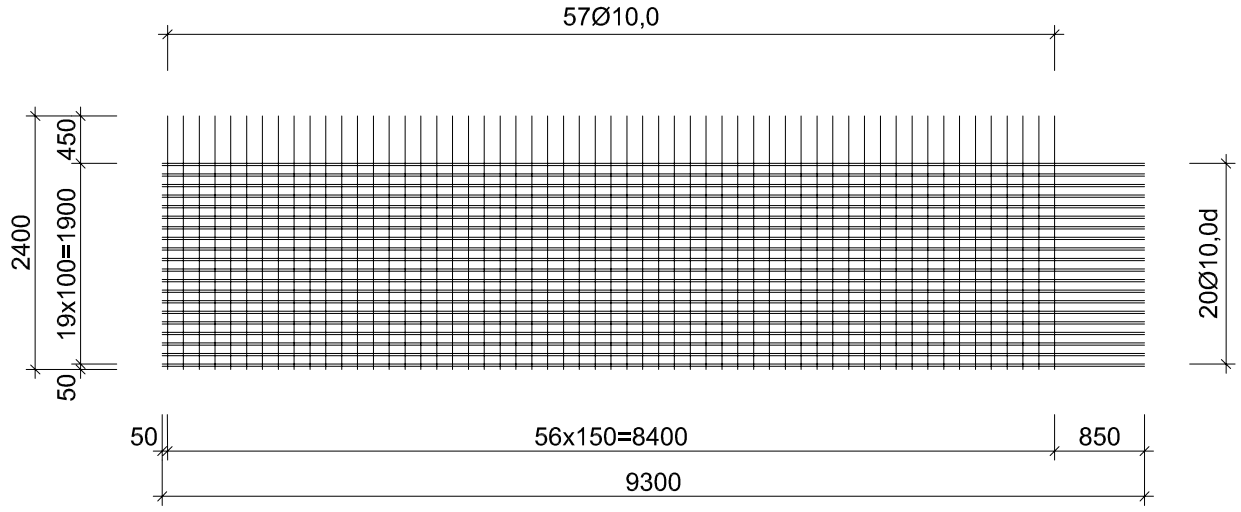
SE 2262 / 785
horizontal: Ø 12,0d / 10 cm (22,62 cm²)
vertikal: Ø 10,0 / 10 cm (7,85 cm²)

SE 1571 / 785
horizontal: Ø 10,0d / 10 cm (15,71 cm²)
vertikal: Ø 10,0 / 10 cm (7,85 cm²)

SE 1005 / 785
horizontal: Ø 8,0d / 10 cm (10,05 cm²)
vertikal: Ø 10,0 / 10 cm (7,85 cm²)

Wandkopf: Bügel Ø 8 , s = 15 cm und 2 Ø 12 je Seite ringsum

Wandfuß: Steckeisen Ø 12, s = 5 cm, l = 90 cm und 2 Fugenbänder



WA 1571/524

Mattenlänge	Mattenbreite	Stück	Seite
9300	2400	180	1 von 3

Längs

Rand oben:

Innen:

40 Ø10,0	Ø10,0d/100	9300	50	850	15,71 cm²/m

Rand unten:

Quer

Rand links:

Innen:

57 Ø10,0	Ø10,0/150	2400	450	50	5,24 cm²/m

Rand rechts:

Gewicht Gesamt	Gewicht Matte
56489,01 kg	313,828 kg

ZEICHNUNGSMATTE

Bauvorhaben

Gärreslager

Durchmesser i.L. 40,00 m

Wandhöhe i.L. 10,00 m

Auftraggeber

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

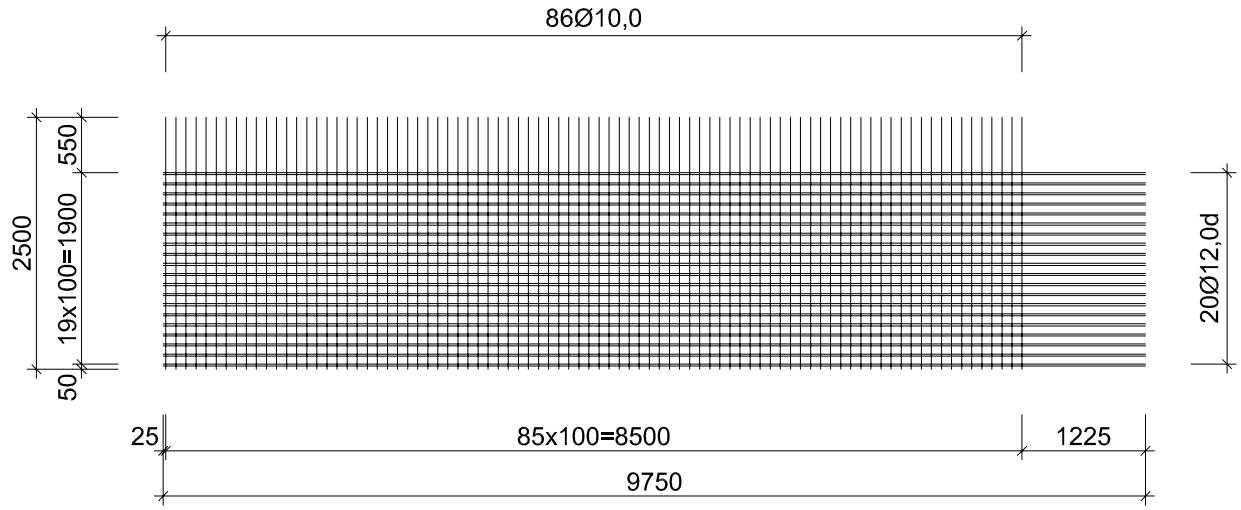
Bauherr/-stelle

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

gezeichnet	Maidl Robert	Auftragsnr.	242275
Tel.	+49/9932/37-1145	Datum	10.02.2025

Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
94486 Osterhofen
Tel. 09932 / 37-0
Fax. 09932 / 2893
mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

Copyright by Wolf System GmbH



WB 2262/785

Mattenlänge	Mattenbreite	Stück	Seite
9750	2500	30	2 von 3

Längs

Rand oben:

Innen:

40 Ø12,0	Ø12,0d/100	9750	25	1225	22,62 cm²/m

Rand unten:

Quer

Rand links:

Innen:

86 Ø10,0	Ø10,0/100	2500	550	50	7,85 cm²/m

Rand rechts:

Gewicht Gesamt	Gewicht Matte
14370,21 kg	479,007 kg

ZEICHNUNGSMATTE

Bauvorhaben

Gärreslager

Durchmesser i.L. 40,00 m

Wandhöhe i.L. 10,00 m

Auftraggeber

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

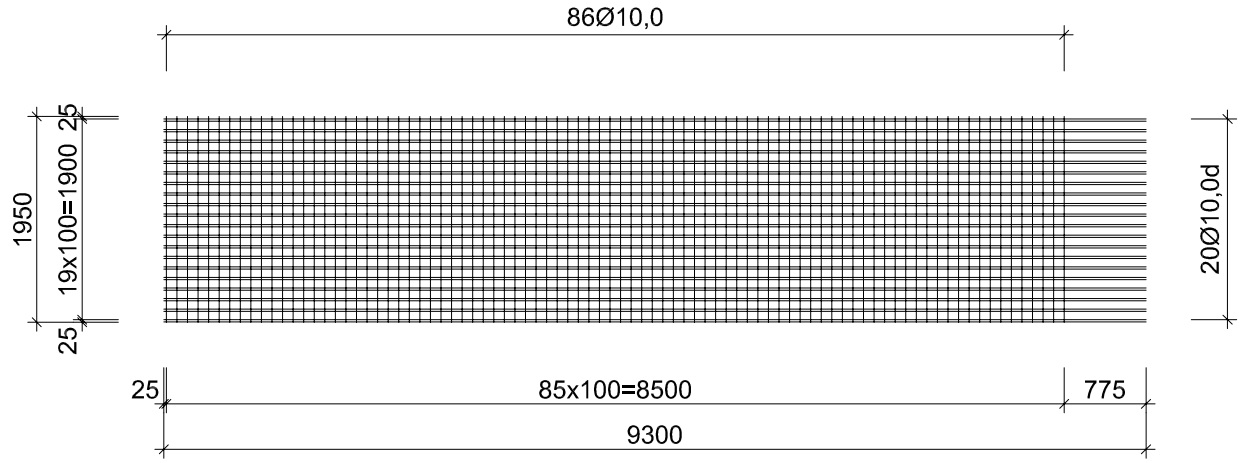
Bauherr/-stelle

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

gezeichnet	Maidl Robert	Auftragsnr.	242275
Tel.	+49/9932/37-1145	Datum	10.02.2025

Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
94486 Osterhofen
Tel. 09932 / 37-0
Fax. 09932 / 2893
mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

Copyright by Wolf System GmbH



WC 1571/785

Mattenlänge	Mattenbreite	Stück	Seite
9300	1950	30	3 von 3

Längs

Rand oben:

Innen:

40 Ø10,0	Ø10,0d/100	9300	25	775	15,71 cm²/m

Rand unten:

Quer

Rand links:

Innen:

86 Ø10,0	Ø10,0/100	1950	25	25	7,85 cm²/m

Rand rechts:

Gewicht Gesamt	Gewicht Matte
9986,61 kg	332,887 kg

ZEICHNUNGSMATTE

Bauvorhaben

Gärreslager

Durchmesser i.L. 40,00 m

Wandhöhe i.L. 10,00 m

Auftraggeber

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Bauherr/-stelle

Timphaus Erneuerbare Energien GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

gezeichnet	Maidl Robert	Auftragsnr.	242275
Tel.	+49/9932/37-1145	Datum	10.02.2025

Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
94486 Osterhofen
Tel. 09932 / 37-0
Fax. 09932 / 2893
mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

Copyright by Wolf System GmbH

Beschränkung der Rißbreite

Behälterwand

Nachweis der Mindestbewehrung für cal.w = 0,15 mm

Im unteren Wandbereich wird die Mindestbewehrung horizontal für zentrischen Zwang

aus Abfluß der Hydratationswärme ermittelt.

Im übrigen Wandbereich ist die Mindestbewehrung in horizontaler und

vertikaler Richtung für Biegezwang im Betonendalter maßgebend.

Bodenplatte

Nachweis der Mindestbewehrung für cal.w = 0,15 mm

Nachgewiesen wird die Mindestbewehrung für Biegezwang im Betonendalter.

Ermittlung der jeweiligen Mindestbewehrung siehe Computerausdrucke.

Begrenzung der Rissbreite

Bestimmung der Mindestbewehrung für Zwangbeanspruchung

Rißbreite	**Wkcal =**	**0,15**	**mm**
Bauteildicke	**h =**	**35,2**	**cm**
statische Höhe	**d =**	**29,7**	**cm**
Betonfestigkeitsklasse	**C**	**25 /30**	

Betonfestigkeitsklasse		fctm	fct,0	Umgebungsklassen				
C	25 / 30	2,565	3,000	XA1	XF3	XC4		
C	30 / 37	2,896	3,000	XA1	XF4	XS1	XD1	XM1
C	35 / 45	3,210	3,210	XA3		XS3	XD3	XM3

fct,0 = 3,00 N/mm² für Zwang im Betonendalter
fct,eff = 0,5*fctm = 1,28 N/mm² für Zwang aus Hydratationswärmeabfluß (früher Zwang)

E-Modul Stahl Es = 200000 N/mm²
E-Modul Beton Ecm = 30500 N/mm²

wirksame Betonzugzone hc,eff: zentrischer Zwang: 13,75 cm je Bauteilseite
Biegezwang: 13,75 cm im Zustand 2 x= 0,2 * d

Betonzugzone im Zustand 1 hct: zentrischer Zwang: 17,60 cm je Bauteilseite
Biegezwang: 17,60 cm

K = 0,8 für h <= 30 cm
K = 0,5 für h => 80 cm K = 0,7688

k1 = 2 / 3 = 0,667 zentr. Zug: kc = 1,00 <= 1,0
Biegung: kc = 0,40 <= 1,0

zentr. Zwang aus Hydratationswärme:
Primär-Risskraft: Fs = 173,53 KN Zustand 1
Sekundär-Risskraft: Fcr = 176,34 KN Zustand 2
Fcr > Fs
maßgebendes Rissbild: Einzelrissbildung

Biegezwang im Betonendalter:
Primär-Risskraft: Fs = 162,37 KN Zustand 1
Sekundär-Risskraft: Fcr = 412,50 KN Zustand 2
Fcr > Fs
maßgebendes Rissbild: Einzelrissbildung

Mindestbewehrung für das maßgebende Rissbild

zentrischer Zwang aus Hydratationswärmeabfluß

gewählt	Einzelrissbildung	
d_s	erf.as / Seite	
[mm]	[cm²]	
6,00	8,85	8,85
6,50	9,21	9,21
7,00	9,56	9,56
7,50	9,89	9,89
8,00	10,22	10,22
8,50	10,53	10,53
9,00	10,84	10,84
9,50	11,13	11,13
10,00	11,42	11,42
10,50	11,70	11,70
11,00	11,98	11,98
11,50	12,25	12,25
12,00	12,51	12,51
14,00	13,51	13,51
16,00	14,45	14,45
20,00	16,15	16,15
25,00	18,06	18,06
28,00	19,11	19,11

Biegezwang im Betonendalter

gewählt	Einzelrissbildung	
d_s	erf.as / Seite	
[mm]	[cm²]	
6,00	5,41	5,41
6,50	5,63	5,63
7,00	5,85	5,85
7,50	6,05	6,05
8,00	6,25	6,25
8,50	6,44	6,44
9,00	6,63	6,63
9,50	6,81	6,81
10,00	6,99	6,99
10,50	7,16	7,16
11,00	7,33	7,33
11,50	7,49	7,49
12,00	7,65	7,65
14,00	8,27	8,27
16,00	8,84	8,84
20,00	9,88	9,88
25,00	11,05	11,05
28,00	11,69	11,69

Sicherung der innenliegenden Matte

Entsprechend "Leonhardt-Vorlesungen über Massivbau, 3. Teil", Seite 67 (6.4.) kann hier auf eine Sicherung der innenliegenden Bewehrung durch S-Haken bei Behältern verzichtet werden.

Tabelle 6.1 Betonzugfestigkeit $ß_{bZ} = 0{,}5\ ß_{WN}^{2/3}$

B 25: $ß_{bZ}$ = 20 kp/cm²
B 35: $ß_{bZ}$ = 25 kp/cm²

Aufgrund von Versuchen mit Stäben Ø 10 und Ø 12 mm kann vorläufig bei Stababständen e > 5 cm und Ø < 14 mm bei folgenden Biegeradien min r auf eine Sicherung der Betondeckung durch Bewehrung verzichtet werden:

$$\min r = 0{,}35 * (1 + 10/(e^2+8)) * (Sig_e/(ß_{bZ}/6)) * Ø^2$$

Dimensionen in [kp] und [cm]

Mattenbezeichnung		min r für B 25 [cm]	min r für B 35 [cm]
Q 131	150 * 5,0	78,30	62,64
Q 188	150 * 6,0	112,75	90,20
Q 221	150 * 6,5	132,32	105,86
Q 295	150 * 7,5	176,17	140,93
Q 378	150 * 8,5	226,28	181,02
Q 443	150 * 6,5 d	264,64	211,72
Q 513	150 * 7,0 d	306,92	245,54
R 589	150 * 7,5 d	352,34	281,87
K 664	100 * 6,5 d	277,25	221,80
Q 670	150 * 8,0 d	400,88	320,70
K 770	100 * 7,0 d	321,54	257,23
K 884	100 * 7,5 d	369,12	295,30
10,05	100 * 8,0 d	419,98	335,98
11,35	100 * 8,5 d	474,11	379,29
12,72	100 * 9,0 d	531,53	425,22
14,18	100 * 9,5 d	592,23	473,78

Pos. 3 Bodenplatte

Plattendicke	**d =**	**0,20**	**m**
Überstand	**Ü =**	**0,40**	**m**

Die Bodenplatte wird als elastisch gebettete Kreisplatte mit rotationssymetrischer Belastung, mit dem Programm "ZYLO" gerechnet.
Zugrundegelegt wird ein Bettungsmodul von ks = 20,0 MN/m³

Belastung ohne Schwingbeiwert (design-Werte)

- Wandeigengewicht +Dach	gW =	133,80	kN/m
- Belastung auf Überstand	pÜb =	29,17	kN/m²

Lastfälle

			design Werte		charakt. Werte	
LF 1	gd Außenwand	gd Wa =	133,80	kN/m	99,11	kN/m
LF 2	gd Überstand	q Üg =	18,75	kN/m²	13,89	kN/m²
	pd Überstand	q Üp =	10,42	kN/m²	6,94	kN/m²
LF 3	Last aus Stütze	Q =	1272,35	kN		

Lastfallkombination

LFK 1 LF 1 + LF 2 + LF 3

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master

Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de

Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

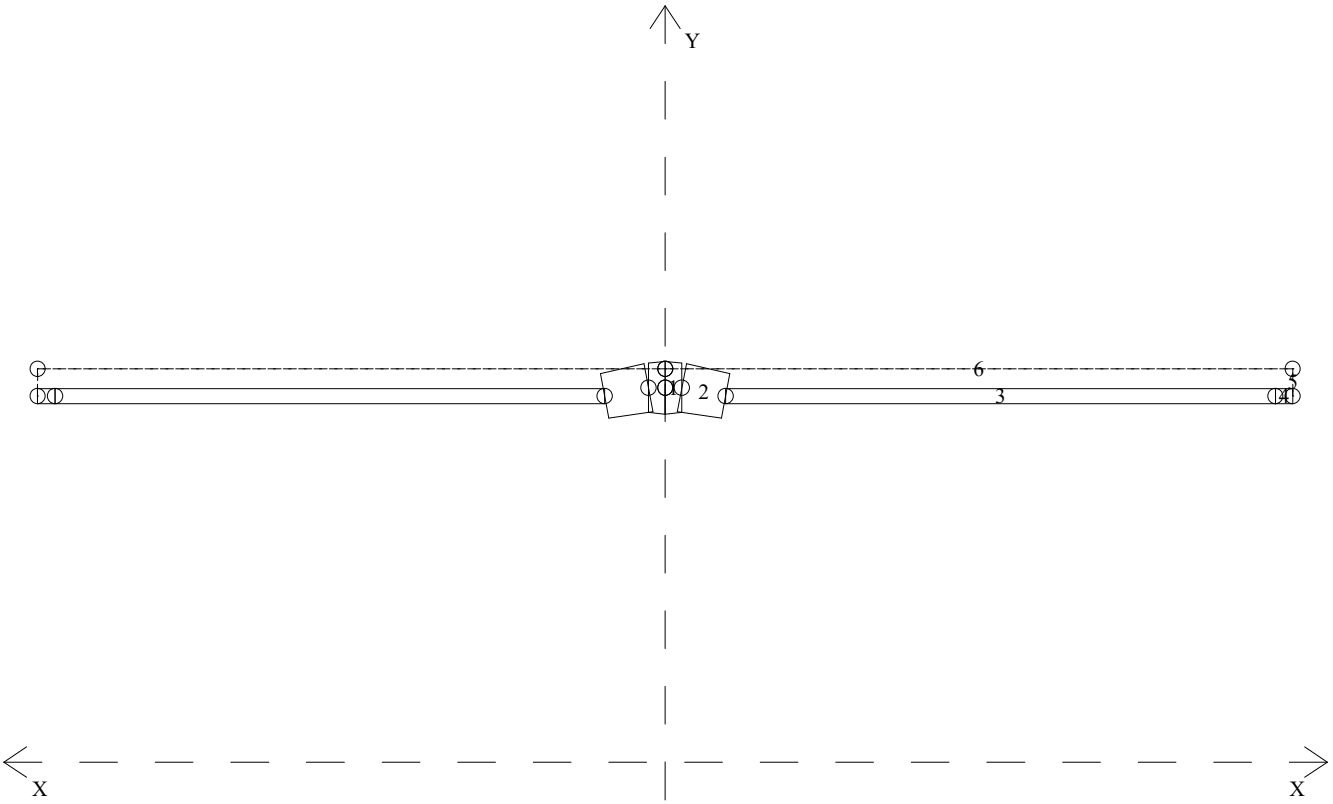
Angaben zur Systemgeometrie **Blatt G/1**

Anzahl der rotationssymmetrischen Elemente Hülle = 6

Maßeinheit der Geometrie : m

links: rechts:

Nummerierung der Innenelemente Nummerierung der Hüllenelemente



Maßstab = 1,0 : 250,0

Tabelle der Hüllenelemente

Element Nr.	Anfangspunkt			Endpunkt			Schalenlänge
	X0	Y0	Dicke	X1	Y1	Dicke	
E1	0,000	0,375	0,700	0,550	0,375	0,650	0,550
E2	0,550	0,375	0,650	2,000	0,100	0,600	1,476
E3	2,000	0,100	0,200	20,175	0,100	0,200	18,175
E4	20,175	0,100	0,200	20,750	0,100	0,200	0,575
E5	20,750	0,100	0,001	20,750	1,000	0,001	0,900
E6	20,750	1,000	0,001	0,000	1,000	0,001	20,750

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master
Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Tabelle der Freiheitsgrade je Verbindung 0 = frei 1 = fest

Nr.	vertikale Verschiebung	horizontale Verschiebung	Rotation
E1- E1	0	0	0
E1 - E2	1	1	1
E2 - E3	1	1	1
E3 - E4	1	1	1
E4 - E5	1	1	0
E5 - E6	1	1	0
E6 - E6	0	0	0

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master
Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0
Projekt : Datum : 07.02.2025
Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**
Baustoffe, Normen und Bewehrungslage **Blatt N/1**

Querdehnungszahl: 0,20
Temperaturausdehnungskoeffizient: 0,00001
Materialrohdichte in KN/m^3: 25,00

Berechnungsnorm: DIN 1045-1 neu, Gebrauchstauglichkeit nach Heft 400 DAfStB
Materialsicherheitsfaktoren Beton 1.5 Stahl 1.15
Begrenzung der Druckzonenhöhe: (x/d)lim = 0,35 oder 0,45 je nach Betongüte
Betonzugfestigkeitsfaktor: 0,30

Bemessungsparameter je Element

Element	Beton	Stahl	max. Rißbreite [mm]	Elastizitätsmodul [MN/m^2]	Schubbewehrung [Winkel °]
E1 bis E6	C25/30	BST500 gerippt	0,25	30500	90

Konstruktiver Mindestdurchmesser der Bewehrungsstäbe je Element in [mm]

	innen		außen	
Element	radial	tangential	radial	tangential
E1 bis E6	5	5	5	5

Betondeckung Cnom je Element in [mm]

	innen		außen	
Element	radial	tangential	radial	tangential
E1 bis E6	0	0	0	0

Lage des Schwerpunktes der jeweiligen Bewehrung vom Bauteilrand in [m]

	Elementanfang				Elementende			
	innen		außen		innen		außen	
Element	radial	tangential	radial	tangential	radial	tangential	radial	tangential
E1 bis E4	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
E5 bis E6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master

Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de

Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Bettung und Belastungen **Blatt L1/PR/1**

Automatische Belastung durch Eigengewicht aus Dicke und Materialrohdichte
mit Lastsicherheitsfaktor = 1,35
Singulärlastfall 1

Parameter zur Gebrauchstauglichkeit
Singulärlastfall 1
Vorwiegender Lastcharakter : Dauerlast
Rissestreuungsfaktor = 1,7
Verformung und Bodenpressung um den Sicherheitsfaktor : 1,5 reduziert
Parameter zu Verformung und Bodenpressung aus Lastschnittgröße: 1,5

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master

Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de

Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

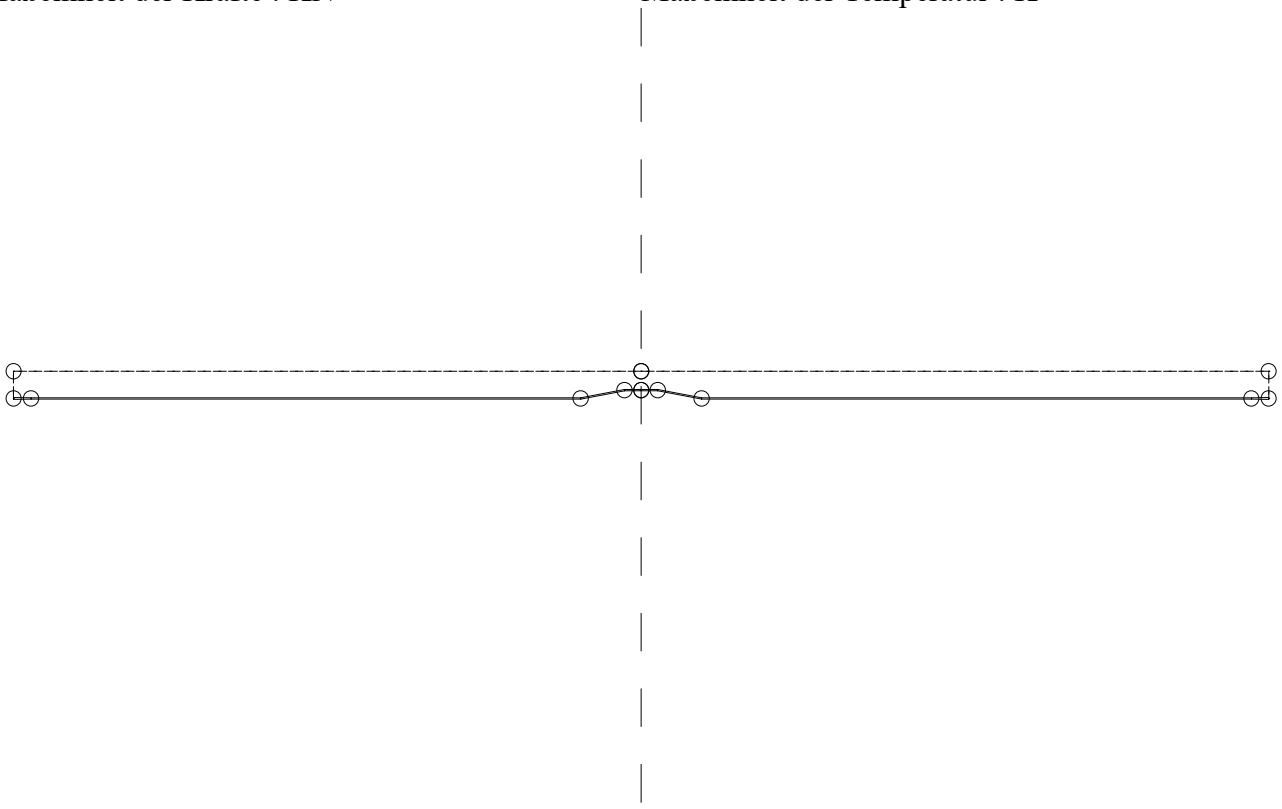
Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Bettung und Belastungen **Blatt L1/SB/1**

Vertikale Bettung auf die horizontale Projektion (Grundfläche) eines Elementes
Singulärlastfall 1

Maßeinheit der Kräfte : KN Maßeinheit der Temperatur : K



Bettungsziffer in [KN/m^3]

Element Nr.	Elementanfang	Elementende
E1 bis E3	20000	20000
E4	20000	30000

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master

Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de

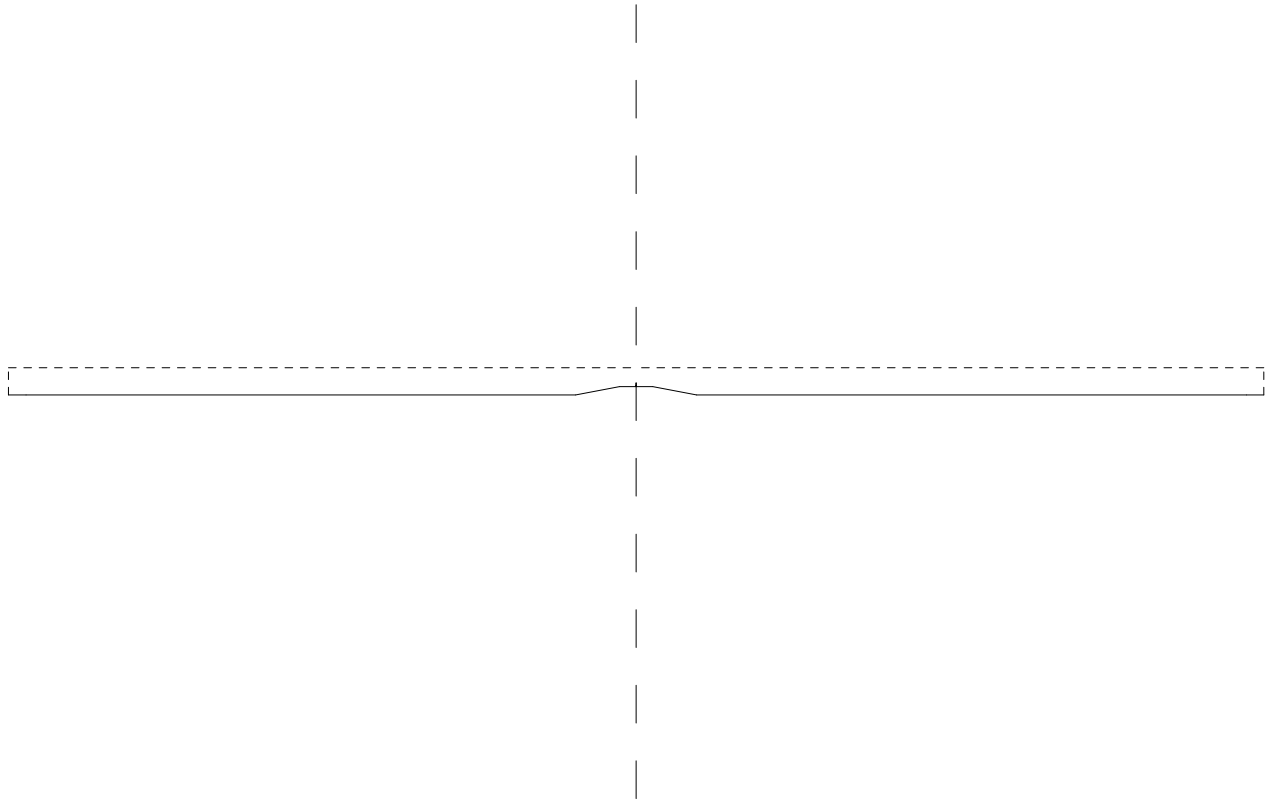
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Bettung und Belastungen **Blatt L1/Z /1**

Einzellasten im Rotationszentrum
Singulärlastfall 1



	vertikale Zentrallast [KN/m]	Sicherheitsft.
Hüllenanfang	1272,350	1,00

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master
Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

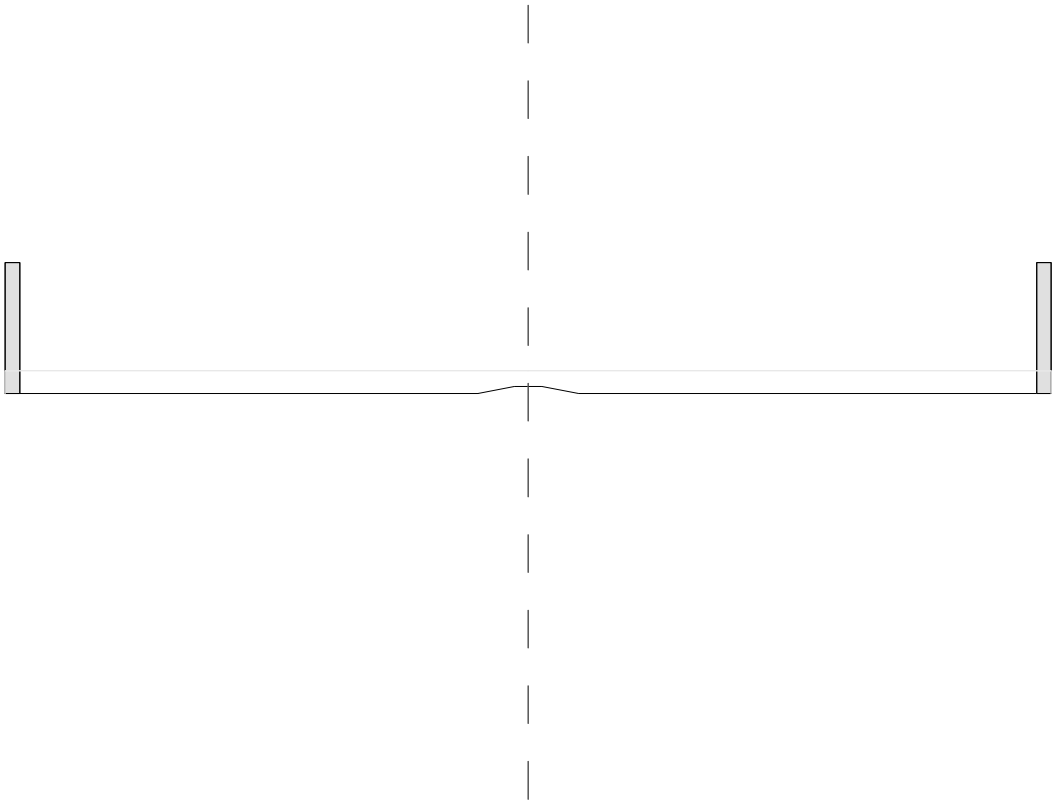
Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Bettung und Belastungen **Blatt L1/VF /1**

Vertikale Flächenlast auf die horizontale Schalenprojektion (z.B. Schnee, Erdlast)
Singulärlastfall 1

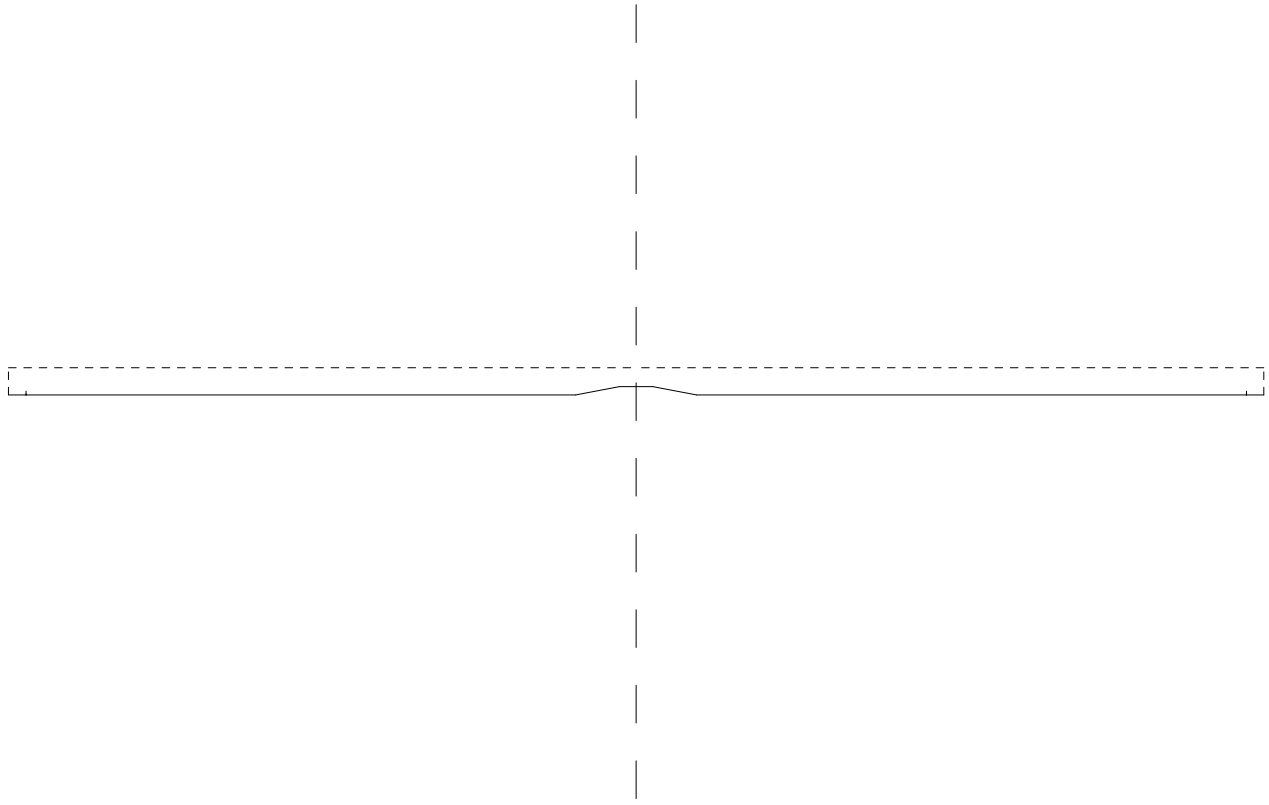
Positive Ordinaten nach oben *Positive Lastrichtung nach unten*



		Lastanfang Schalenabsz.	Ordinate	Lastende Schalenabsz.	Ordinate
	Lastsicherheitsfaktor	[m]	[KN/m^2]	[m]	[KN/m^2]
Element 4					
Last 1	1,00	0,000	29,220	0,575	29,220

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master
Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Knotenlasten
Singulärlastfall 1



	vertikale Einzellast [KN/m]	Sicherheitsft.	horizontale Einzellast [KN/m]	Sicherheitsft.	Biegemoment [KNm/m]	Sicherheitsft.
E3 - E4	133,800	1,00				

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master

Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de

Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Eingabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Kombinationsmatrix der Lastfäle **Blatt KM/1**

	Lastfall Nr. 1
vertikale zentrale Einzellasten / Lasten 1	X
Knotenlasten / Lasten 1	X
vertikale Flächenlast auf die horizont. Schalenprojektion in KN/m^2 z.B. Schnee, Erdlast / Lasten 1	X
Bettungszahl / Bettung 1	X
Parameter zur Gebrauchstauglichkeit/ Parameter 1	X
Eigengewicht / Sicherheitsfaktor 1	X

ZYLO 7+ / Rotationssymmetrische Behälter Version 7.60/Master
Copyright 1992-2012 © Dipl.-Ing. Knut Conrad Tel. +49 561 7390536 / www.zylosoft.de
Lizenznehmer : WOLF SYSTEM GmbH, Tel.: +49(0)9932 37-0

Projekt : Datum : 07.02.2025

Protokoll der Ausgabedaten **Dateiname : 242275.ZLO**

Lastfall 1 - Biegemomente und Normalkräfte, radial und tangential
Lagerpressung, Querkraft und theoretische Schubspannung **Blatt L1/R2/1**

Element Nr.	Schnittkoordinaten X [m]	Y [m]	MR [KNm/m]	MT [KNm/m]	NR [KN/m]	NT [KN/m]	SIGB [KN/m^2]	Q [KN/m]	TAU [N/mm^2]
1	0,000	0,375	-300,56	-300,56	0,00	0,00	-36,77	1,80	0,00
1	0,275	0,375	-280,80	-278,35	0,00	0,00	-36,62	179,60	0,40
1	0,550	0,375	-212,30	-245,64	0,00	0,00	-36,20	359,11	0,83
2	0,550	0,375	-212,30	-227,07	0,00	0,00	-36,20	359,11	0,83
2	1,033	0,283	-117,32	-170,54	0,00	0,00	-34,92	179,21	0,42
2	1,517	0,192	-70,48	-125,62	0,00	0,00	-33,23	109,69	0,27
2	2,000	0,100	-42,38	-97,68	0,00	0,00	-31,30	71,12	0,18
3	2,000	0,100	-42,38	-11,65	0,00	0,00	-31,30	71,12	0,53
3	3,818	0,100	8,43	-1,76	0,00	0,00	-11,90	3,44	0,03
3	5,635	0,100	3,18	0,34	0,00	0,00	-4,20	-2,61	-0,02
3	7,453	0,100	0,07	0,08	0,00	0,00	-4,02	-0,57	0,00
3	9,270	0,100	-0,13	0,00	0,00	0,00	-4,47	0,09	0,00
3	11,088	0,100	-0,07	0,00	0,00	0,00	-4,66	-0,12	0,00
3	12,905	0,100	-0,66	-0,16	0,00	0,00	-4,58	-0,52	0,00
3	14,723	0,100	-0,90	-0,32	0,00	0,00	-3,16	0,77	0,01
3	16,540	0,100	5,59	1,13	0,00	0,00	-1,08	7,58	0,06
3	18,358	0,100	21,51	5,63	0,00	0,00	-12,73	6,91	0,05
3	20,175	0,100	-20,06	-1,70	0,00	0,00	-60,17	-72,54	-0,54
4	20,175	0,100	-20,06	-1,70	0,00	0,00	-71,46	61,26	0,46
4	20,319	0,100	-11,88	-0,18	0,00	0,00	-80,40	50,29	0,38
4	20,463	0,100	-5,55	1,02	0,00	0,00	-93,91	36,54	0,27
4	20,606	0,100	-1,45	1,80	0,00	0,00	-108,28	19,84	0,15
4	20,750	0,100	0,00	2,08	0,00	0,00	-118,83	0,00	0,00

5 Element ohne Dicke

6 Element ohne Dicke

LFXX = Herkunftslastfall des Maximalwertes

Element Nr.	Schnittkoordinaten X [m]	Y [m]	ASIR [cm^2/m]	ASAR [cm^2/m]	ASIT [cm^2/m]	ASAT [cm^2/m]
1	0,000	0,375	0,00 LF01	11,04 LF01	0,00 LF01	11,04 LF01
1	0,275	0,375	0,00 LF01	10,74 LF01	0,00 LF01	10,64 LF01
1	0,550	0,375	0,00 LF01	8,42 LF01	0,00 LF01	9,78 LF01
2	0,550	0,375	0,00 LF01	8,42 LF01	0,00 LF01	9,02 LF01
2	1,033	0,283	0,00 LF01	4,75 LF01	0,00 LF01	6,94 LF01
2	1,517	0,192	0,00 LF01	2,93 LF01	0,00 LF01	5,24 LF01
2	2,000	0,100	0,00 LF01	1,81 LF01	0,00 LF01	4,19 LF01
3	2,000	0,100	0,00 LF01	7,30 LF01	0,00 LF01	1,89 LF01
3	3,818	0,100	1,36 LF01	0,00 LF01	0,00 LF01	0,28 LF01
3	5,635	0,100	0,51 LF01	0,00 LF01	0,05 LF01	0,00 LF01
3	7,453	0,100	0,01 LF01	0,00 LF01	0,01 LF01	0,00 LF01
3	9,270	0,100	0,00 LF01	0,02 LF01	0,00 LF01	0,00 LF01
3	11,088	0,100	0,00 LF01	0,01 LF01	0,00 LF01	0,00 LF01
3	12,905	0,100	0,00 LF01	0,10 LF01	0,00 LF01	0,03 LF01
3	14,723	0,100	0,00 LF01	0,14 LF01	0,00 LF01	0,05 LF01
3	16,540	0,100	0,90 LF01	0,00 LF01	0,18 LF01	0,00 LF01
3	18,358	0,100	3,55 LF01	0,00 LF01	0,91 LF01	0,00 LF01
3	20,175	0,100	0,00 LF01	3,30 LF01	0,00 LF01	0,27 LF01
4	20,175	0,100	0,00 LF01	3,30 LF01	0,00 LF01	0,27 LF01
4	20,319	0,100	0,00 LF01	1,93 LF01	0,00 LF01	0,03 LF01
4	20,463	0,100	0,00 LF01	0,89 LF01	0,16 LF01	0,00 LF01
4	20,606	0,100	0,00 LF01	0,23 LF01	0,29 LF01	0,00 LF01
4	20,750	0,100	0,00 LF01	0,00 LF01	0,33 LF01	0,00 LF01
5	Element ohne Dicke					
6	Element ohne Dicke					

Begrenzung der Rissbreite

Bestimmung der Mindestbewehrung für Zwangbeanspruchung

Rißbreite	**Wkcal**	**=**	**0,15 mm**
Bauteildicke	**h**	**=**	**20,0 cm**
statische Höhe	**d**	**=**	**14,5 cm**
Betonfestigkeitsklasse	**C**		**25 /30**

Betonfestigkeitsklasse		fctm	fct,0	Umgebungsklassen				
C	25 / 30	2,565	3,000	XA1	XF3	XC4		
C	30 / 37	2,896	3,000	XA1	XF4	XS1	XD1	XM1
C	35 / 45	3,210	3,210	XA3		XS3	XD3	XM3

fct,0 = 3,00 N/mm² für Zwang im Betonendalter
fct,eff = 0,5*fctm = 1,28 N/mm² für Zwang aus Hydratationswärmeabfluß (früher Zwang)

E-Modul Stahl Es = 200000 N/mm²
E-Modul Beton Ecm = 30500 N/mm²

wirksame Betonzugzone hc,eff: zentrischer Zwang: 10,00 cm je Bauteilseite
Biegezwang: 8,55 cm im Zustand 2 x= 0,2 * d

Betonzugzone im Zustand 1 hct: zentrischer Zwang: 10,00 cm je Bauteilseite
Biegezwang: 10,00 cm

K = 0,8 für h <= 30 cm
K = 0,5 für h => 80 cm K = 0,8

k1 = 2 / 3 = 0,667 zentr. Zug: kc = 1,00 <= 1,0
Biegung: kc = 0,40 <= 1,0

Biegezwang im Betonendalter:
Primär-Risskraft: Fs = 96,00 KN Zustand 1
Sekundär-Risskraft: Fcr = 256,50 KN Zustand 2
Fcr > Fs
maßgebendes Rissbild: Einzelrissbildung

Biegezwang im Betonendalter

gewählt d_s [mm]	Einzelrissbildung erf.as / Seite [cm²]		**gewählt d_s** [mm]	Einzelrissbildung erf.as / Seite [cm²]
6,00	3,20		10,50	4,23
6,50	3,33		11,00	4,33
7,00	3,46		11,50	4,43
7,50	3,58		12,00	4,53
8,00	3,70		14,00	4,89
8,50	3,81		16,00	5,23
9,00	3,92		20,00	5,84
9,50	4,03		25,00	6,53
10,00	4,13		28,00	6,91

Bodenplattenbewehrung

Plattendicke d = 0,20 m
Überstand Ü = 0,40 m

Die Bodenplatte wird als elastisch gebettete Platte gerechnet.
Zugrundegelegt wird ein Bettungsmodul von ks = 20,0 MN/m³

Bewehrung, oben

max. erf. as = 4,58 cm²

gewählt: Q 524
vorh. as = 4,24 cm²

Bewehrung, unten

max. erf. as = 4,12 cm²

gewählt: Q 424
vorh. as = 4,24 cm²

- Anschnitt Fundament max. erf. as = 15,14 cm²
  gewählt: Ø **20** / **15** cm
  vorh. as = 20,94 cm²

Nachweis der Aufriebsicherung für einen äußeren Wasseranstieg bis über UK Bodenplattenüberstand **0,40 m**

Sicherheit gegen Auftrieb

- ständig gegen den Auftrieb wirkende Kräfte	gamma Erde =	19,00	KN/m³
	gamma Beton =	24,00	KN/m³
Wandeigengewicht		10709,49	KN
Bodenplattengewicht		6493,98	KN
Profilbeton dPi.M. = 0,00 m, gP = 0,00		0,00	KN
sonstiges Gewicht		0,00	KN
Erde auf Überstand hE = 1,00 m		981,40	KN
Erdkeil		0,00	KN
	Qg =	**18184,88**	**KN**

Der Erdkeil resultiert aus der seitlichen Bodenreaktion durch den Erdreibungswinkel. Er wird auf der sicheren Seite liegend angenommen mit 0,0 °
Gemäß DIN 1054 muß Eta hierfür 1,4 betragen.

- Auftrieb:

Behälter: Bodenplattenfläche * Wasserstand ab UK Bp-Üb. * 10,0	=	5411,65	KN
Bodenplattengefälle hi.M. = 0,00 m		0,00	KN
Erdkeil:		0,00	KN
	QA =	**5411,65**	**KN**

- Auftriebsicherheit: Eta = Qg / QA = 3,36 > 1,10

Durchstanznachweis des Bodens

Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen nach DIN 1045-1 Absatz 10.5.4 u. 10.5.5

Fundamentgröße:			**4,00**	m
Höhe:			**0,70**	m
Stützenlast Q =1,35*d²*pi()*p, p=	**0,75**	kN/m²	Nsd = 1272,3	kN
Stütze rund oder viereckig (r/v)			**r**	
Durchmesser		Ø =	0,90	m
Plattendicke		h =	0,70	m
statische Höhe		d =	0,63	m
Stahlbeton		C	25 /30	
mittlere Bodenpressung		Sig0 =	**50,0**	kN/m²
Durchmesser Rundschnitt		dra =	2,79	m
Umfang Rundschnitt		U =	8,77	m
Fläche des Durchstanzkegels		Adk =	6,11	m²
reduzierter Lastanteil	Vsd = Nsd - Adk * Sig0*0,5 =		1119,5	kN
beta			1,05	
Bemessungsquerkraft	vsd=Vsd*1,05/U/1000 =		0,13	MN/m

Bemessungswiderstand:

vRdc,t = (0,14*eta1*kappa*(100*phi1*fck)^(1/3)-0,12*sigmacd)*d = 0,257 MN/m

mit kappa = 1+(200/d)^0,5<2,00 (d in mm) = 1,53 < 2,00 gew.: 1,53

eta1 = 0,40+0,60*phi/200

rho1=(rho1x+rho1y)^0,5 <0,020<0,40*fcd/fyd= 0,003 < 0,02 < 0,01 gew.: 0,003

sigmacd = (sigmacdx+sigmacdy)/2 = 0,00 kN/m²

vRdc,t > vsd keine Durchstanzbewehrung erforderlich

max. Querkrafttragfähigkeit bei Anordnung einer Durchstanzbewehrung:

vRdmax =1,5*vRdct = 0,385 MN/m

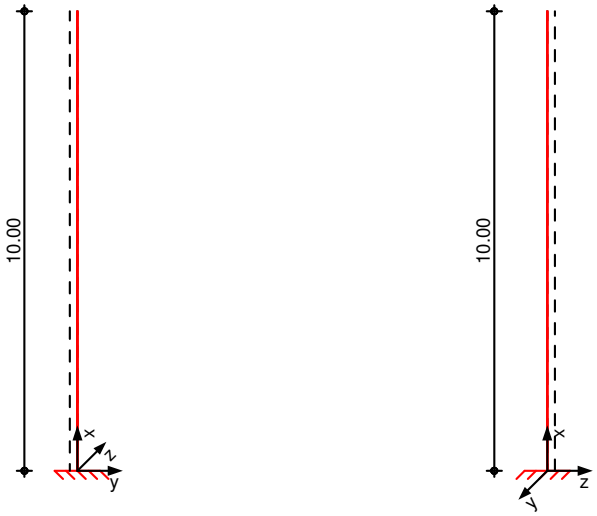
gew.: Ø 20 / 15 = 20,94 cm²

Pos. STa Stahlbetonstütze d=90 cm

System — Kragstütze aus Stahlbeton nach DIN EN 1992-1-1

System

M 1:165



Abmessungen Mat./Querschnitt	l [m]	Material	D [cm]
	10.00	*C 35/45*	**90**

Einwirkungen — Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk — Ständige Einwirkung
Ständige Einwirkungen

Belastungen — Belastungen auf das System

Punktlasten — Einzellasten

in x-Richtung

	Komm.	a [m]	F_x [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]
Einw. *Gk*	Eigengew	10.00	159.04		
(a)		10.00	942.48	40.0	0.0

(a) aus G 1272.35/1.35 = 942.48 kN

Kombinationen — Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

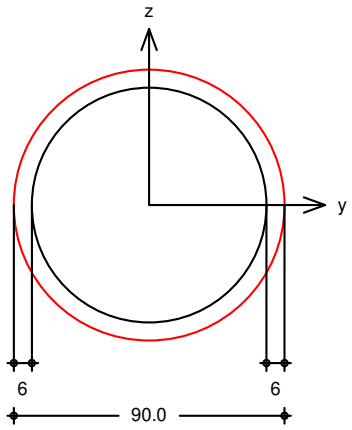
	Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	1	1.35*Gk

Mat./Querschnitt — Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

mb-Viewer Version 2017 - Copyright 2016 - mb AEC Software GmbH

Grafik — Querschnittsgrafik

M 1:25



Bemessung (GZT) — für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Stabilität — Nachweis der Knicksicherheit

Verfahren mit Nennkrümmung getrennt für y- u. z-Richt.

Schlankheiten Abs. 5.8.3.1(1)

Achse	Ek	l_0 [m]	i [cm]	λ [-]	λ_{lim} [-]
y	1	20.00	22.5	88.9	46.6
z	1	20.00	22.5	88.9	46.6

Imperfektionen Abs. 5.2(7)

α_h [-]	$1/\theta_{iz}$ [1/rad]	$1/\theta_{iy}$ [1/rad]	e_{iz} [cm]	e_{iy} [cm]
0.632	316	316	3.16	3.16

Krümmungsbeiwert c = 10 -

Theorie II. Ordnung Abs. 5.8.8.3

Ek	K_r [-]	K_{1z} [-]	$1/r_z$ [1/m]	e_{2y} [cm]
1	1.00	1.00	5.75E-3	23.00

Ek	K_r [-]	K_{1y} [-]	$1/r_y$ [1/m]	e_{2z} [cm]
1	1.00	1.00	5.75E-3	23.00

Bem.-schnittgrößen

Komb. *1 (GK)*

x [m]	M_{0Edz} [kNm]	M_{2z} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
10.00	555.96	0.00	555.96
0.00	555.96	342.09	898.05

Komb. *1 (GK)*

x [m]	M_{0Edy} [kNm]	M_{2y} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
10.00	47.02	0.00	47.02
0.00	47.02	342.09	389.11

mb-Viewer Version 2017 - Copyright 2016 - mb AEC Software GmbH

Biegung
Abs. 6.1

Nachweis der Biege- und Normalkrafttragfähigkeit

Ek	x [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	A_{s1} [cm²]
1	0.00	1487.06	389.11	898.05	28.24

Gesamte Stahlfläche A_s = 28.24 cm²

Bewehrungswahl

Längsbewehrung

Lage	Anz.	d_s [mm]	$A_{s,vorh}$ [cm²]
Längsstäbe	**15 Ø**	**16**	**30.16**

Querbewehrung

Lage	d_s [mm]	Abstand [cm]
Bügel	**8**	**19**

vorh. Bewehrungsgrad ρ = 0.47 %

Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Einw. *Gk*	Aufl.	$F_{v,k}$ [kN]	$F_{Hz,k}$ [kN]	$F_{Hy,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]
	A	1101.52	0.00	0.00	0.00	376.99

Anteile aus Theorie II. Ordnung

Einw. *Gk*	Aufl.	ΔF_{Hz} [kN]	ΔF_{Hy} [kN]	ΔM_y [kNm]	ΔM_z [kNm]
	A	0.00	0.00	288.23	288.23

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Stabilität	OK
Biegung	OK
Bewehrungswahl	OK

mb-Viewer Version 2017 - Copyright 2016 - mb AEC Software GmbH

BETONSTAHLLISTE

Bauvorhaben	Auftraggeber	Bauherr/-in
Gärtenlager Durchmesser i.L. 40,00 m Wandhöhe i.L. 10,00 m	Tinghaus Ennenborn Energies GmbH Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne	Tinghaus Ennenborn Energies GmbH Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne

Pos.	Ø	Einzellänge	Stück	BODENPLATTE	kg/m	ges. m	ges. kg
1	12	6.20	46	90 / 90	0.888	285.20	253.31
2	12	1.87	1812	7 90 / 90	0.888	3388.44	3009.59
3	20	6.50	66		2.467	429.0	1058.34
4	10	0.96	84	20 / 20 / 20 / 20	0.617	79.80	49.24
5	12	2.80	40	40 / 150 / 20 / 20 / 40	0.888	112.00	99.46
6	10	6.60	6	90	0.617	39.60	24.43
7	10	7.55 5.20 5.20 3.60	1 1 1 1	dh= 2.25 1.85 1.45 1.00	0.617	7.55 5.20 5.00 3.60	4.66 3.69 3.09 2.22
8	10	5.60 5.20 4.60	2 2 2	r=1.70 1.50 1.20	0.617	11.60 10.40 9.20	7.16 6.42 5.68
9	20	4.00	16	20 / 150	2.467	64.00	157.89
A	R257A	1.00	131 lfm	8 / 40 / 40	2.990	131.00	391.69
Abschnittsreste			910	S640	0.726	-	660.46
Betonstahlmatten			139	Q524A	100.900	-	14025.10
			139	Q424A	84.400	-	11731.60
							31496.25

gezeichnet: Maidl Robert | Auftragsnummer: 242275 | Blatt: 1 von 2
Tel. +4999322/37-1146 | Datum: 10.02.2025 | Ers./Plan. Nr.: 1

Wolf System GmbH Tel. 09932 / 37-0
Am Stadtwald 20 Fax 09932 / 2893
94486 Osterhofen mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

BETONSTAHLLISTE

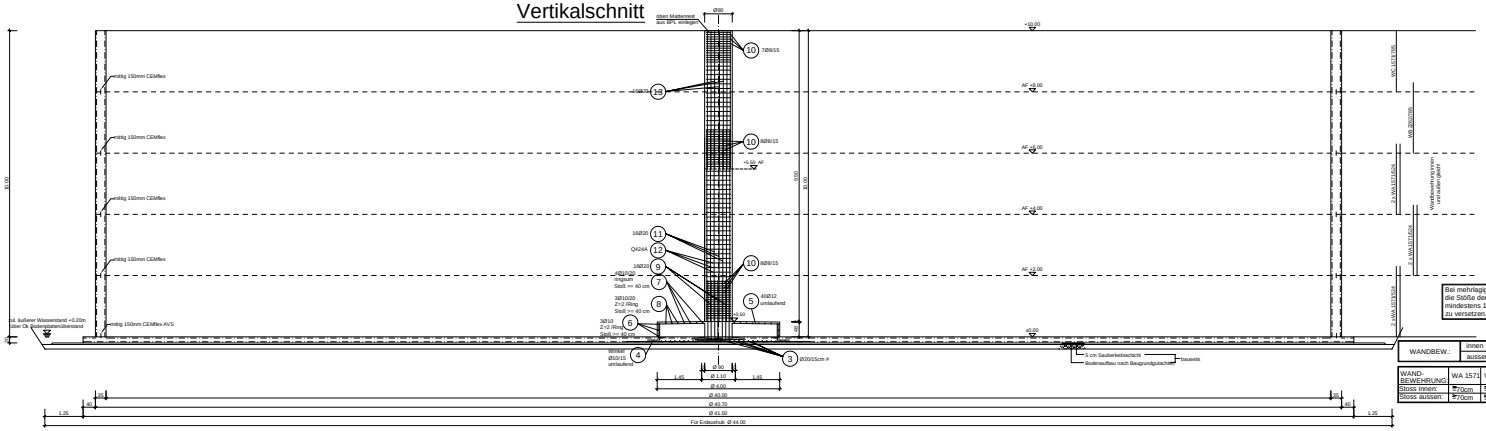
Bauvorhaben	Auftraggeber	Bauherr/-in
Gärtenlager Durchmesser i.L. 40,00 m Wandhöhe i.L. 10,00 m	Tinghaus Ennenborn Energies GmbH Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne	Tinghaus Ennenborn Energies GmbH Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne

Pos.	Ø	Einzellänge	Stück	STUTZE	kg/m	ges. m	ges. kg
10	8	2.65	23	265	0.395	65.55	25.89
11	20	6.50	16		2.467	104.00	256.57
12	Q424A	2.65 2.65 2.35	5	265 / Q424A L=10x15,6= 2,96 m b=2,20m (145 6cls)	84.400	-	253.20
13	20	4.45	16		2.467	71.20	175.65
							711.31
				WAND			
21	12	6.10	144		0.888	878.40	780.10
22	8	0.60	852	22 / 20	0.395	766.80	302.70
23	10	2.90	16		0.617	46.40	28.62
24	10	3.70	20		1.579	153.60	363.94
25	10	1.05	22	41 / 41	0.617	22.10	14.25
26	8	0.65	640	20 / 20 / 20 / 20 Montagehilfe für Matten in der Wand 1 Stück/2m²	0.395	416.00	164.22
Betonstahlmatten			180	WA157/152A	313.928	-	56488.04
			20	WB226/276S	479.097	-	14370.21
			20	WC157/76S	332.887	-	9986.61
							82299.43

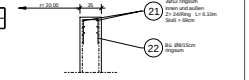
gezeichnet: Maidl Robert | Auftragsnummer: 242275 | Blatt: 2 von 2
Tel. +4999322/37-1146 | Datum: 10.02.2025 | Ers./Plan. Nr.:

Wolf System GmbH Tel. 09932 / 37-0
Am Stadtwald 20 Fax 09932 / 2893
94486 Osterhofen mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

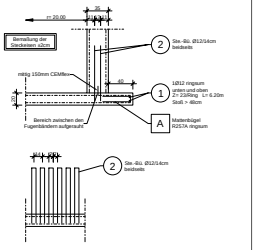
Vertikalschnitt



Detail Wandkopf



Detail Anschluss Bodenplatte - Wandfuß

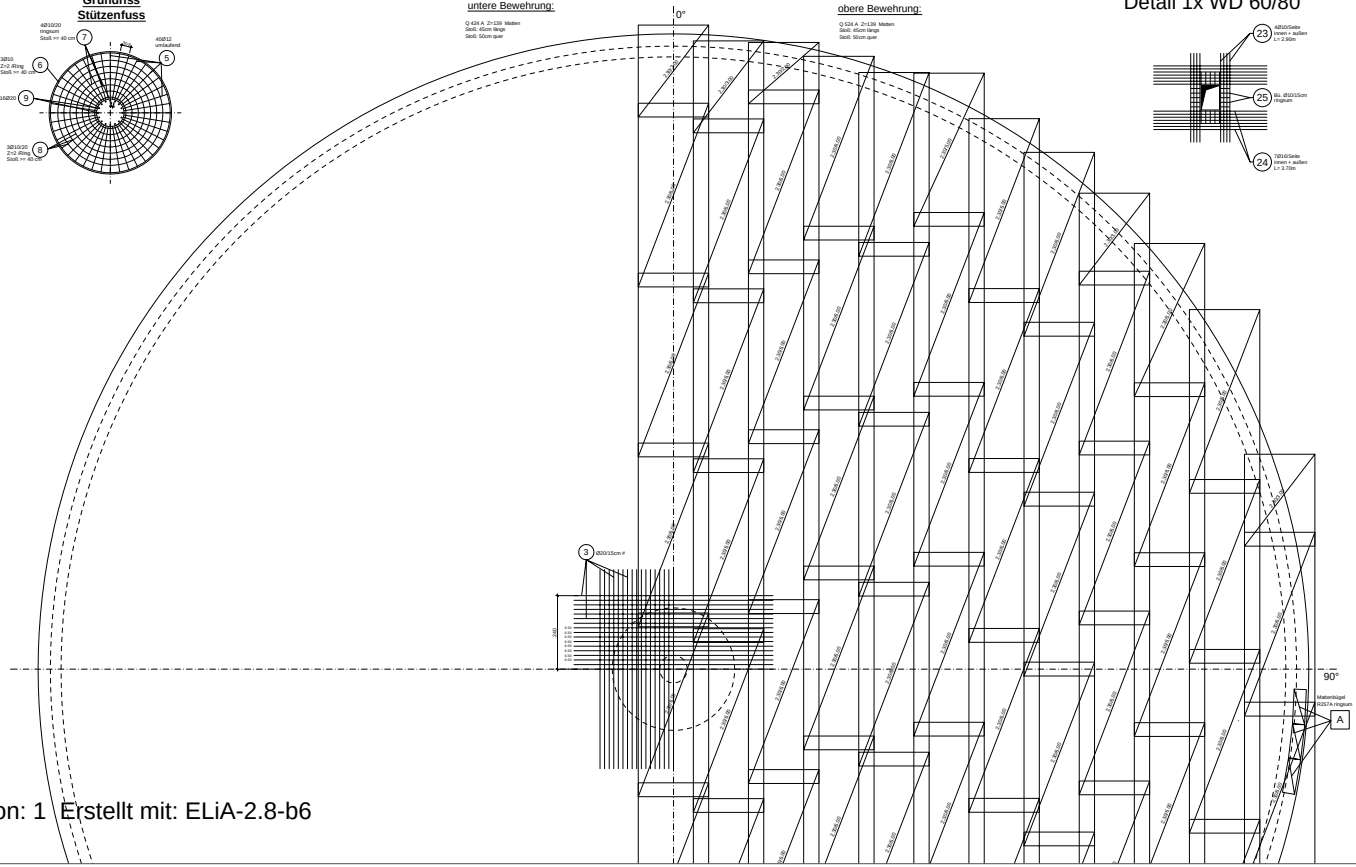


Grundriss Stützenfuss

Bodenplatte d= 20 cm

untere Bewehrung:
Q 424 A Z=139 Matten
Stoß: 45cm längs
Stoß: 50cm quer

obere Bewehrung:
Q 524 A Z=129 Matten
Stoß: 45cm längs
Stoß: 50cm quer



Detail 1x WD 60/80

Betonstahlsorte: BSt 500 S + M
WU Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2, 5.5.3

Bauteil	Betonsorte	Betondeckung Cv innen	Betondeckung Cv außen	Expositionsklassen	Betonbedarf
Bodenplatte	C25/30	4.0cm	4.0cm	XC4, XF1, XA1	270.55m³
Sockel	C25/30	4.0cm	4.0cm	XC4, XF1, XA1	9.20m³
Wand 2.00m	C35/45	4.0cm	4.0cm	XC4, XF3, XA3	88.75m³
Mittelstütze	C35/45	4.0cm	4.0cm	XC4, XF3, XA3	6.05m³

Material

SCHAL- UND BEWEHRUNGSPLAN

Bauvorhaben

Hinweis

* = Maße an Wandaußenkante gemessen
** = Maße nach statischer Berechnung

Vom Bauherrn zu beachten:
Bei der Ausführung der vom Bauherrn zu erbringenden Bauunterlagungen und Erstellung weiterer Gewerke sind Anforderungen und Bedienungsanleitungen unserer Produkte und die daraus resultierenden Anforderungen an Verarbeitungen und sonstige Anlagen bei Baugrund- und Wasserverhältnissen, Bauwerksabdichtungen, Dränagen, Verankerungen und sonstige Anlagen bei Baugrube und Bauwerk die gesamten Bauteile ausreichend und fachgerecht zu sichern.

Erdaushub, Frostschutz- bzw. Ausgleichsschicht, Sauberkeitsschicht und spätere Wiederverfüllen, der Arbeitsräumen usw. sind bauseitige Leistungen. Die mind. 5cm starke Sauberkeitsschicht ist unter der kegelnden Bodenplatte direkt auf der Frostschutz- bzw. Ausgleichsschicht und auf tragfähigem Baugrund unmittelbar nach erfolgtem Erdaushub herzustellen. Die Baugrube sowie der Böschungsanlauf ist entsprechend dem Baugrund baulseits anzuböschen und zu sichern. Bauseits sind die Bodenverhältnisse mittels Baugrundgutachten zu belegen.

Hinweis für den Bauherrn und für die Lieferanten von Anlagenteilen einschließlich Montage.
Entsprechend VOB ist jeder Nachunternehmer verpflichtet, die für ihn relevanten Abmessungen usw. an Ort und Stelle zu überprüfen. Änderungen müssen, wenn diese annötwendig werden sollen, vor der Weiterarbeit (Montage o. ä.) vorgenommen werden.

Bauherrdaten

Gärtenlager
Durchmesser i. L. 40,00 m
Wandhöhe i. L. 10,00 m

Auftraggeber

Tinghaus Ennenborn Energies GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Tinghaus Ennenborn Energies GmbH
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Index	Änderung	Datum	gezeichnet
a			
b			
c			
d			
e			

gezeichnet: Maidl Robert | Tel. +49/9922/37-1146 | Auftragsnummer: 242275
Fax: 91146 | Maßstab: 1:50
E-Mail: r.maidl@wolfsystem.de | Blatt Nr.: 1
Datum: 10.02.2025

Wolf System GmbH Tel. 09932 / 37-0
Am Stadtwald 20 Fax 09932 / 2893
94486 Osterhofen mail@wolfsystem.de
www.wolfsystem.de

Diese Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung, auch auszugsweise, ist ohne unsere schriftliche Genehmigung unzulässig. Copyright by Wolf System GmbH

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

Dipl. Bau.-Ing.

Udo Stindt

Ingenieurbüro

Kreiennest 15
49413 Dinklage

Tel .: 04443/91310

Mail:Udo.Stindt@ib-stindt.de

Statische Berechnung

Bauherr : Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG
Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne

Bauort : An den Teichen 27, 49393 Lohne

Bauteil : Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24)
und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25)

Berechnungsgrundlage : DIN EN 1991 Einwirkung auf Tragwerke

DIN EN 1992 Stahlbeton

DIN EN 1993 Stahlbau

DIN EN 1994 Stahl und Beton

DIN EN 1995 Holzbau

DIN EN 1996 Mauerwerk

DIN EN 1997 Geotechnik

Baustoffe : Beton C 20/25, C25/30, C35/45

Betonstahl 500 M, 500 S (A)

Mauerwerk KSl 12/1,4, KSV 20/2,0

Holz : NH C24 GL24c

Stahl S 235 (ST 37-2)

Literatur : DIN – Normen

Schneider Bautabellen

EDV – Programme

Anzahl der Seiten : 152

Positionspläne : P1 – P6

Statische Berechnung nur mit Unterschrift gültig.

06.06.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Position: Vorbemerkung	Seite: 1
2	Position: Halle 1	Seite: 2
3	Position: Wind- und Schneelasten	Seite: 3
4	Position: 1 Dacheindeckung	Seite: 11
5	Position: 2 Koppelpfetten	Seite: 12
6	Position: 2 Koppelpfetten	Seite: 13
7	Position: 3 Stahlrahmen	Seite: 16
8	Position: 3 Stahlrahmen	Seite: 17
9	Position: 3.1 Stahlrahmen First geschraubt	Seite: 30
10	Position: 3.2 Stahlrahmen Rahmenecke Links geschraubt	Seite: 39
11	Position: 3.3 Stahlrahmen Fußplatte	Seite: 49
12	Position: 4 Dachverband	Seite: 51
13	Position: 4 Dachverbände	Seite: 52
14	Position: 5 Windverband Traufe	Seite: 56
15	Position: 5 Windverband Traufe	Seite: 57
16	Position: Pos. 6 Giebelrahmen - Pfette	Seite: 61
17	Position: 6 Pfette - Giebelrahmen	Seite: 62
18	Position: Pos. 7 Giebelstütze	Seite: 65
19	Position: 7 Stütze	Seite: 66
20	Position: Pos. 8 Träger	Seite: 69
21	Position: 8 Träger	Seite: 70
22	Position: Pos. 9 Giebelstütze	Seite: 73
23	Position: 9 Stütze	Seite: 74
24	Position: Pos. 10 Windverband Giebel	Seite: 77
25	Position: 10 Windverband Giebel	Seite: 78
26	Position: Pos. 11 Wandverkleidung etc	Seite: 82
27	Position: 12 Wandriegel Traufe	Seite: 83
28	Position: 13 Wandriegel Giebel	Seite: 86
29	Position: Pos. 14 Stb.-Wände	Seite: 89
30	Position: 14 Stb.-Wände	Seite: 90
31	Position: Pos. 15 Stb.-Wände	Seite: 96
32	Position: 15 Stb.-Wände	Seite: 97
33	Position: Gründung	Seite: 103
34	Position: G 2 Streifenfundamente	Seite: 104
35	Position: Halle 2	Seite: 105
36	Position: Wind- und Schneelasten Halle 2	Seite: 106
37	Position: 1 Dacheindeckung	Seite: 114
38	Position: 2 Dachlatten	Seite: 115
39	Position: 2 Dachlatten	Seite: 116
40	Position: 3 Binder	Seite: 119
41	Position: 3 Binder	Seite: 120
42	Position: 4 Stb.-Ringanker	Seite: 124
43	Position: 4.1 .Ringanker	Seite: 125
44	Position: 4.2 .Ringanker	Seite: 131
45	Position: 5 Stb.-Sturz	Seite: 137
46	Position: 4 Stb.-Ringanker	Seite: 143
47	Position: 6 Stb.-Stütze	Seite: 144
48	Position: 6 Stb.-Stützen	Seite: 145
49	Position: G1 + G2 Sohlplatten	Seite: 151
50	Position: G 3 Streifenfundamente	Seite: 152

Vorbemerkung :

Die statische Berechnung wird für 2 Hallen durchgeführt.

Grundlagen der Statik sind die Entwurfszeichnungen vom Planungsbüro

Von Lehmden GmbH – Stand 26.09.2024

Halle 1 : Lagerhalle für Gärreste (24)

Konstruktion :

Grundriss 25,00 * 50,00 m

Satteldach – Traufhöhe 8,21 m, Firsthöhe 10,88 m - Dachneigung 12 °

Tragkonstruktion Stahlrahmen auf Betonwände

Dacheindeckung – Faserzementplatten auf Koppelpfetten

Gründung - Stb.-Streifenfundamente und Stb.-Sohlplatte

Halle 2 : Technikhalle (25)

Konstruktion :

Grundriss 25,00 * 15,00 m

Satteldach – Binderdach – 15 ° , Traufhöhe 3,54 m, Firsthöhe 5,54 m

Tragkonstruktion – Binderdach auf Mauerwerk mit Stb.-Aussteifungsstützen

Dacheindeckung – Faserzementplatten auf Latten

Gründung - Stb.-Streifenfundamente und Stb.-Sohlplatte

Gemäß Bauherrn werden die Außenwände zweischalig in Massivbauweise erstellt.

Halle 1 - Lagerhalle für Gärreste (24)

3. Position: Wind- und Schneelasten

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

System

Basiswerte

Land		Deutschland
Schnee-Norm		DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm		DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde		49393 Lohne (Oldenburg)
Geländehöhe	hNN =	41.00 m
Klimaregion		Zentral-Ost
Schneezone		2
Windzone		2
Geländekategorie		Kategorie II

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

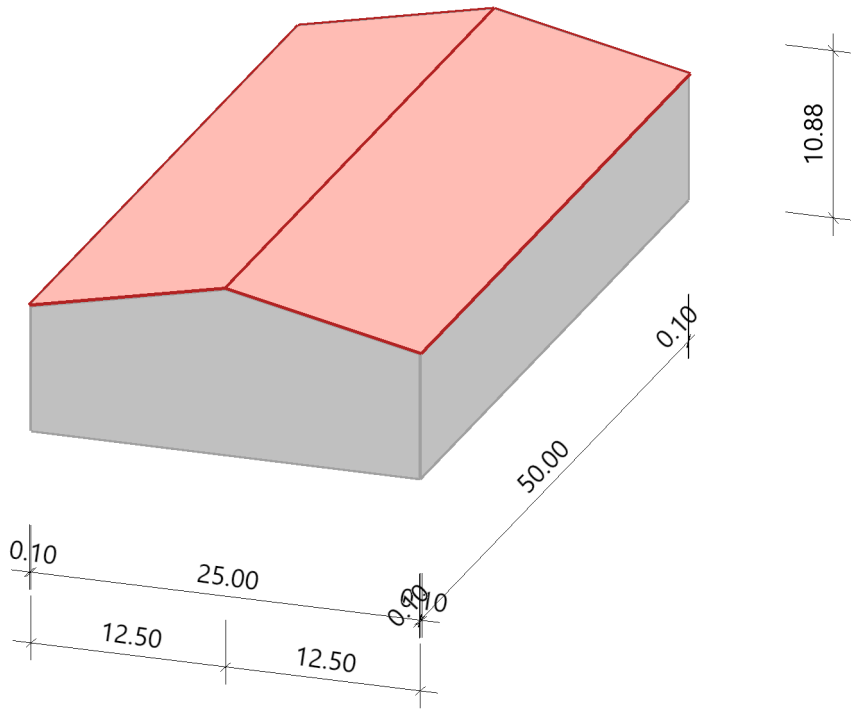
Beiwerte

C_{esl} = 2.300 Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

Geometrie Satteldach

Gebäudehöhe	h =	10.88	m			
Gebäudelänge	l =	50.00	m			
Gebäudebreite	b =	25.00	m			
	b_{li} =	12.50	m	b_{re} =	12.50	m
mit Satteldach						
Dachneigung	α_{li} =	12.0	°	α_{re} =	12.0	°
Überstand	$ü_{li}$ =	0.10	m	$ü_{re}$ =	0.10	m
Überstand	$ü_1$ =	0.10	m	$ü_2$ =	0.10	m
Dachbreite/länge	dx =	25.20	m	dy =	50.20	m
Abstand Schneefanggitter	a_{li} =	0.00	m	a_{re} =	0.00	m

Grafik



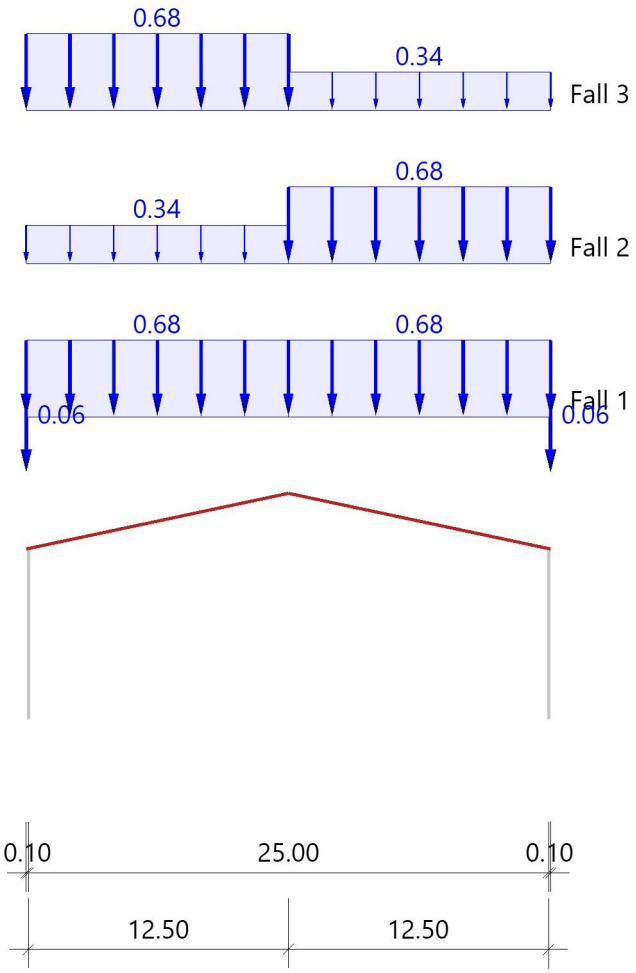
Lasten

Bodenschneelast	sk	=	0.85	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	vb0	=	25.0	m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0	=	0.39	kN/m²
Referenzhöhe	z_e	=	10.88	m
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h)	=	0.84	kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h)	=	0.84	kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μli	μre	μli*2	μre*2	Fall (I) sli [kN/m²]	Fall (I) sre [kN/m²]	Fall (II) 1 sli [kN/m²]	Fall (II) 1 sre [kN/m²]	Fall (III) sli [kN/m²]	Fall (III) sre [kN/m²]	Se,li [kN/m]	Fs,li [kN/m]	Se,re [kN/m]	Fs,re [kN/m]
P/T	0.80	0.80	0.80	0.80	0.68	0.68	0.34	0.68	0.68	0.34	0.06		0.06	
excp	0.80	0.80	0.80	0.80	1.56	1.56	0.78	1.56	1.56	0.78	0.33		0.33	

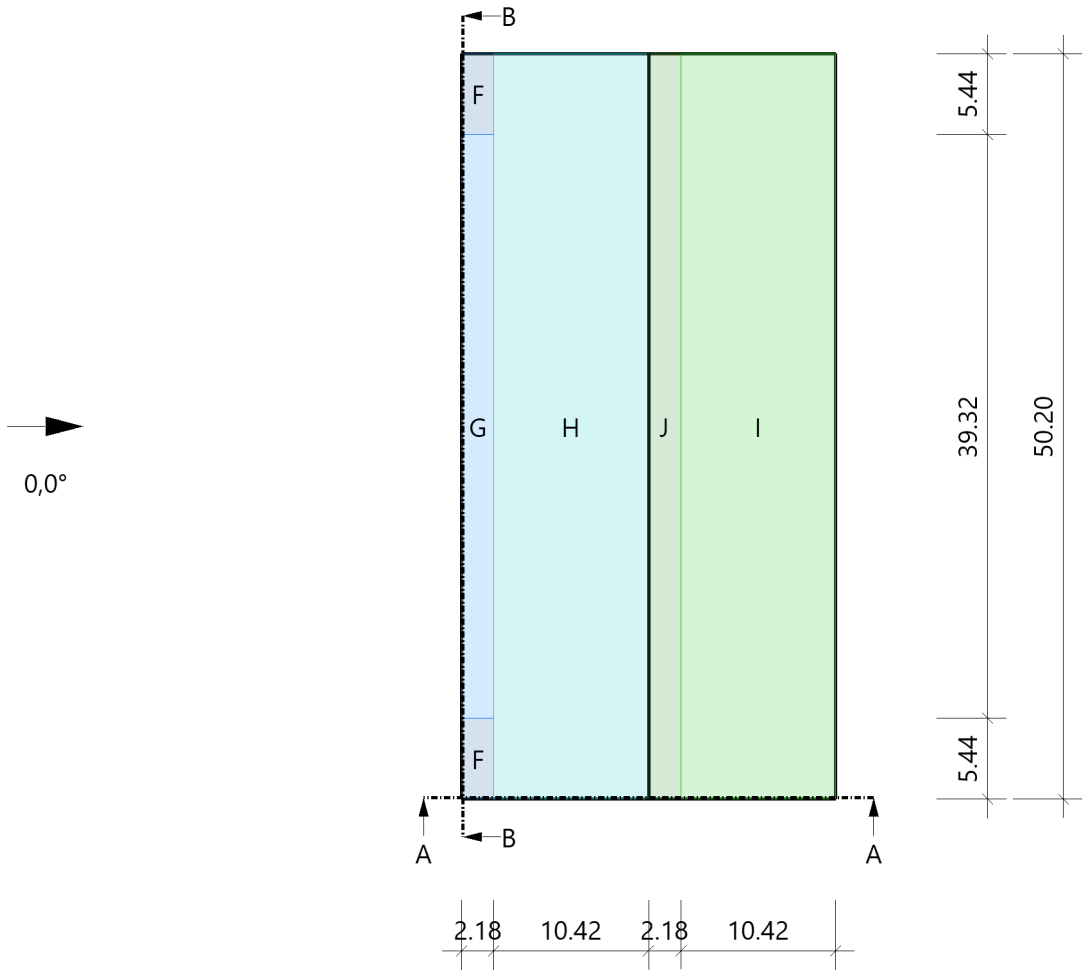
Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

1 : verwehter Lastfall
2 : gilt für die verwehten Lastfälle

Wind

Hinweis
Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Grafik, 0°, Draufsicht



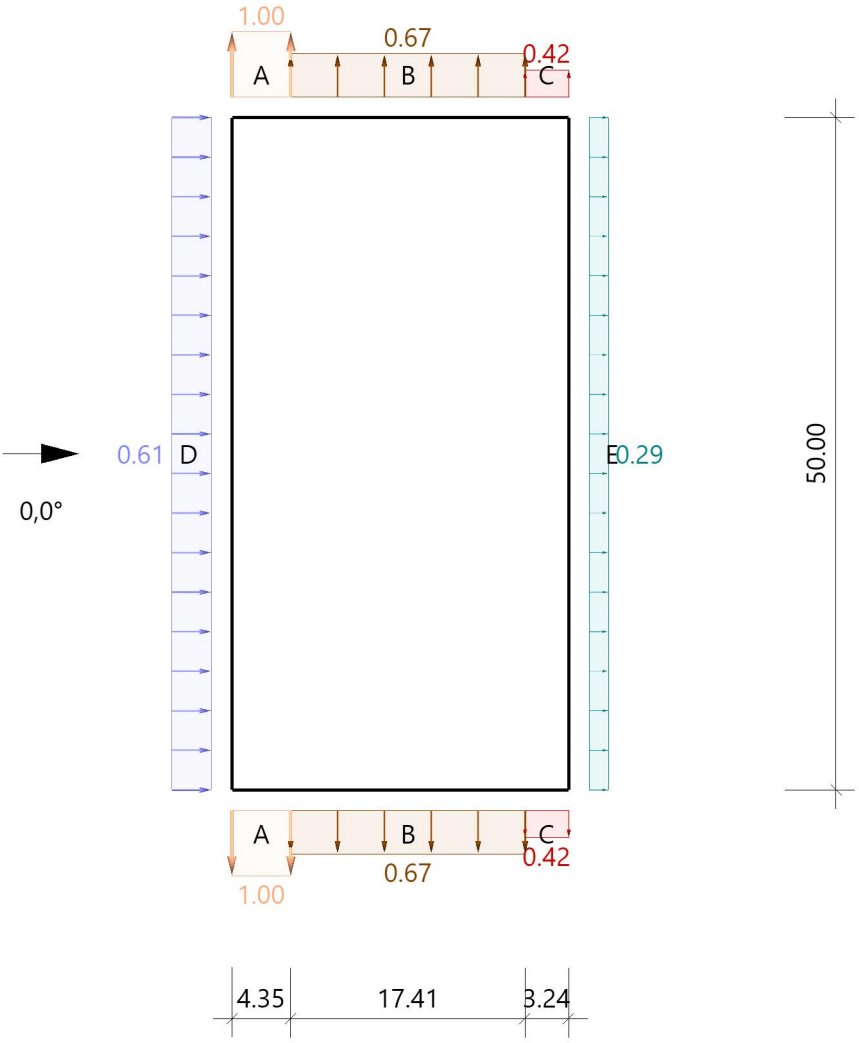
Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 21.76 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF links	0.14	-1.14	0.14	-2.15	0.12	-0.95	0.12	-1.80	2.18	5.44
G	DF links	0.14	-0.92	0.14	-1.65	0.12	-0.77	0.12	-1.38	2.18	39.32
H	DF links	0.14	-0.39	0.14	-0.57	0.12	-0.33	0.12	-0.48	10.42	50.20
J	DF rechts	0.06	-0.88	0.06	-1.23	0.05	-0.74	0.05	-1.03	2.18	50.20
I	DF rechts	0.00	-0.46	0.00	-0.46	0.00	-0.38	0.00	-0.38	10.42	50.20
Alle Werte sind charakteristische Werte.											

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

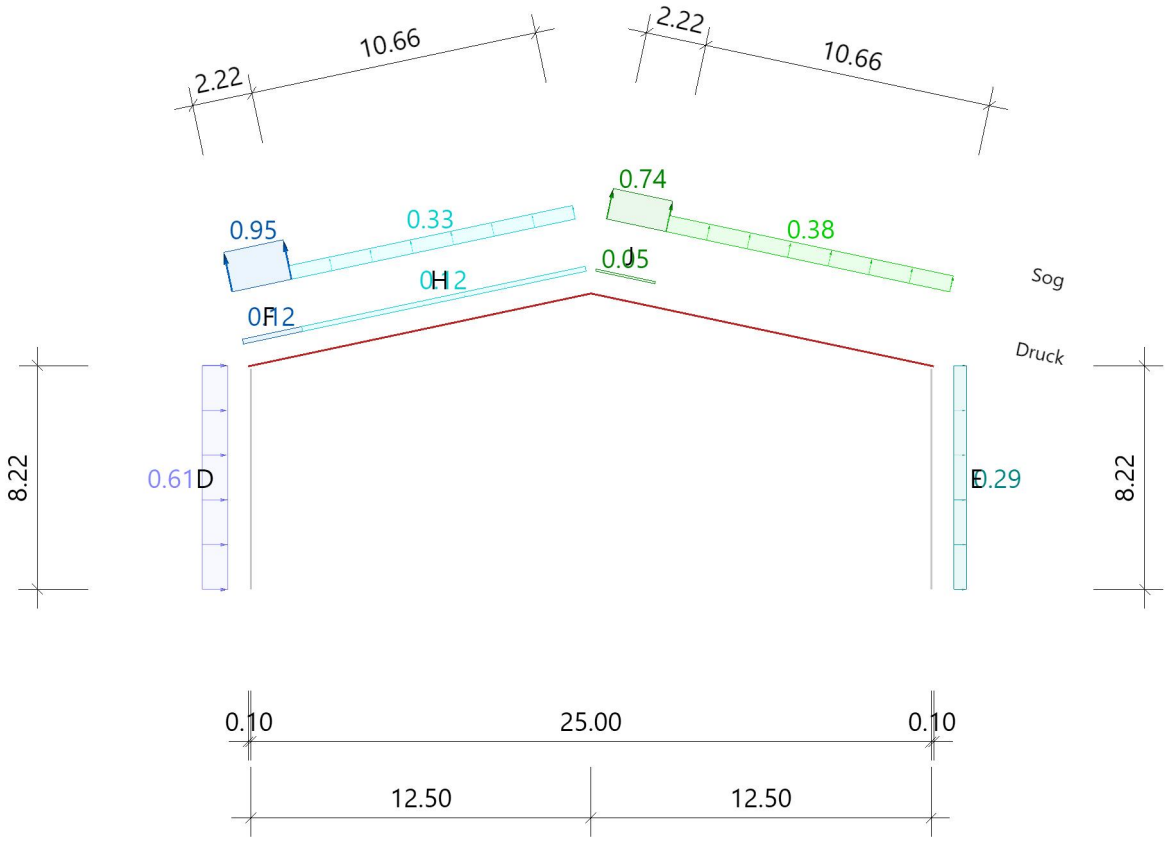
Referenzeinflußbreite e = 21.76 m
Verhältnis h/d = 0.435 h/b = 0.218 d/b = 0.500

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand links	0.72	0.00	1.00	0.00	0.61	0.00	0.84	0.00		50.00
E	Wand rechts	0.00	-0.35	0.00	-0.50	0.00	-0.29	0.00	-0.42		50.00
A	Wand vorne [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.00	0.00	-1.17	4.35	
B	Wand vorne [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.67	0.00	-0.92	17.41	
C	Wand vorne [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.42	0.00	-0.42	3.24	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

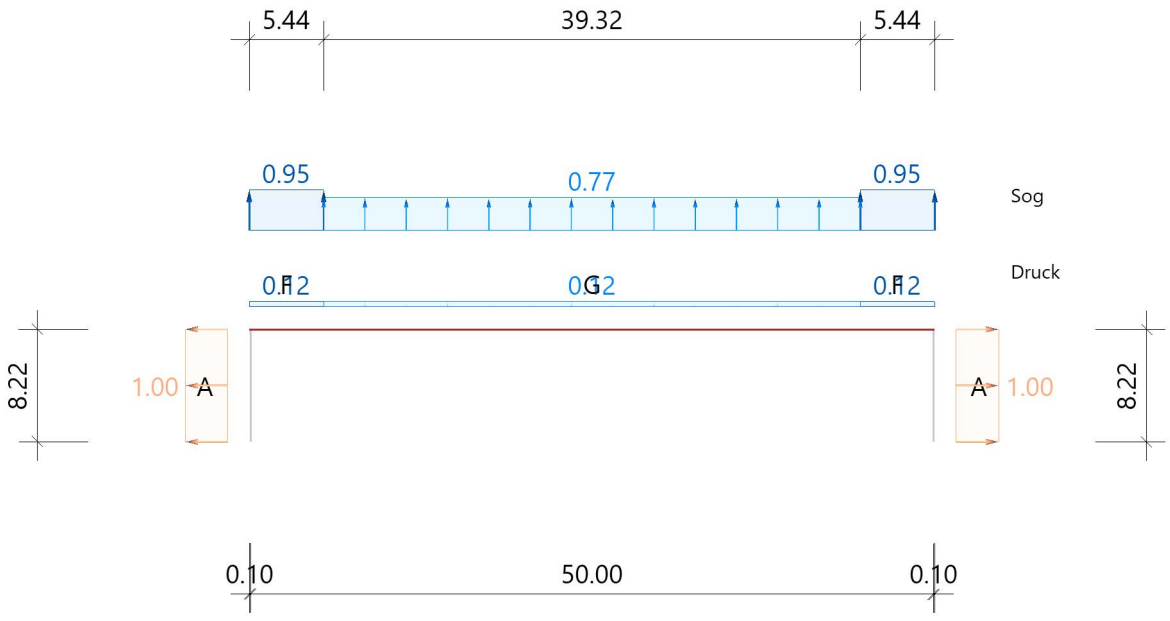
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 0°, Querschnitt A-A



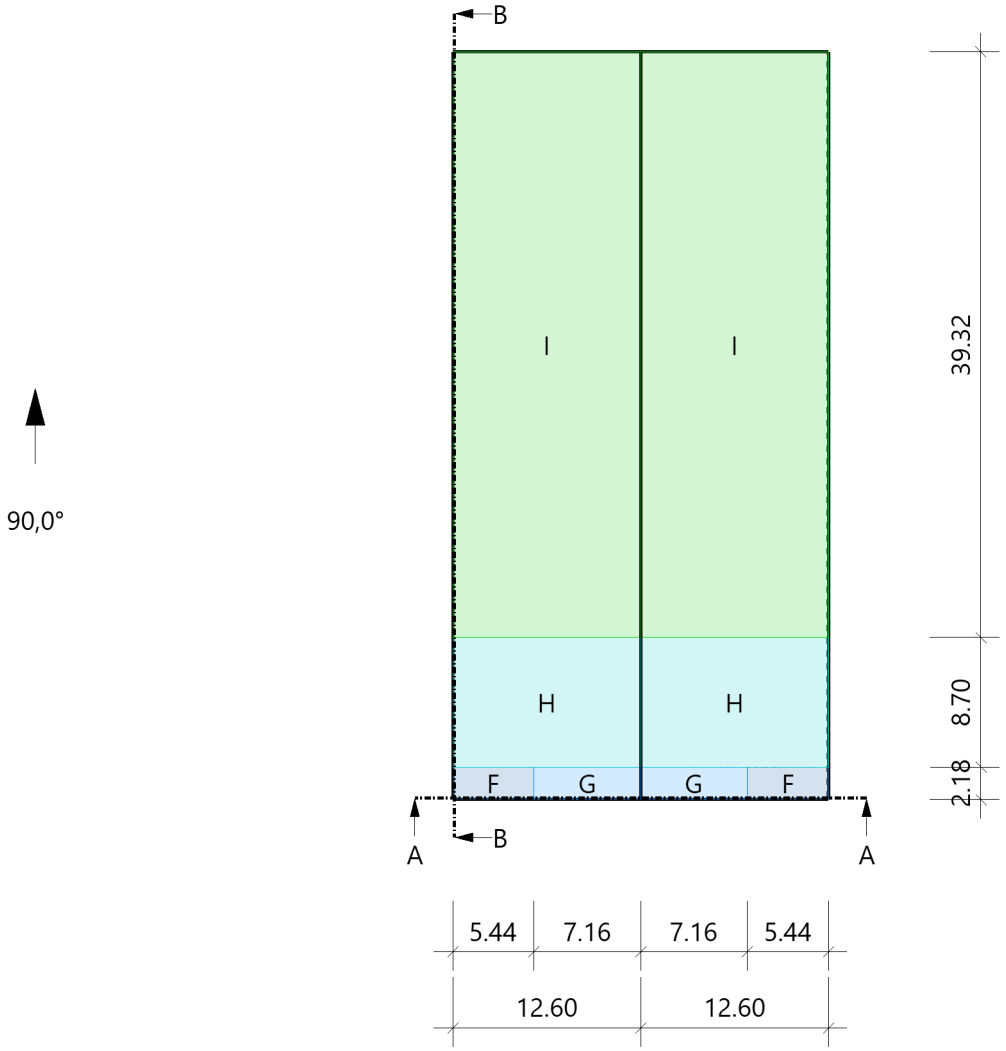
An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 0°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

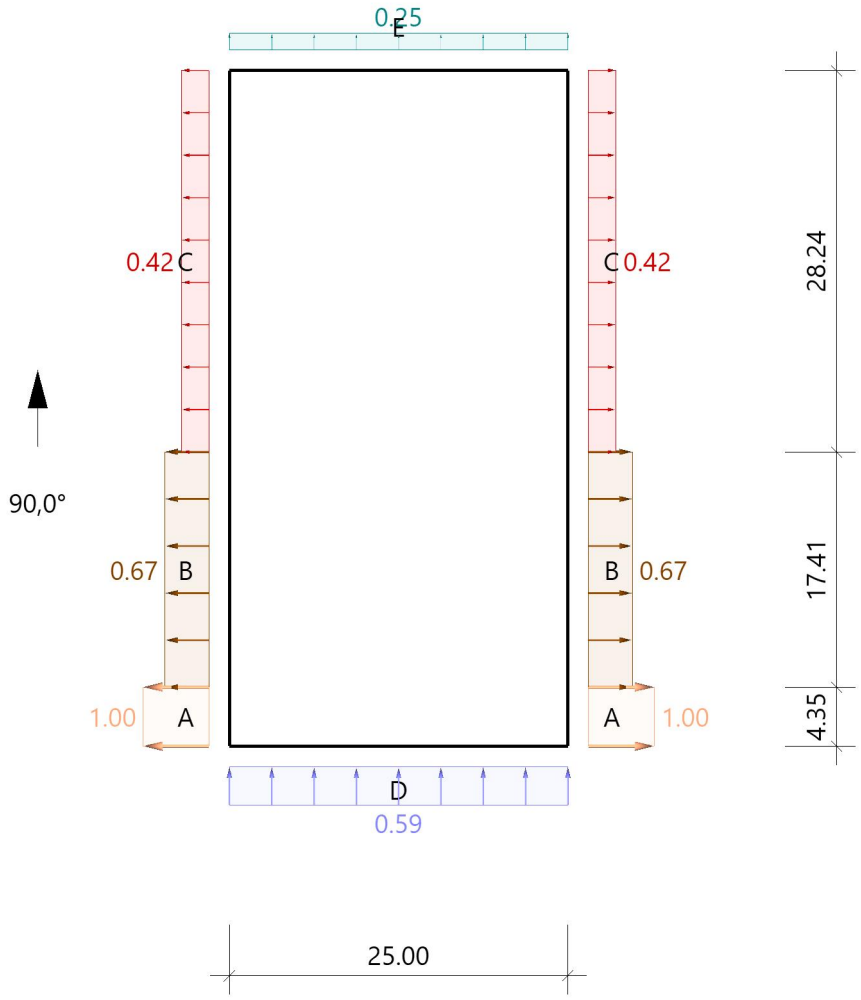
Referenzeinflußbreite e = 21.76 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF links	0.00	-1.39	0.00	-2.06	0.00	-1.16	0.00	-1.72	5.44	2.18
G	DF links	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-1.09	0.00	-1.67	7.16	2.18
H	DF links	0.00	-0.63	0.00	-1.20	0.00	-0.53	0.00	-1.00	12.60	8.70
I	DF links	0.00	-0.53	0.00	-0.53	0.00	-0.44	0.00	-0.44	12.60	39.32
F	DF rechts	0.00	-1.39	0.00	-2.06	0.00	-1.16	0.00	-1.72	5.44	2.18
G	DF rechts	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-1.09	0.00	-1.67	7.16	2.18
H	DF rechts	0.00	-0.63	0.00	-1.20	0.00	-0.53	0.00	-1.00	12.60	8.70
I	DF rechts	0.00	-0.53	0.00	-0.53	0.00	-0.44	0.00	-0.44	12.60	39.32

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

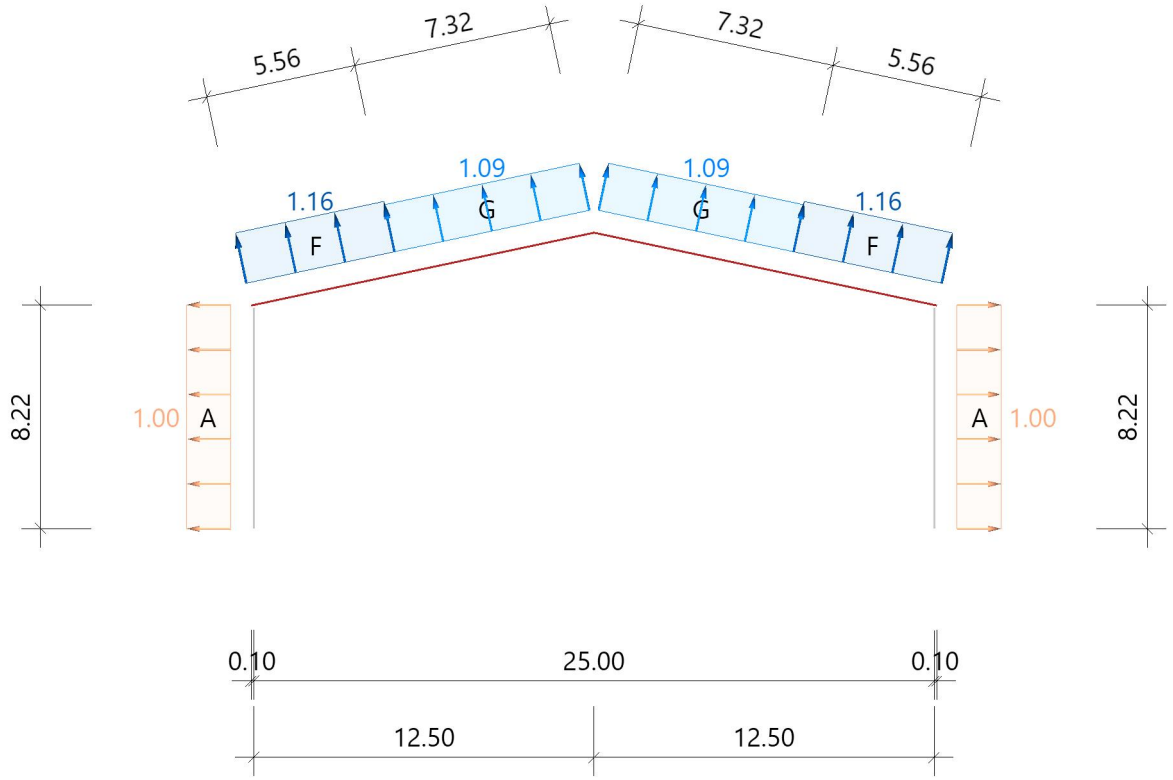
Referenzeinflußbreite e = 21.76 m
Verhältnis h/d = 0.218 h/b = 0.435 d/b = 2.000

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.59	0.00	0.84	0.00	25.00	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.25	0.00	-0.42	25.00	
A	Wand links [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.00	0.00	-1.17		4.35
B	Wand links [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.67	0.00	-0.92		17.41
C	Wand links [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.42	0.00	-0.42		28.24

Alle Werte sind charakteristische Werte.

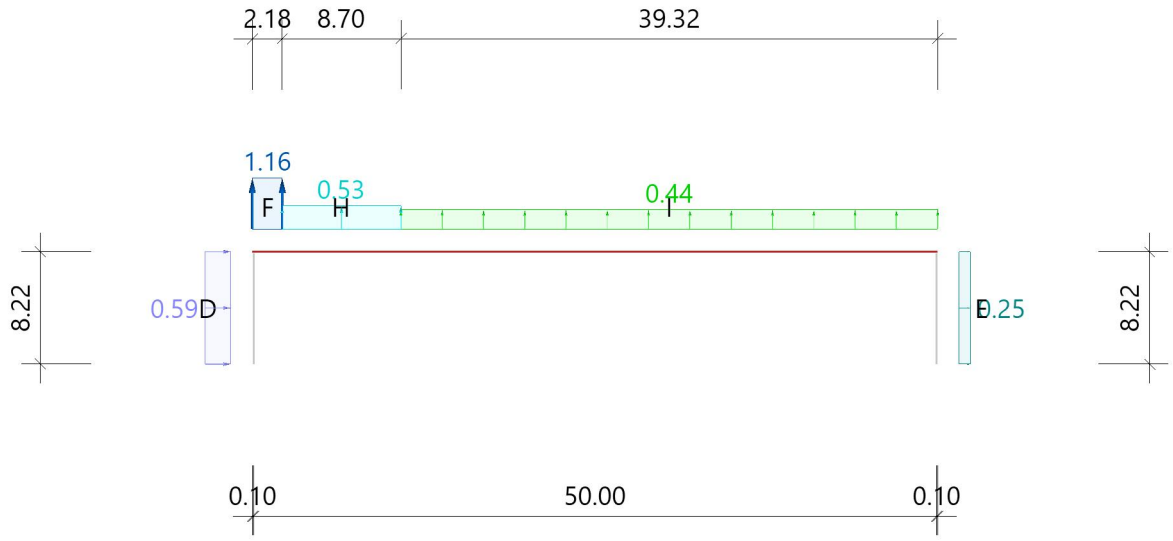
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Pos. 1 : Dacheindeckung

Gew.: Faserzement – Wellplatten – Eternit Profil 5 od. gl.

Dachneigung 12 °

Max. Unterstützungsabstand e <= 1,15 m

Pos. 2 : Koppelpfetten

Abstand Binder, e < = 5,00 m

Abstand Pfette, e <= 1,15 m

Dachneigung 12 °

Belastung :

Wellplatten	= 0,15 kN/qm
Photovoltaik	= 0,20 kN/qm
	---
g	= 0,35 kN/qm

Schnee und Wind für 49393 Lohne

Gew.: NH C24, b/H = 8/20 cm

6. Position: 2 Koppelpfetten

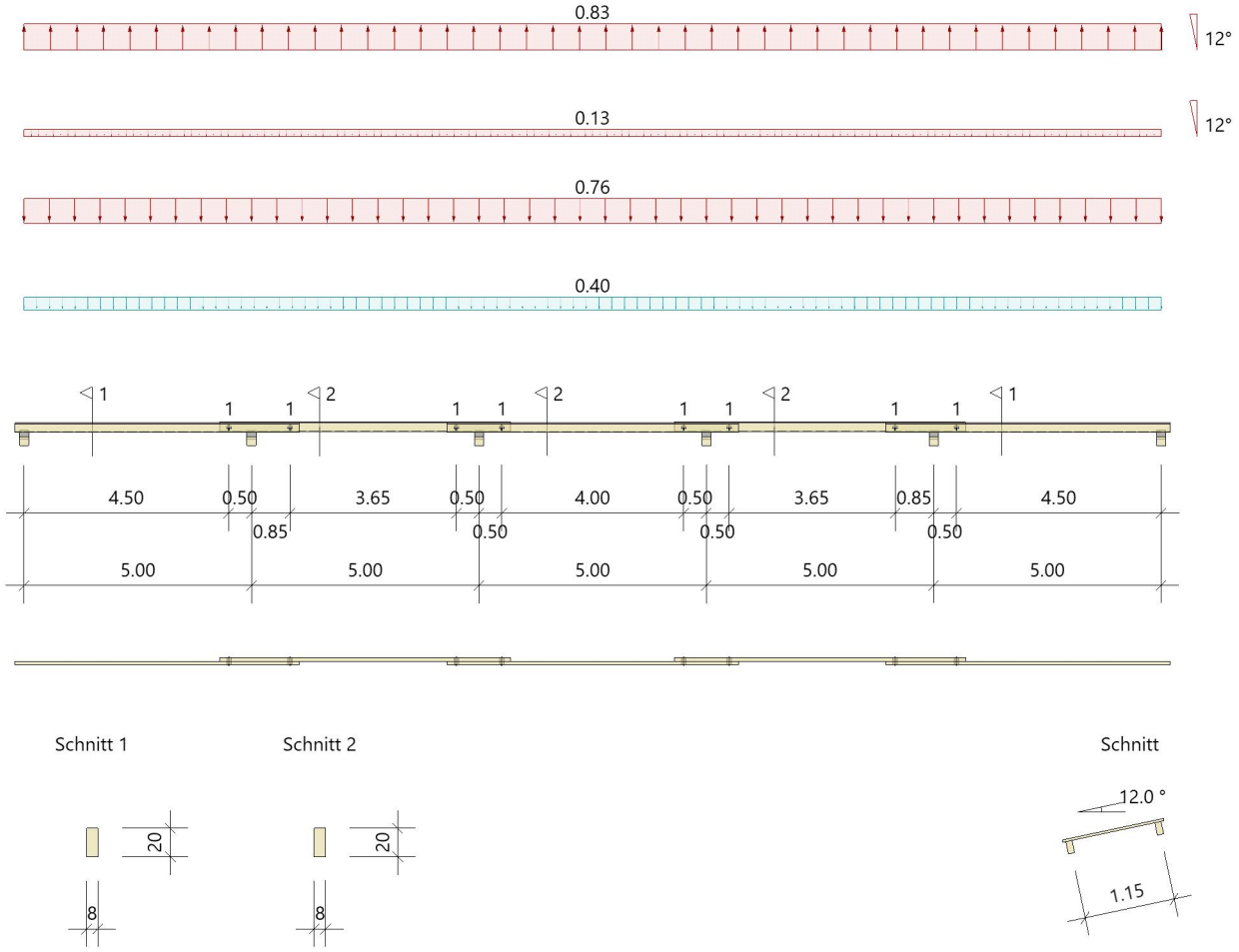
Sparrenpfetten (x64) D7+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P05)

System

Normen

Norm	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
basierend auf	EN 1995-1-1/A2:2014
Kombinatorik	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	CC 2
Nutzungsklasse	2

Systemgrafik



Koppelpfette

Nr	L [m]	Anz	b [cm]	h [cm]	Mat	Kop li [m]	Kop re [m]
1	5.00	1	8.0	20.0	C24	-	0.50
2	5.00	1	8.0	20.0	C24	0.85	0.50
3	5.00	1	8.0	20.0	C24	0.50	0.50
4	5.00	1	8.0	20.0	C24	0.50	0.85
5	5.00	1	8.0	20.0	C24	0.50	-

Pfettenabstand = 1.15m

Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016, Nutzungsklasse 2

f_{mk} f_{vk} [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]	γ [kN/m³]	γ_M K_{def}
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000.00 7400.00	690.00 460.00	350 420	4.20	1.30 0.80

Lasten

Lasten

Pfettenabstand/Lasteinflussbreite = 1.15m

Nr.	Lastart	Bezug	pi	p1 [kN/m]	Einwirkung	Alt	*
1	Flächenlast	Dachfläche	0.35	0.40	ständig	-	
2	Flächenlast	Grundfläche	0.68	0.76	Schnee H < 1000 m	0	S*
3	Flächenlast	Dachfläche	0.11	0.13	Windlasten	1	W*
4	Flächenlast	Dachfläche	-0.72	-0.83	Windlasten	1	W*

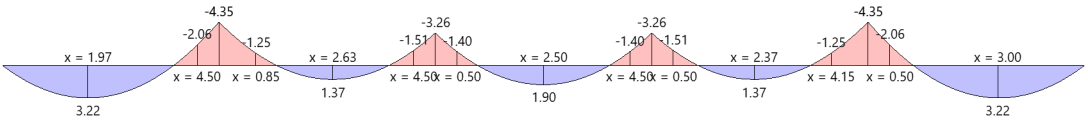
49393 Lohne (Oldenburg) - 41 müNN
S*: Schneezone 2, sk = 0,85 kN/m²
W*: Windzone 2, qb0 = 0,39 kN/m² qp(h=10.00m) = 0.82 kN/m²
DIN EN 1991-1-3:2019 + DIN EN 1991-1-4:2010
Berücksichtigt H, I, J: Alle Windrichtungen
Satteldach: L=25.00m B=12.00m; Firsthöhe HF=10.00m (a=6.00m); Traufhöhe li=8.72m re=8.72m

Ergebnisse

Maßgebende Schnittgrößen Kombination 1

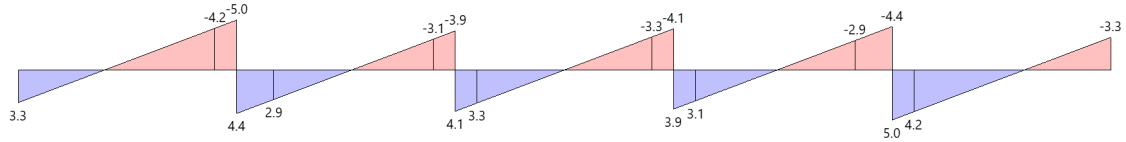
My[kNm]

Maßstab 1 : 175



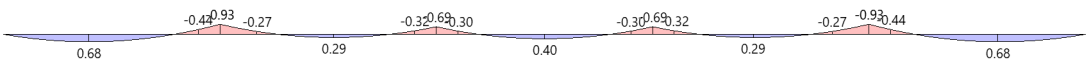
Vz[kN]

Maßstab 1 : 175



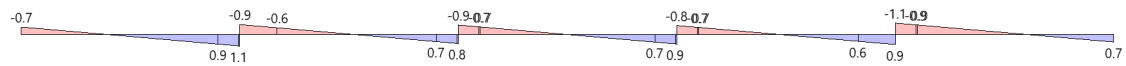
Mz[kNm]

Maßstab 1 : 175



Vy[kNm]

Maßstab 1 : 175



Maßgebende Nachweise Tragfähigkeit Kombination 1

Nachweis	N,M,V [kN,kNm]	Beiwerte	Beiwerte	σ,τ [N/mm²]	f...d [N/mm²]	η
Nachweis Querschnitt Feld 1 x=1.97 m b/h=8.0 cm/20.0 cm						[1]
		K_{mod}=0.90	γ_M=1.30			
M_y	3.22	$k_{m,y}$=1.00		6.04	16.62	0.36
M_z	0.68	$k_{m,z}$=0.70		-3.21	18.84	0.17
N, M						**0.48**
Nachweis Stabilität Feld 1 x=1.97 m b/h=8.0 cm/20.0 cm						[1]
		K_{mod}=0.90	γ_M=1.30			
M_y	3.22	$k_{crit,y}$=1.00		6.04	16.62	0.36
M_z	0.68	$k_{crit,z}$=1.00		-3.21	18.84	0.17
N, M						**0.48**
Nachweis Schub Feld 1 x=5.00 m b/h=8.0 cm/20.0 cm						[1]
		K_{mod}=0.90	γ_M=1.30			
V_y	-1.1	k_{cr}=0.50		0.10	2.77	0.07
V_z	-5.0	k_{cr}=0.50		0.47	2.77	0.34
V, Mt						**0.35**

1 : LK 1: 1.35*LF1 + 1.50*LF2
2 : Knicklänge: s_{ky}=5.00m s_{kz}=0.00m Kipplänge: s_b=0.00m Schlankheit: λ_y=86.60 λ_z=0.00

Bemessung Koppelstellen / Verbindungsmittel

C 1 ø 50,0; Bolzen M12-3.6, R13,5*44*12 - t=4mm
M_{yk}=57559 Nmm; $F_{tens,k}$=15174 N;

St	LK	$F_{v,Ed}$[1] [N]	$F_{v,Rd}$[2] [N]	Anz[3] F_v	$F_{ax,Ed}$[1] [N]	$F_{ax,Rd}$[4] [N]	Anz[3] F_{ax}	Anz[3] F_{v+ax}	Anz[5] F_{v+ax}
3 li	1	3638	8208	0.44	1683	7152	0.24	0.47	1

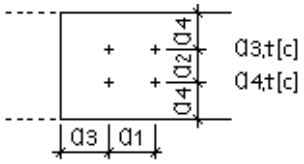
1 : Gesamtkraft
2 : Widerstand eines Verbindungsmittels in einer Scherfuge auf Abscheren
3 : Rechnerisch erforderliche Anzahl Verbindungsmittelscherflächen für: Querkraft, Zug, Zug+Querkraft
4 : Widerstand eines Verbindungsmittels auf Herausziehen
5 : Erforderliche Anzahl Verbindungsmittel

Hinweis:
Der Bolzen ist in der Tragfähigkeit auf Abscheren berücksichtigt.
Reduzierte Tragfähigkeit durch evtl. mehrere hintereinander liegende Verbindungsmittel ist NICHT berücksichtigt.

Verbindungsmittelabstände

a_1 [mm]	a_2 [mm]	$a_{3,t}$ [mm]	$a_{3,c}$ [mm]	$a_{4,t}$ [mm]	$a_{4,c}$ [mm]
60	60	100	75	40	30

Parallel Faser: a_1 | beanspruchtes Ende: $a_{3,t}$ | unbeanspruchtes Ende: $a_{3,c}$
Senkrecht Faser: a_2 | beanspruchter Rand: $a_{4,t}$ | unbeanspruchter Rand: $a_{4,c}$



Durchbiegungsnachweis

Feld	Nachweis		x [m]	L [m]	w_g[1] [cm]	w_q[1] [cm]	w[1] [cm]	w_{lim} [L/]	w_{lim} [cm]	η
1	w_{inst}	[2]	2.25	5.00	0.5	0.9	1.4	300	1.7	**0.82**
1	$w_{net,fin}$	[3]	2.25	5.00	0.8	0.0	0.8	300	1.7	0.49
1	w_{fin}	[4]	2.25	5.00	0.8	0.9	1.7	200	2.5	0.69

1 : $w = (w_y^2 + w_z^2)^{0.5}$
2 : w_{inst}: 1.00*LF1 + 1.00*LF2 + 0.60*LF3
3 : $w_{net,fin}$: 1.00*LF1 |net=> 1.80*LF1
4 : w_{fin}: 1.00*LF1 + 1.00*LF2 + 0.60*LF3 |fin=> 1.80*LF1 + 1.00*LF2 + 0.60*LF3

Pos. 3 : Stahlrahmen

Lohne - norddeutsche Tiefebene

System : Zweigelenkrahmen

Achsabstand e = 5,00 m

Belastung :

Eigengewicht Wellplatten	g1 = 0,15 kN/qm
Pfetten	g2 = 0,15 kN/qm
Photovoltaik	g 3 = 0,20 kN/qm
	g = 0,50 kN/qm

Wind und Schneelasten für Lohne, nordt. Tiefebene

8. Position: 3 Stahlrahmen

Hallenrahmen (x64) S7+ 01/25B (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt (C_{esl} = 2.30)

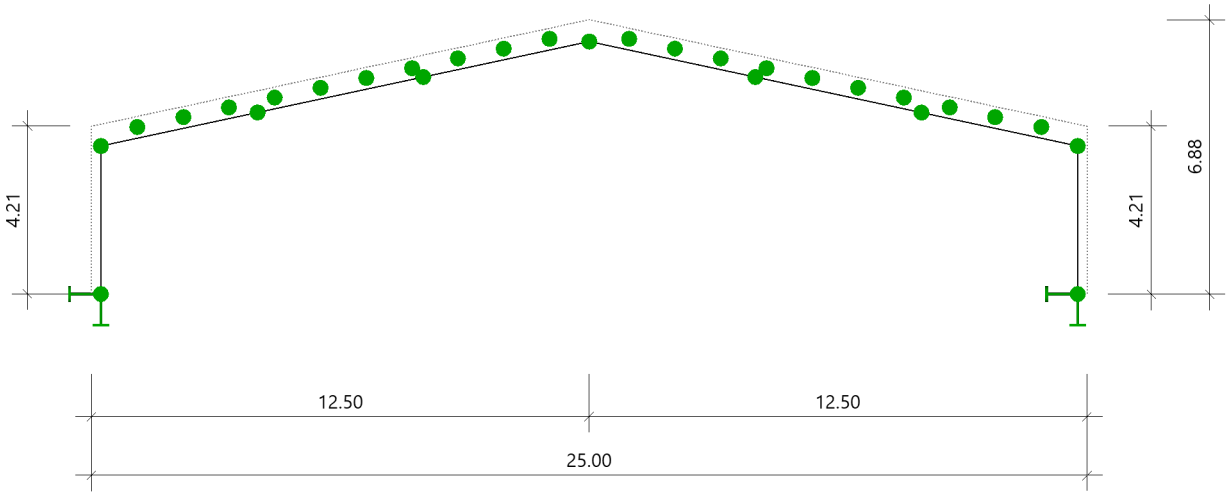
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Umlenkkräfte im Ersatzstabmodell	:	berücksichtigt

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch		
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm	
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	l_{eff}/	200	

System



Stahlmaterialkennwerte : S235

				E_k =	210000	N/mm²	
				γ =	78.50	kN/m³	
				G_k =	80769	N/mm²	
				μ =	0.30		
				β_W =	0.80		
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²	
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²	

Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation

γ_{M0}	γ_{M1}	Bemessungssituation
1.00	1.10	ständig/vorübergehend
1.00	1.00	außergewöhnlich
1.00	1.00	charakteristisch

Querschnittswerte

Bauteil	Name	I_y cm⁴	W_y cm³	A cm²
Stütze links	HEA 360	33100.0	1890.8	143.0
Riegelvoute links	-	184260.7	4327.6	167.9
Riegel	IPE 550	67120.0	2440.6	134.0
Riegelvoute rechts	-	184260.7	4327.6	167.9
Stütze rechts	HEA 360	33100.0	1890.8	143.0

System Satteldach

Abmessungen als Außenmaße

Fußpunkte	:	gelenkig		First um y	=	84421.3	kNm/rad
Rahmenecke links um y	:	biegesteif		Rahmenecke rechts um y	:	biegesteif	
Anschlüsse wölbfrei modelliert.							
Außenweite	=	25.00 m					
Firstabstand links	=	12.50 m		Firsthöhe außen	=	6.88 m	
Traufhöhe links	=	4.21 m		Traufhöhe rechts	=	4.21 m	
Riegelvoute links	l =	2.00 m		Riegelvoute rechts	l =	2.00 m	
Riegelvoute links	h =	0.30 m		Riegelvoute rechts	h =	0.30 m	
Riegelvoute links	Gurte	nur außen		Riegelvoute rechts	Gurte	nur außen	
Dicke Dachaufbau	=	0.26 m		Dicke Wandaufbau	=	0.06 m	
Rahmenabstand	=	5.00 m		Lage Innenrahmen			
Dachneigung links	=	12.1 °		Dachneigung rechts	=	12.1 °	
				Gesamtgewicht	=	3529 kg	

zusätzliche Lager für Stabilitätsnachweis

Baugruppe	Abstand m	Cy kN/m	Angriff	Cφx kNm/rad
Dach	0.24	starr	Bauteilachse	-
Dach	1.15	starr	Oberkante	-
Dach	2.31	starr	Oberkante	-
Dach	3.45	starr	Oberkante	-
Dach	4.17	starr	Bauteilachse	-
Dach	4.60	starr	Oberkante	-
Dach	5.75	starr	Oberkante	-
Dach	6.90	starr	Oberkante	-
Dach	8.05	starr	Oberkante	-
Dach	8.33	starr	Bauteilachse	-
Dach	9.20	starr	Oberkante	-
Dach	10.35	starr	Oberkante	-
Dach	11.50	starr	Oberkante	-
Dach	12.50	starr	Bauteilachse	-
Dach	13.50	starr	Oberkante	-
Dach	14.65	starr	Oberkante	-
Dach	15.80	starr	Oberkante	-
Dach	16.67	starr	Bauteilachse	-
Dach	16.95	starr	Oberkante	-
Dach	18.10	starr	Oberkante	-
Dach	19.25	starr	Oberkante	-
Dach	20.40	starr	Oberkante	-
Dach	20.84	starr	Bauteilachse	-
Dach	21.55	starr	Oberkante	-
Dach	22.69	starr	Oberkante	-
Dach	23.85	starr	Oberkante	-
Dach	24.77	starr	Bauteilachse	-

Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Belastung

Allgemeine Einstellungen

Eigengewicht automatisch

Faktor Einflussbreite = 1.00

Gemeinde 49393 Lohne (Oldenburg) in Niedersachsen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N	=	41 m	Differenz zur Geländehöhe	=	4.00 m
Gebäudelänge	=	50.00 m	(quer zum Windangriff)		
Gelände Mischkategorie Binnenland			Windzone 2		
Höhe für q	h =	10.88 m	Basiswindgeschwindigkeit	v_{b0} =	25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h) =	0.69 kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	q_{b0} =	0.39 kN/m²
Bodenschneelast	sk =	0.85 kN/m²	Schneezone 2		
Formbeiwert	μ =	0.80			
	C_t =	1.000		C_e =	1.000
Beiwert außergew.	C_{esl} =	2.300			

Standardlasten

Dachlast g = 0.50 kN/m² Dfl Wandlast g = 0.20 kN/m² als Einzellast

Schnee s = 0.68 kN/m² Gfl

Schnee s_A = 1.56 kN/m² Gfl außergew.

Wind von links auf Riegel: Satteldach (Dfl, für geschlossene Baukörper)

Bereich G	Sog = -0.63 kN/m²		Druck = 0.10 kN/m²		linke Seite
	cpe = -0.92		cpe = 0.14		
Bereich H	Sog = -0.27 kN/m²		Druck = 0.10 kN/m²		linke Seite
	cpe = -0.39		cpe = 0.14		
Bereich J	Sog = -0.61 kN/m²		Druck = 0.04 kN/m²		rechte Seite
	cpe = -0.88		cpe = 0.06		
Bereich I	Sog = -0.32 kN/m²				rechte Seite
	cpe = -0.46				

Wind von rechts auf Riegel: Satteldach (Dfl, für geschlossene Baukörper)

Bereich J	Sog = -0.61 kN/m²		Druck = 0.04 kN/m²		linke Seite
	cpe = -0.88		cpe = 0.06		
Bereich I	Sog = -0.32 kN/m²				linke Seite
	cpe = -0.46				
Bereich G	Sog = -0.63 kN/m²		Druck = 0.10 kN/m²		rechte Seite
	cpe = -0.92		cpe = 0.14		
Bereich H	Sog = -0.27 kN/m²		Druck = 0.10 kN/m²		rechte Seite
	cpe = -0.39		cpe = 0.14		

Wind auf Stütze (für geschlossene Baukörper)

Bereich h_0	D = 0.50 kN/m²	E = -0.24 kN/m²	bis 4.21 m
	cpe = 0.72	cpe = -0.35	

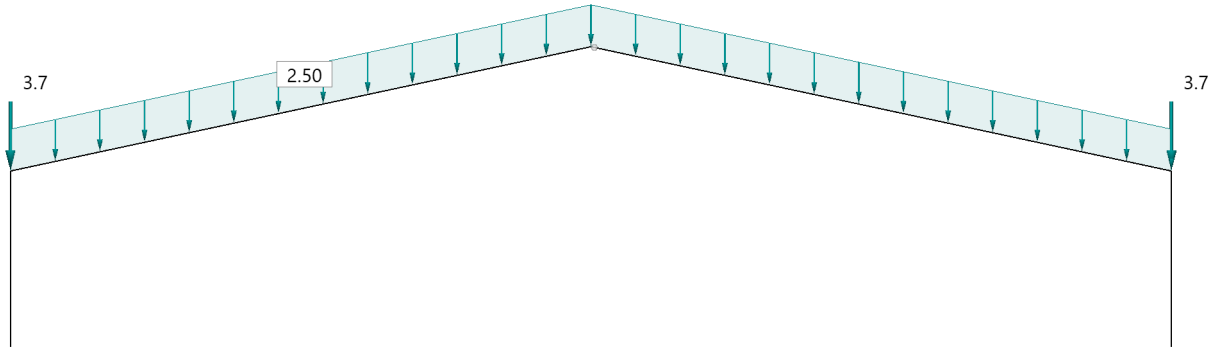
Randabstände für Wind von links bzw. rechts

e/10 = 2.18 m	e/2 = 10.88 m
e/5 = 4.35 m	e/4 = 5.44 m

Standardlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
1	Eigengewicht automatisch + Dach-/Wandlast	ständig	0	3	aktiv
2	Wind von links Fall 1	Windlasten	100	6	aktiv
4	Wind von links Fall 2	Windlasten	100	6	aktiv
6	Wind von rechts Fall 1	Windlasten	100	6	aktiv
7	Wind von rechts Fall 2	Windlasten	100	6	aktiv
10	Wind von links ohne Sog	Windlasten	100	5	aktiv
11	Wind von rechts ohne Sog	Windlasten	100	5	aktiv
12	Schnee unverweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv
13	Schnee links verweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv
14	Schnee rechts verweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv

Nr : Eindeutige Kennung
Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine
Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten



Lastfall 1 Ständig - Streckenlasten

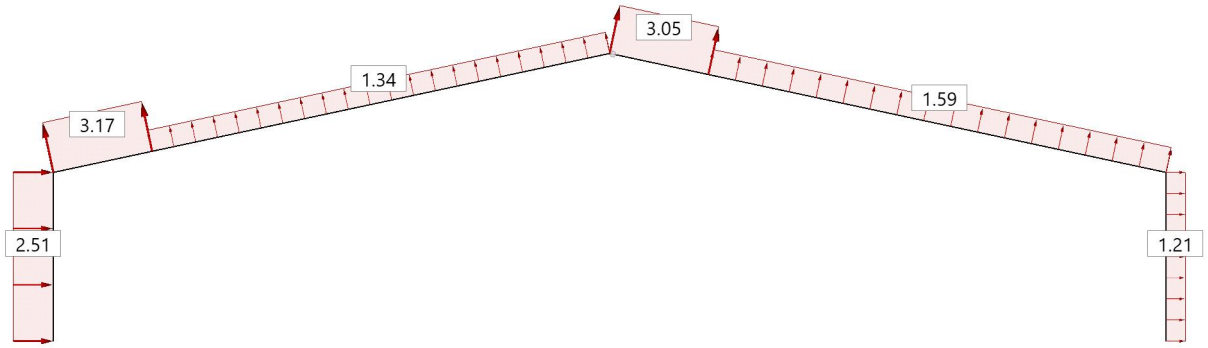
Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Konstruktionslast]	Dfl	2.50	2.50	0.24	24.53	Oberkante

Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten)
Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Lastfall 1 Ständig - Einzellasten

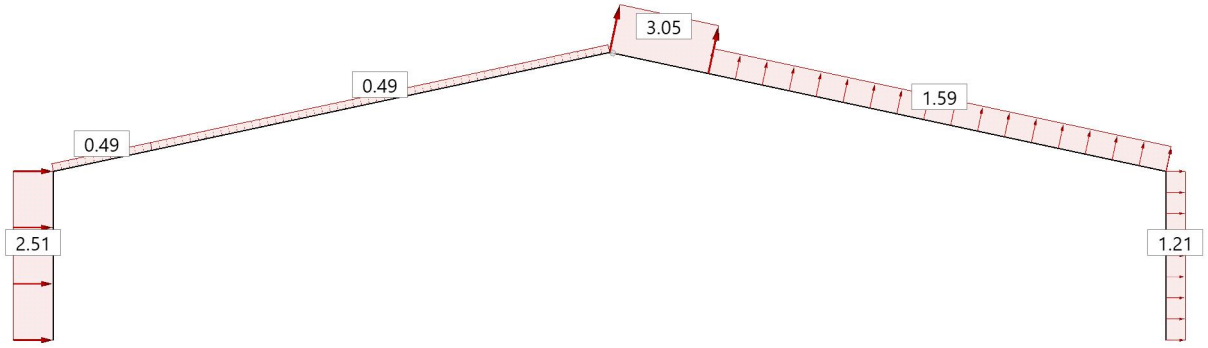
Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand li	Standardlast 2 [Konstruktionslast]	in x	3.7	3.71	Bauteilachse
Wand re	Standardlast 3 [Konstruktionslast]	in x	3.7	0.00	Bauteilachse

Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten)
Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System



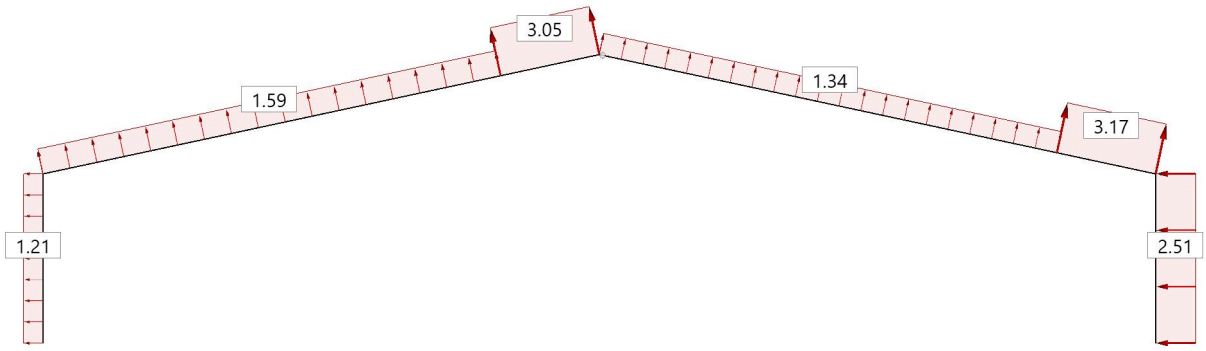
Lastfall 2 Wind von links Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich G]	Dfl	-3.17	-3.17	0.24	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	-1.34	-1.34	2.41	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich J]	Dfl	-3.05	-3.05	12.50	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 6 [Wind Bereich I]	Dfl	-1.59	-1.59	14.68	10.09	Oberkante



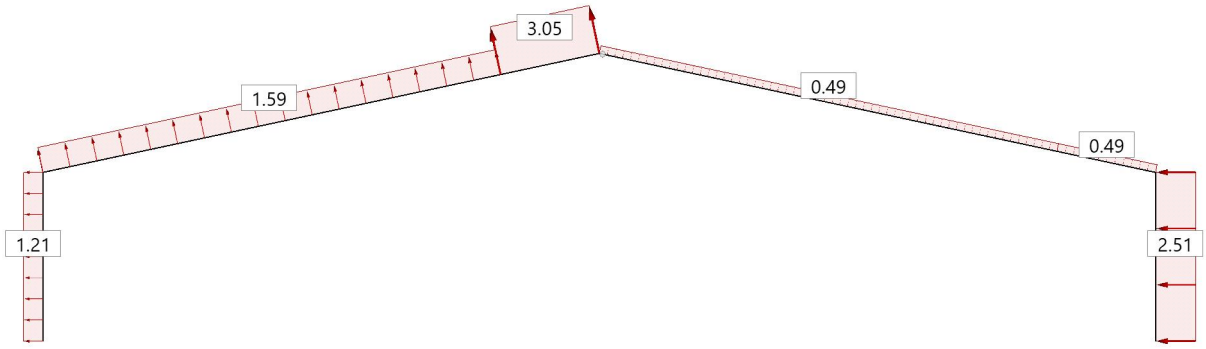
Lastfall 4 Wind von links Fall 2 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich G]	Dfl	0.49	0.49	0.24	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	0.49	0.49	2.41	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich J]	Dfl	-3.05	-3.05	12.50	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 6 [Wind Bereich I]	Dfl	-1.59	-1.59	14.68	10.09	Oberkante



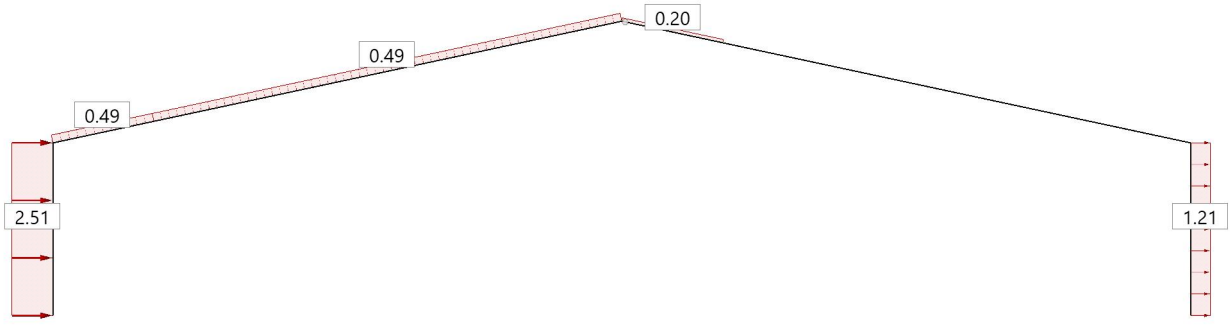
Lastfall 6 Wind von rechts Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich I]	Dfl	-1.59	-1.59	0.24	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich J]	Dfl	-3.05	-3.05	10.32	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich H]	Dfl	-1.34	-1.34	12.50	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 6 [Wind Bereich G]	Dfl	-3.17	-3.17	22.59	2.18	Oberkante



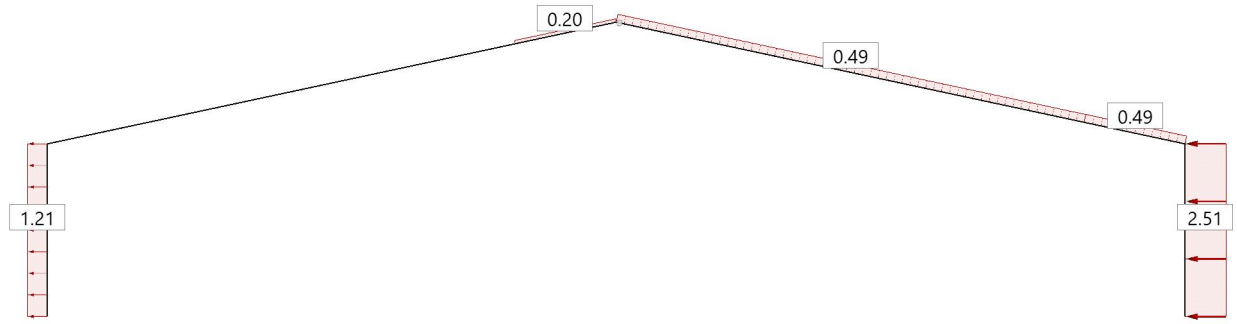
Lastfall 7 Wind von rechts Fall 2 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich I]	Dfl	-1.59	-1.59	0.24	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich J]	Dfl	-3.05	-3.05	10.32	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich H]	Dfl	0.49	0.49	12.50	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 6 [Wind Bereich G]	Dfl	0.49	0.49	22.59	2.18	Oberkante



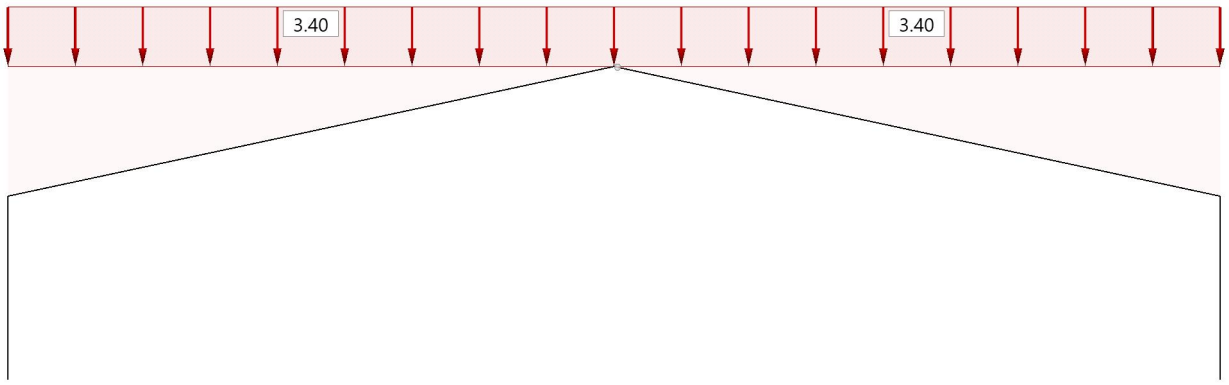
Lastfall 10 Wind von links ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich G]	Dfl	0.49	0.49	0.24	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	0.49	0.49	2.41	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich J]	Dfl	0.20	0.20	12.50	2.18	Oberkante



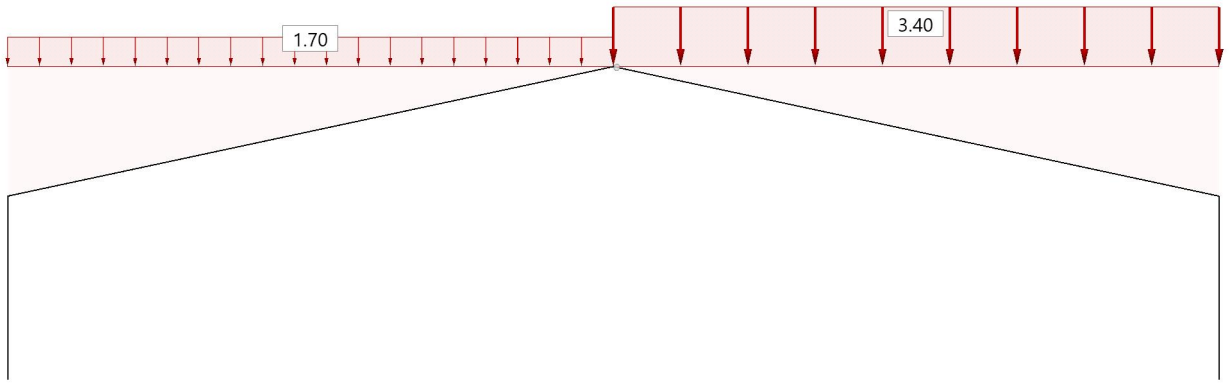
Lastfall 11 Wind von rechts ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	2.51	2.51	0.00	3.71	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.21	-1.21	0.00	3.71	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich J]	Dfl	0.20	0.20	10.32	2.18	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	0.49	0.49	12.50	10.09	Oberkante
Dach	Standardlast 5 [Wind Bereich G]	Dfl	0.49	0.49	22.59	2.18	Oberkante



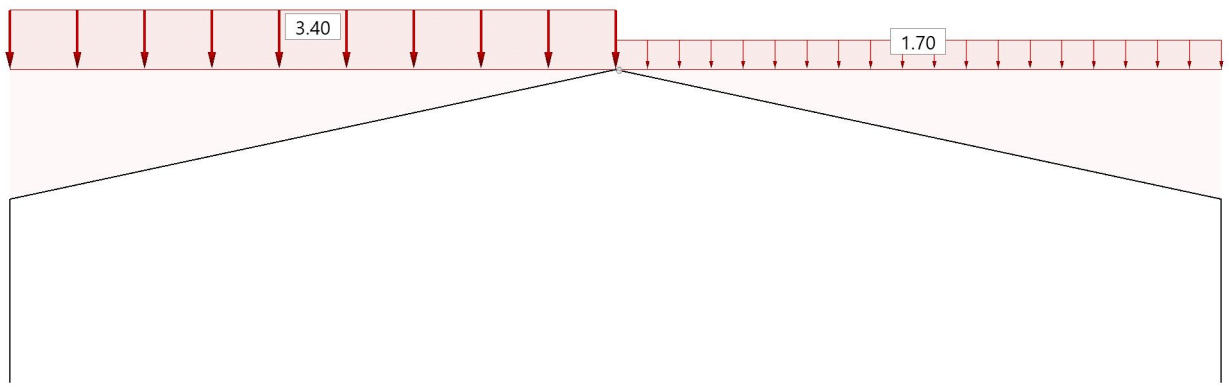
Lastfall 12 Schnee unverweht - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Schnee regulär]	Gfl	3.40	3.40	0.24	12.27	Oberkante
Dach	Standardlast 2 [Schnee regulär]	Gfl	3.40	3.40	12.50	12.27	Oberkante



Lastfall 13 Schnee links verweht - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Schnee regulär]	Gfl	1.70	1.70	0.24	12.27	Oberkante
Dach	Standardlast 2 [Schnee regulär]	Gfl	3.40	3.40	12.50	12.27	Oberkante



Lastfall 14 Schnee rechts verweht - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Schnee regulär]	Gfl	3.40	3.40	0.24	12.27	Oberkante
Dach	Standardlast 2 [Schnee regulär]	Gfl	1.70	1.70	12.50	12.27	Oberkante

Einwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	1.00			
		charakteristisch		1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			

Ergebnisse

Hinweis zum Ergebnis

Der Nachweis der Verbindungen ist gesondert zu führen!

Imperfektionen

globale Anfangsschiefstellung

$\varphi_0 = 1/200$ $\quad \alpha_h = 1.0000$

$\varphi = \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.0043$ $\quad m = 2$ $\quad \alpha_m = 0.8660$

Übersicht Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Querschnittstragfähigkeit - Theorie 2.Ordnung

Bauteil	x m	η_N	η_{Vz}	η_{My}	Gl	Qkl	η	Lfk
Stütze links	3.71	0.05	0.19	0.96	6.2	1	0.96	289
Riegel links	0.00	0.04	0.11	0.42	6.2	2	0.42	289
Riegel rechts	12.54	0.04	0.11	0.42	6.2	2	0.42	288
Stütze rechts	0.00	0.05	0.19	0.96	6.2	1	0.96	288

Stütze links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 289

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-149.4	-116.7	0.00
3.71	-145.3	-114.1	-429.66

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 289

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.05	0.19	0.00	0.19
3.71	1	0.05	0.19	0.96	0.96

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 3.71 m

N_{pld} = 3055.0 kN — N_{Rd} = 3055.0 kN
N_{Ed} = -145.3 kN — η_N = 0.05
$M_{y,pld}$ = 447.36 kNm — $M_{y,Rd}$ = 447.36 kNm [6.33-35])
$M_{y,Ed}$ = -429.66 kNm — η_{My} = 0.96
$V_{z,pld}$ = 606.8 kN — $V_{z,Rd}$ = 606.8 kN
$V_{z,Ed}$ = -114.1 kN — η_{Vz} = 0.19
η = 0.96

[6.33-35]) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Riegel links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 289

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-141.1	115.1	-429.66
0.53	-139.8	109.3	-370.19
0.53	-139.8	109.3	-370.19
1.06	-138.6	103.5	-313.82
1.06	-138.6	103.5	-313.82
1.59	-137.3	97.7	-260.51
1.59	-137.3	97.7	-260.51
2.12	-136.1	92.0	-210.25
5.41	-128.4	56.1	33.60
10.48	-116.5	-0.02	175.90
12.54	-111.7	-23.0	152.11

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 289

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	2	0.04	0.11	0.42	0.42
0.53	2	0.04	0.10	0.36	0.36
0.53	2	0.04	0.10	0.42	0.42
1.06	2	0.04	0.09	0.35	0.35
1.06	1	0.04	0.10	0.41	0.41
1.59	1	0.04	0.09	0.34	0.34
1.59	1	0.05	0.10	0.40	0.40
2.12	1	0.05	0.10	0.32	0.32
2.12	1	0.05	0.10	0.35	0.35
5.41	3	0.04	0.06	0.06	0.11
10.48	1	0.04	0.00	0.29	0.29
12.54	1	0.04	0.03	0.25	0.25

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

N_{pld}	=	3497.3 kN	N_{Rd}	=	3497.3 kN	
N_{Ed}	=	-141.1 kN	η_N	=	0.04	
$M_{y,pld}$	=	1017.96 kNm	$M_{y,Rd}$	=	1017.96 kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$	=	-429.66 kNm	η_{My}	=	0.42	
$V_{z,pld}$	=	1253.5 kN	$V_{z,Rd}$	=	1090.5 kN	
$V_{z,Ed}$	=	115.1 kN	η_{Vz}	=	0.11	
			η	**=**	**0.42**	

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Riegel rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 288

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-111.7	23.0	152.11
2.09	-116.6	-0.3	175.89
7.13	-128.4	-56.1	33.60
10.42	-136.1	-92.0	-210.25
10.95	-137.3	-97.7	-260.51
10.95	-137.3	-97.7	-260.51
11.48	-138.6	-103.5	-313.82
11.48	-138.6	-103.5	-313.82
12.01	-139.8	-109.3	-370.19
12.01	-139.8	-109.3	-370.19
12.54	-141.1	-115.1	-429.66

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 288

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.04	0.03	0.25	0.25
2.09	1	0.04	0.00	0.29	0.29
7.13	3	0.04	0.06	0.06	0.11
10.42	1	0.05	0.10	0.35	0.35
10.42	1	0.05	0.10	0.32	0.32
10.95	1	0.05	0.10	0.40	0.40
10.95	1	0.04	0.09	0.34	0.34
11.48	1	0.04	0.10	0.41	0.41
11.48	2	0.04	0.09	0.35	0.35
12.01	2	0.04	0.10	0.42	0.42
12.01	2	0.04	0.10	0.36	0.36
12.54	2	0.04	0.11	0.42	0.42

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 12.54 m

N_{pld}	=	3497.3 kN	N_{Rd}	=	3497.3 kN	
N_{Ed}	=	-141.1 kN	η_N	=	0.04	
$M_{y,pld}$	=	1017.96 kNm	$M_{y,Rd}$	=	1017.96 kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$	=	-429.66 kNm	η_{My}	=	0.42	
$V_{z,pld}$	=	1253.5 kN	$V_{z,Rd}$	=	1090.5 kN	
$V_{z,Ed}$	=	-115.1 kN	η_{Vz}	=	0.11	
			η	**=**	**0.42**	

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Stütze rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 288

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-145.3	114.1	-429.66
3.71	-149.4	116.7	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 288

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.05	0.19	0.96	0.96
3.71	1	0.05	0.19	0.00	0.19

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$
η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

N_{pld}	=	3055.0 kN	N_{Rd}	=	3055.0 kN	
N_{Ed}	=	-145.3 kN	η_N	=	0.05	
$M_{y,pld}$	=	447.36 kNm	$M_{y,Rd}$	=	447.36 kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$	=	-429.66 kNm	η_{My}	=	0.96	
$V_{z,pld}$	=	606.8 kN	$V_{z,Rd}$	=	606.8 kN	
$V_{z,Ed}$	=	114.1 kN	η_{Vz}	=	0.19	
			η	**=**	**0.96**	

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Übersicht Stabilitätsnachweis

Stabilitätsnachweis - 6.3.3 - Anhang B

Baugruppe	x m	Qkl	N_{Ed} kN	$M_{y,Ed}$ kNm	Gl	η	Lfk
Stütze links	3.71	1	136.6	392.47	6.62	0.92	37
Riegel	0.00	3	113.1	318.53	6.62	0.41	22
Stütze rechts	0.00	1	136.6	392.47	6.62	0.92	34

Stabilität-Stütze links

N_{Ed} / (χ_y*N_{Rd}) + k_{yy}*$M_{y,Ed}$ / (χ_{lt}*$M_{y,Rd}$) + k_{yz}*$M_{z,Ed}$ / $M_{z,Rd}$ = **0.58**

N_{Ed}	=	136.6 kN	N_{Rk}	=	3360.5 kN
$N_{cr,y}$	=	50782.9 kN			
s_{ky}	=	3.68 m			
λ_y	=	0.26			
χ_y	=	0.98			
k_{yy}	=	0.61	k_{yz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	392.47 kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	4244.63 kNm			
χ_{lt}	=	1.00			
$M_{y,Rk}$	=	492.09 kNm	$M_{z,Rk}$	=	188.67 kNm
γ_{M1}	=	1.10			

Nachweis für Lfk 37 bei x = 3.71 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ **0.92**

N_{Ed}	=	136.6	kN	N_{Rk}	=	3360.5	kN
$N_{cr,z}$	=	12105.1	kN				
s_{kz}	=	3.68	m				
λ_z	=	0.53					
χ_z	=	0.83					
k_{zy}	=	0.99		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	392.47	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	4244.63	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	492.09	kNm	$M_{z,Rk}$	=	188.67	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 37 bei x = 3.71 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Riegel

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ **0.19**

N_{Ed}	=	113.1	kN	N_{Rk}	=	3896.2	kN
$N_{cr,y}$	=	10038.8	kN				
s_{ky}	=	19.00	m				
λ_y	=	0.62					
χ_y	=	0.88					
k_{yy}	=	0.41		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	318.53	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	2944.73	kNm				
χ_{lt}	=	0.94					
$M_{y,Rk}$	=	986.94	kNm	$M_{z,Rk}$	=	59.71	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 22 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ **0.41**

N_{Ed}	=	113.1	kN	N_{Rk}	=	3896.2	kN
$N_{cr,z}$	=	53593.5	kN				
s_{kz}	=	1.02	m				
λ_z	=	0.27					
χ_z	=	0.98					
k_{zy}	=	1.00		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	318.53	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	2944.73	kNm				
χ_{lt}	=	0.94					
$M_{y,Rk}$	=	986.94	kNm	$M_{z,Rk}$	=	59.71	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 22 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Stütze rechts

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ **0.58**

N_{Ed}	=	136.6	kN	N_{Rk}	=	3360.5	kN
$N_{cr,y}$	=	50782.9	kN				
s_{ky}	=	3.68	m				
λ_y	=	0.26					
χ_y	=	0.98					
k_{yy}	=	0.61		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	392.47	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	4244.63	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	492.09	kNm	$M_{z,Rk}$	=	188.67	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 34 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ **0.92**

N_{Ed}	=	136.6	kN	N_{Rk}	=	3360.5	kN
$N_{cr,z}$	=	12105.1	kN				
s_{kz}	=	3.68	m				
λ_z	=	0.53					
χ_z	=	0.83					
k_{zy}	=	0.99		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	392.47	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	4244.63	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	492.09	kNm	$M_{z,Rk}$	=	188.67	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 34 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Nachweis für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SERV

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Baugruppe	x m	$f_{x,Ed}$ cm	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{res,Ed}$ cm	η	Lfk
Stütze links	3.52	-1.3	-0.01	1.3	0.25	346
Riegel	12.54	-0.2	-4.3	4.3	0.87	337
Stütze rechts	0.20	1.3	-0.01	1.3	0.25	355

Größte Ausnutzung **η = 0.87** in Baugruppe Riegel

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/200$

Baugruppe	x m	l_{eff} m	$l_{eff,x0}$ m	$l_{eff,x1}$ m	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{z,Cd}$ cm	η	Lfk
Stütze links	2.15	3.71	0.00	3.71	0.4	1.9	0.19	337
Riegel	2.12	4.62	0.00	4.62	0.2	2.3	0.07	335
Riegel	12.54	15.43	4.62	20.05	2.5	7.7	0.33	335
Riegel	22.86	5.03	20.05	25.08	0.2	2.5	0.09	335
Stütze rechts	1.56	3.71	0.00	3.71	0.4	1.9	0.19	335

Baugruppe	:	Bezeichnung
x	:	Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff}	:	effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$	:	Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$	:	Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,Ed}$	:	Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$	:	zulässige Verschiebung aus leff
η	:	größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk	:	Lastfallkombination

Größte Ausnutzung **η = 0.33** in Baugruppe Riegel

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall - Theorie 1.Ordnung

Lf Nr	Lager links			Lager rechts		
	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm
1	52.7	35.7	0.00	52.7	-35.7	0.00
2	-23.7	-24.9	0.00	-19.4	10.6	0.00
4	-4.2	-18.7	0.00	-12.5	-1.2	0.00
6	-19.4	-10.6	0.00	-23.7	24.9	0.00
7	-12.5	1.2	0.00	-4.2	18.7	0.00
10	3.4	-6.4	0.00	3.0	-8.6	0.00
11	3.0	8.6	0.00	3.4	6.4	0.00
12	41.7	33.4	0.00	41.7	-33.4	0.00
13	26.1	25.1	0.00	36.5	-25.1	0.00
14	36.5	25.1	0.00	26.1	-25.1	0.00

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer:Einwirkung:Faktor (φ=Schiefstellung)
22	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 4:Qi:0.9 + φ n.re.
34	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 10:Qi:0.9 + φ n.re.
37	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 11:Qi:0.9 + φ n.li.
288	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 10:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + φ n.re.
289	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 11:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + φ n.li.
335	charakteristisch	1:G:1.0 + 12:Q1:1.0 + 10:Qi:0.6
337	charakteristisch	1:G:1.0 + 12:Q1:1.0 + 11:Qi:0.6
346	charakteristisch	1:G:1.0 + 13:Q1:1.0 + 7:Qi:0.6
355	charakteristisch	1:G:1.0 + 14:Q1:1.0 + 4:Qi:0.6
Anzahl der gebildeten und untersuchten Lastfallkombinationen: 364		

9. Position: 3.1 Stahlrahmen First geschraubt

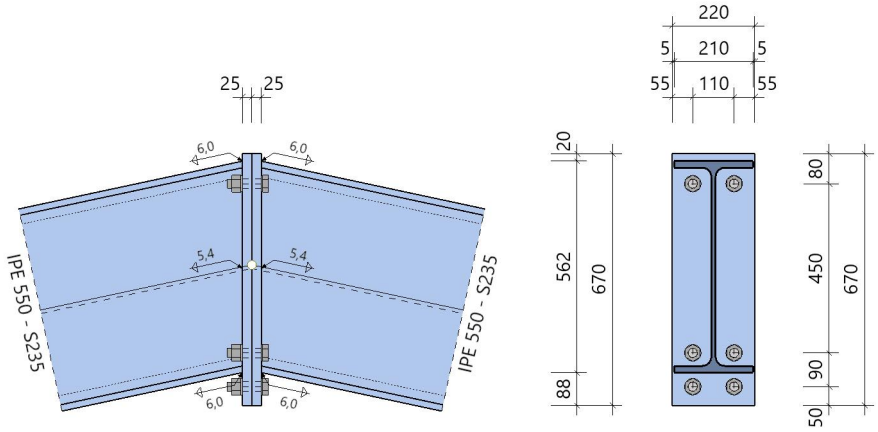
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

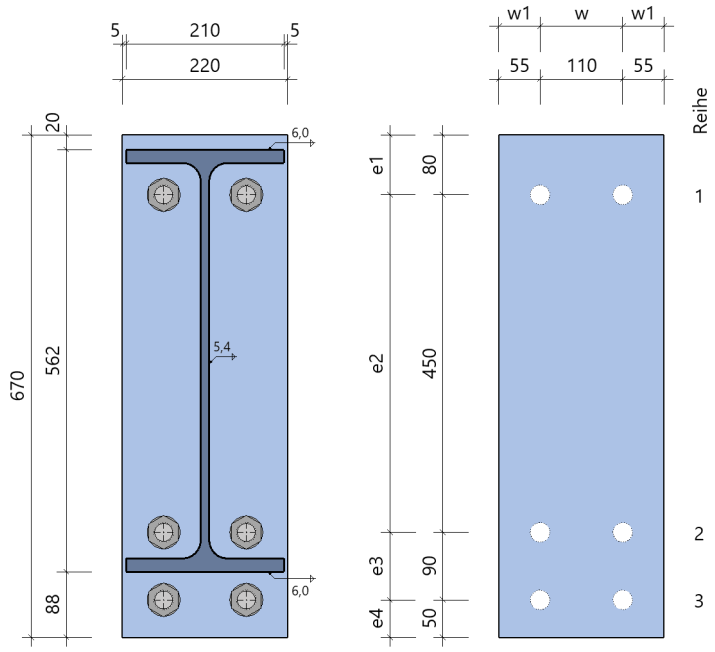
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig mit Normalkraft + Momenten Interaktion Schrauben für N_{Rd} Zug im Überstand vernachlässigen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Stirnplattenstoß Trägerneigung -12.1°
Schrauben : 6 x M24 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	IPE 550	S235	550	210	17	11	24	210	17

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M24	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	26.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	20	670	220	25	6.0	5.4	6.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 3 = 6 Schrauben M24 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm
55	110	55	80	450	90	50

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
287	Ständig:1.00 + Schnee unverweht:2.30 + Wind von links ohne Sog:0.200 + Schiefstellung (n.li.):1.00 Ufer rechts	A	-111.6	-23.4	152.11
290	Ständig:1.00 +	A	-111.5	-24.0	152.11

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
	Schnee unverweht:2.30 + Wind von rechts ohne Sog:0.200 + Schiefstellung (n.re.):1.00 Ufer rechts				
299	Ständig:1.00 + Schnee links verweht:2.30 + Wind von rechts Fall 2:0.200 + Schiefstellung (n.li.):1.00 Ufer rechts	A	-87.2	-33.2	122.67

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2} Querschnitt	γ_{M2} Anschluss
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25	1.25
A	außergewöhnlich	1.00	1.00	1.15	1.25

Ergebnisse Lfk 287 - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-104.2	-46.2	152.11
$N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9$ kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts) 1	2
1	V	V
2	N	N
3	N	N

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	$\min(F_{t,Rd},B_{t,Rd})$ kN
1	1	50.0	50.0	30.8	38.5	36.72	254.2
2	1	55.0	55.0	43.3	54.2	36.72	254.2

[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	3	193.6	-	-	-
2	2	272.2	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	3	110.0	-	-	-	-	-	-
2	2	301.5	-	-	-	0.44	0.29	6.96

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
3	0	1	398.9	Stirnplatte auf Biegung
2	0	2	508.3	Schrauben auf Zug

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
28.8	907.3	907.3

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-152.11	327.09	**490.63**	**0.31**
zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug			

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Komponenten Druck unten

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-104.2	1607.1	**2410.6**	**0.04**
zuerst versagende Komponente : Trägerflansch auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.04	0.31	**0.31**
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	590	55	450	110	2.50	864.0	282.4

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
7192.5	975.9	-46.2	282.4	0.16

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	4.1	-	8.9	0.04	-142.9	0.69

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
3	-	52.917	52.917	7.531
2	-	47.078	47.078	7.531

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
550.5	11.490	3.00	731263.7	243754.6

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-111.6	3149.0	0.04	-23.4	975.9	0.02	152.11	656.68	0.23	0.23

Ergebnisse Lfk 299 - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-78.3	-50.7	122.67
$N_d < 0.05 * N_{pld}$ = 157.9 kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	V	V
2	N	N
3	N	N

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$[Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	50.0	50.0	30.8	38.5	36.72	254.2
2	1	55.0	55.0	43.3	54.2	36.72	254.2
[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	3	193.6	-	-	-
2	2	272.2	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	l_{eff} Gruppen Mitte mm	l_{eff} Gruppen Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	Steifeneinfluß λ_2	Steifeneinfluß α
1	3	110.0	-	-	-	-	-	-
2	2	301.5	-	-	-	0.44	0.29	6.96

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	T-Stummel Nr Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
3	0	1	398.9	Stirnplatte auf Biegung
2	0	2	508.3	Schrauben auf Zug

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
28.8	907.3	907.3

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-122.67	327.09	**490.63**	**0.25**
zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug			

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Komponenten Druck unten

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-78.3	1607.1	**2410.6**	**0.03**
zuerst versagende Komponente : Trägerflansch auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.03	0.25	**0.25**
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	590	55	450	110	2.50	864.0	282.4

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
7192.5	975.9	-50.7	282.4	0.18

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σw N/mm²	η	σw N/mm²	η
207.8	3.3	-	9.8	0.05	-113.9	0.55

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
3	-	52.917	52.917	7.531
2	-	47.078	47.078	7.531

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
550.5	11.490	3.00	731263.7	243754.6

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-87.2	3149.0	0.03	-33.2	975.9	0.03	122.67	656.68	0.19	0.19

Ergebnisse Lfk 290 - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-104.0	-46.8	152.11
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	V	V
2	N	N
3	N	N

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	50.0	50.0	30.8	38.5	36.72	254.2
2	1	55.0	55.0	43.3	54.2	36.72	254.2

[Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	3	193.6	-	-	-
2	2	272.2	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	3	110.0	-	-	-	-	-	-
2	2	301.5	-	-	-	0.44	0.29	6.96

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
3	0	1	398.9	Stirnplatte auf Biegung
2	0	2	508.3	Schrauben auf Zug

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
28.8	907.3	907.3

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-152.11	327.09	**490.63**	**0.31**

zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Komponenten Druck unten

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	981.5	656.68	656.68	1205.3

N-Anteil	$F_{C Rd,red}$ kN
0.50	1205.3

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-104.0	1607.1	**2410.6**	**0.04**
zuerst versagende Komponente : Trägerflansch auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.04	0.31	**0.31**
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	590	55	450	110	2.50	864.0	282.4

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
7192.5	975.9	-46.8	282.4	0.17

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	4.1	-	9.0	0.04	-142.8	0.69

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
3	-	52.917	52.917	7.531
2	-	47.078	47.078	7.531

z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
550.5	11.490	3.00	731263.7	243754.6

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-111.5	3149.0	0.04	-24.0	975.9	0.02	152.11	656.68	0.23	0.23

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.31** [**Lfk 290**]	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.18** [**Lfk 299**]	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.69** [**Lfk 287**]	Stirnplatte Druckgurt
Querschnitt	η = **0.23** [**Lfk 290**]	

Hinweis: Schweißnahtversagen sollte nicht bemessungsrelevant sein!

10. Position: 3.2 Stahlrahmen Rahmenecke Links geschraubt

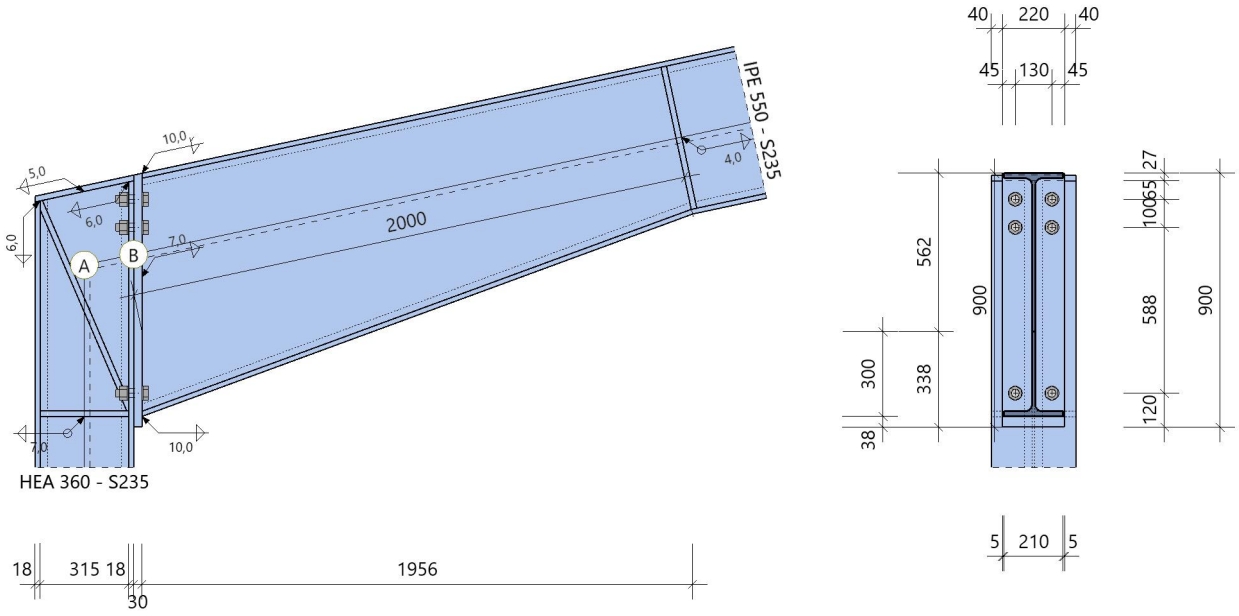
Rahmenecken Stahl (x64) SRE+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

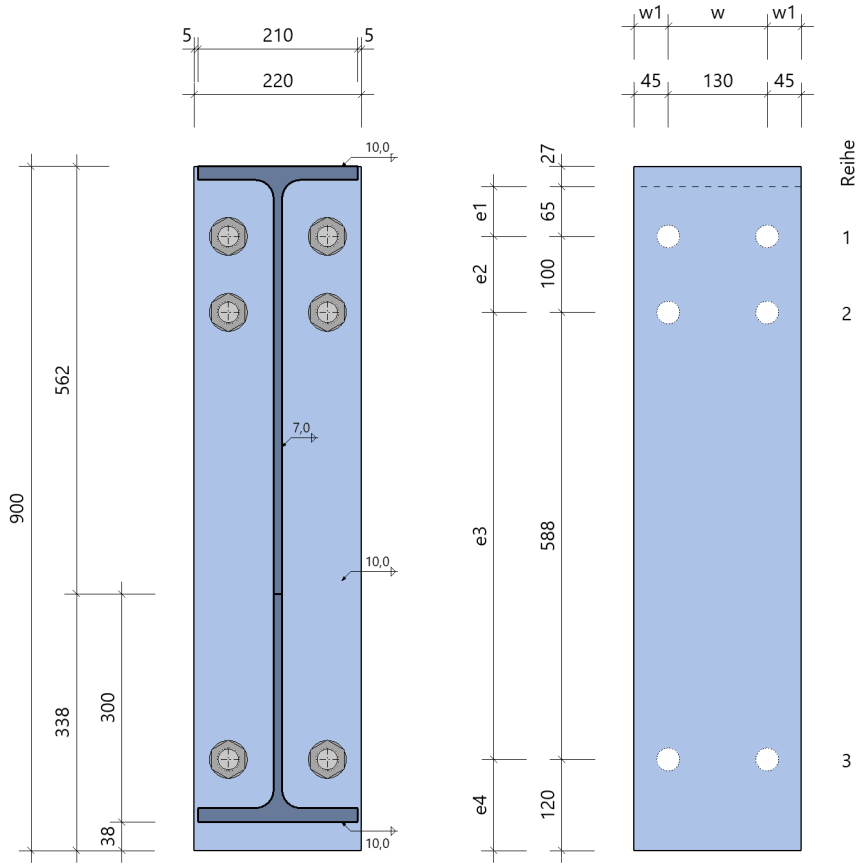
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig mit Normalkraft + Momenten Interaktion Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Längsdruck Stützenflansch unberücksichtigt Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0.50 Übertragungsfaktor β = 1.00
Klassifizierung	:	Rahmen seitlich verschieblich Iy für Steifigkeit aus Mittelwert der Aussteifung Trägerlänge (Stützenachse - Stützenachse) l = 10.00 m
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : einseitiger Träger an Stützenende Trägerneigung 12.1°
Schrauben : 6 x M27 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	IPE 550	S235	550	210	17	11	24	210	17
Stütze	HEA 360	S235	350	300	18	10	27	300	18

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M27	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	30.0

Aussteifung

Bauteil		l mm	h mm
Träger	gevouteter Querschnitt aus I-Profil - unten	2000	300

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	0	900	220	30	10.0	7.0	10.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 3 = 6 Schrauben M27 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm
45	130	45	65	100	588	120
e1 Abstand von Aussenkante Stützengurt im Anschnitt.						

Kopfplatte an Stütze

Material	Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht		
		h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	geneigt	358	300	20	6.0	5.0	6.0

Steifen

Nr	im Bauteil	an Position	Art	b mm	l mm	t mm	c mm	$a_{w,1,f}$ mm	$a_{w,2,s}$ mm	$a_{w,3,f}$ mm
1	Stütze	Aussteifungsgurt unten	Steifen	145	315	20	27	7.0	7.0	7.0
2	Träger	Aussteifungsgurt unten	Steifen	95	516	20	24	4.0	4.0	4.0

Schubfeldverstärkung

im Bauteil	Art	t mm	b mm	l mm	c,f mm	c,s,o mm	c,s,u mm
Stütze	Diagonalsteife	20	145	809	27	95	101

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
287	Ständig:1.00 + Schnee unverweht:2.30 + Wind von links ohne Sog:0.200 + Schiefstellung (n.li.):1.00	A	Träger rechts Stütze unten g)	A A	-140.9 -142.1	115.2 -113.7	-423.47 -423.47
289	Ständig:1.00 + Schnee unverweht:2.30 + Wind von rechts ohne Sog:0.200 + Schiefstellung (n.li.):1.00	A	Träger rechts Stütze unten g)	A A	-141.1 -142.0	115.1 -113.9	-429.66 -429.66

g) : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten
A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung
β_1 : Übertragungsfaktor in allen Lastfallkombinationen = 1.00

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2} Querschnitt	γ_{M2} Anschluss
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25	1.25
A	außergewöhnlich	1.00	1.00	1.15	1.25

Ergebnisse Lfk 289 - Komponentenmethode für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-113.9	142.0	-391.97
$N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9$ kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	N	N
2	N	N
3	V	V

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	2	45.0	45.0	51.5	45.0	52.88	330.5

[Mpl] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	1	323.8	261.9	-	-
	2	323.8	-	-	261.9

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	271.7	190.6	-	-	0.53	0.65	5.27
	2	262.4	-	-	181.2	-	-	-

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stützengurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	2	85.0	45.0	38.4	45.0	-197.5 [kr]	17.99	330.5

[Mpl] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster
[kr] : $F_{t,Rd}$ wird nicht abgemindert

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	1	241.3	220.6	-	-
	2	241.3	-	-	220.6

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	277.1	197.2	-	-	0.31	0.46	7.22
	2	259.9	-	-	179.9	-	-	-

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN		Versagensmodus
1	1	1	452.2	[p]	Stützenflansch auf Biegung
2	1	1	183.0		Stützenstegfeld auf Schub

[p] : *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Voutengurt	$F_{cfv,Rd}$ kN	Trägersteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{cw,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,RdSteife}$ kN
Druck	796.8	Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Stützensteg	A_v mm²	$F_{vwp,Rd}$ kN	$F_{vwp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$F_{vwp,Rd\ Diagonale}$ kN
Schub	4920.0	635.2	34.5	844.8	7.51	516.4

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
853.3	635.2	635.2

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
409.06	310.24	**465.36**	**0.88**
zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Schub			

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Stützensteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w
Druck	1.00	173.0	377.3	1.00

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	1452.8	1053.58	945.75	1095.2

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.49	377.3

Komponenten Druck unten

Stützensteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Voutengurt	$F_{cfv,Rd}$ kN	Trägersteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{cw,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,RdSteife}$ kN
Druck	796.8	Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.51	393.1

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-113.9	513.6	**770.4**	**0.15**
zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.15	0.88	**0.88**
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte k_1*α	Platte $V_{l,Rd}$ kN	Gurt k_1*α	Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
3	780	45	90	85	588	588	130	2.50	1166.4	2.50	680.4	367.2

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
10296.1	1396.9	142.0	367.2	0.39

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Träger oben		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	8.1	-	106.5	0.51	-168.5	0.81

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
1	5.289	16.797	33.841	9.538
2	4.826	15.327	32.177	9.538

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
-	-	716.5	5.035	2.00	542776.2	271388.1

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$M_{pldTräger}$ kNm	$M_{pldStütze}$ kNm	Klassifizierung	$L_{Träger}$ m	$I_{yTräger}$ cm⁴
teiltragfähig	1187.45	490.79	**verformbar**	10.00	125292.2
			Rahmen seitlich verschieblich		
Iy für Steifigkeit aus Mittelwert vom Voutenabschnitt abgeschätzt !					

Steifen

Steifen Nr	Kraft $F_{Steifenpaar}$ kN	Kraft $F_{1,Steife}$ kN	Kraft $F_{2,Steife}$ kN	Querschnitt σ_v N/mm²	Querschnitt η	Schweißnähte σ_w N/mm²	Schweißnähte η
1	-608.2	-227.8	-54.1	128.9	0.55	170.4	0.84
2	-91.2	-32.2	-3.7	23.1	0.10	56.7	0.27

Schubfeldnachweis

T_{xy} N/mm	$F_{Diagonale}$ kN (Druck negativ)	η Spannung	η Beulen	η Knicken
1228.5	-1115.4	0.79	0.82	0.00

Ergebnisse Lfk 287 - Komponentenmethode für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-113.7	142.1	-385.80
$N_d < 0.05 * N_{pld}$ = 157.9 kN			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts) 1	2
1	N	N
2	N	N
3	V	V

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	2	45.0	45.0	51.5	45.0	52.88	330.5
[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	1	323.8	261.9	-	-
	2	323.8	-	-	261.9

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	271.7	190.6	-	-	0.53	0.65	5.27
	2	262.4	-	-	181.2	-	-	-

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stützengurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	2	85.0	45.0	38.4	45.0	-194.4 [kr)]	17.99	330.5
[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster [kr)] : $F_{t,Rd}$ wird nicht abgemindert								

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	1	241.3	220.6	-	-
	2	241.3	-	-	220.6

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	277.1	197.2	-	-	0.31	0.46	7.22
	2	259.9	-	-	179.9	-	-	-

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	T-Stummel Nr Platte	Ft_{tRd} kN		Versagensmodus
1	1	1	452.2	p)	Stützenflansch auf Biegung
2	1	1	183.0		Stützenstegfeld auf Schub
p) : *p) ohne Abstützkräfte in Platte					

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Voutengurt	$F_{cfv,Rd}$ kN	Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{cw,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,RdSteife}$ kN
Druck	796.8	Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Stützensteg	A_v mm²	$F_{vwp,Rd}$ kN	$F_{vwp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$F_{vwp,Rd\ Diagonale}$ kN
Schub	4920.0	635.2	34.5	844.8	7.51	516.4

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
853.3	635.2	635.2

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
402.85	310.24	**465.36**	**0.87**
zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Schub			

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w
Druck	1.00	173.0	377.3	1.00

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	1452.8	1053.58	945.75	1095.2

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.49	377.3

Komponenten Druck unten

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

Voutengurt	$F_{cfv,Rd}$ kN	Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{cw,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,RdSteife}$ kN
Druck	796.8	Druck	1.00	300.8	579.9	1.00	1274.7

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.51	393.1

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-113.7	513.6	**770.4**	**0.15**
zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.15	0.87	**0.87**
N_d < 0.05 * N_{pld} = 157.9 kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand				Lochabstand			Tragfähigkeit				
	Platte		Gurt		Platte	Gurt		Platte		Gurt		
	e_1 mm	e_2 mm	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e mm	e_3 mm	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	k_1*α	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
3	780	45	90	85	588	588	130	2.50	1166.4	2.50	680.4	367.2

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
10296.1	1396.9	142.1	367.2	0.39

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

$f_{vw,d}$ N/mm²	Zuggurt (konstruktiv) Träger oben		Steg		Druckgurt	
	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	8.0	-	104.7	0.51	-165.9	0.80

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
1	5.289	16.797	33.841	9.538
2	4.826	15.327	32.177	9.538

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
-	-	716.5	5.035	2.00	542776.2	271388.1

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$M_{pldTräger}$ kNm	$M_{pldStütze}$ kNm	Klassifizierung	$L_{Träger}$ m	$I_{yTräger}$ cm⁴
teiltragfähig	1187.45	490.79	**verformbar**	10.00	125292.2
			Rahmen seitlich verschieblich		
Iy für Steifigkeit aus Mittelwert vom Voutenabschnitt abgeschätzt !					

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	$F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	σ_v N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
1	-598.7	-224.2	-53.2	126.9	0.54	167.7	0.83
2	-89.8	-31.7	-3.7	22.8	0.10	55.8	0.27

Schubfeldnachweis

T_{xy} N/mm	$F_{Diagonale}$ kN (Druck negativ)	η Spannung	η Beulen	η Knicken
1206.9	-1095.8	0.78	0.80	0.00

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.88** [**Lfk 289**]	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.39** [**Lfk 287**]	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.81** [**Lfk 289**]	Stirnplatte Druckgurt
Steifen	η = **0.84** [**Lfk 289**]	Schweißnaht
Schubfeld	η = **0.82** [**Lfk 289**]	

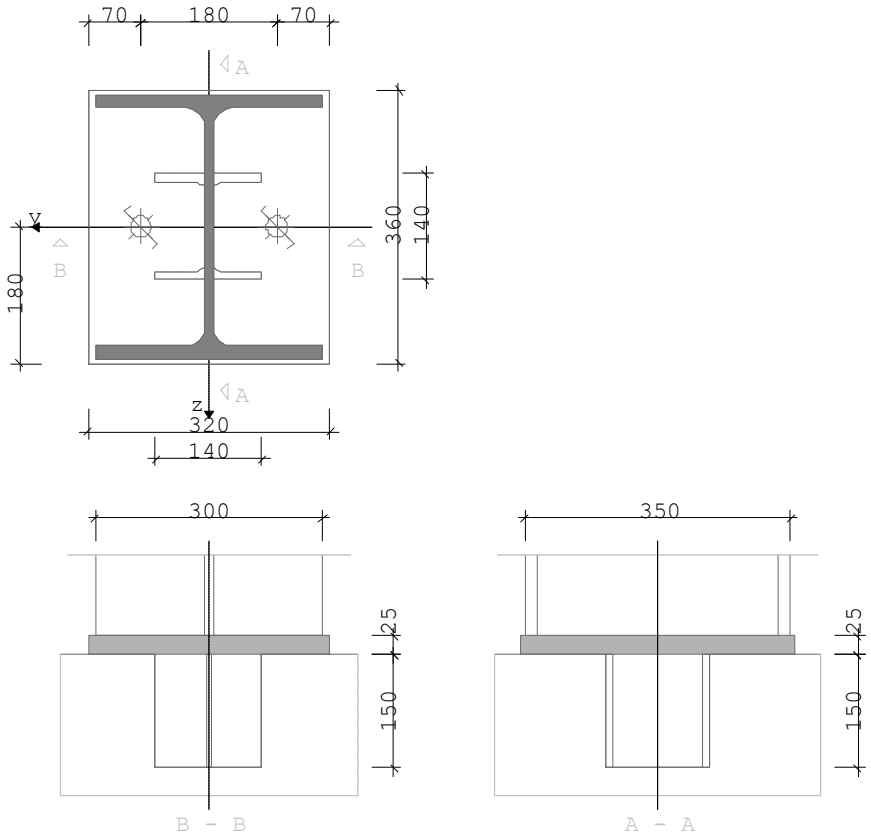
11. Position: 3.3 Stahlrahmen Fußplatte

Fußplatte Stahlstütze (x64) ST3 02/2024 (FRILO R-2025-1/P05)

System

Grafik

Maßstab 1 : 10



Kennwerte

Nachweisführung nach DIN EN 1993

Stütze	A cm2	Iy cm4	Iz cm4	h mm	tw mm	b mm	tf mm	r mm
HE 360 A	143.00	33090.0	7887.0	350.0	10.0	300.0	17.5	27.0

Fußplatte	Länge	Breite	Dicke	Fugendicke	aw Steg	aw Flansch
[mm]	360.0	320.0	25.0	0.0	5.0	5.0

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γ_{M0}	γ_{M2}	β_w	f_{vwd} N/mm2	Beton	α_c	γ_c	f_{cd} N/mm2	EModul N/mm2
S235	235.0	360.0	1.00	1.25	0.80	207.8	C 25/30	0.85	1.50	14.2	31000.0

Anker	Anzahl	fyb	fub	N/mm2	
M 27 - 10.9 HR	2	900.0	1000.0		Gewinde in Fuge

Ankerabstände bezogen auf die Außenkante der Fußplatte in Richtung

Steg	e1	e1	Flansch	w3	w1	w3
	180.0	180.0		70.0	180.0	70.0

Schubübertragung Fußplatte-Fundament

Profildübel	A cm2	Iy cm4	Iz cm4	h mm	tw mm	b mm	tf mm	r mm	aw mm	tE mm
HE 140 B	43.00	1510.0	550.0	140.0	7.0	140.0	12.0	12.0	5.0	150.0

Nachweis	Berechnungsoptionen (Vorgaben)
Querkraft	Es wird kein Querkraftnachweis über Anker geführt

Ergebnisse

Ergebnisse BemessungslastFusspunktLinks

Nr	Bezeichnung	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Vyd[kN]
1	BemessungslastFusspunktLinks	149.50	0.00	111.91	0.00

Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell (Druck)

Tragfähigkeit NARd = 855.6 kN η = 0.17 < 1

Druckkomponente

Festigkeit Lagerfuge	fjd	=	14.2	N/mm2				
Anschlußbeiwert	βj	=	0.67					
Faktor	sqA1A0	=	1.50					
Ausbreitungsbreite	c	=	58.8	mm	Dicke	t =	25.0	mm
Flansch	Aeff1	=	260.1	cm2		σD1 =	2.5	N/mm2
Steg	Aeff2	=	251.8	cm2		σD2 =	0.8	N/mm2
Druckfläche	Aeff	=	772.0	cm2	NARd	=	855.57	kN

Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen

Querschnittsteil	σwd		erf.aw	vorh.aw		η	
Steg	46.8	N/mm2	1.1	5.0	mm	0.23	
Gurt	46.8	N/mm2	0.5	5.0	mm	0.09	

Nachweis der Schubübertragung zwischen Fußplatte und Fundament mit HE 140 B

Nachweis nach Abs.6.2

Mypl	=	57.8	MyRd	=	56.9	Myd	=	8.4	kNm	Myd/MyRd	=	0.15	< 1
Vzpl	=	178.0	VzRd	=	178.0	Vzd	=	111.9	kN	Vzd/VzRd	=	0.63	< 1
										max Ed/FRd	=	0.63	< 1

Myd = 839.3 kNcm Vzd = 111.9 kN

Anschluß Profildübel - Fußplatte aw = 5.0 mm

τwd	=	90.8	N/mm2	/	τwRd	=	207.8	N/mm2	η	=	0.44	< 1
τwd	=	52.5		/	τwRd	=	207.8		η	=	0.25	< 1
σwdV	=	90.8	N/mm2	/	σwRd	=	207.8	N/mm2	η	=	0.44	< 1

Aw = 34.1 cm2 Iwy = 1118.1 cm4

Nachweis für Vzd = 111.91 kN

Tragfähigkeit	VDzRd	=	178.0	kN	η	=	0.63	< 1
Festigkeit Beton	fjd	=	10.4	N/mm2				
Anschlußbeiwert	βj	=	0.67					
Faktor	sqA1A0	=	1.10					
Ausbreitungsbreite	c	=	42.5	mm	Dicke	t =	12.0	mm
effektive Breite	beff	=	91.9	mm				
Av		=	9.7	cm2	η	=	1.2	
hw/tw		=	16.57		< ε*72/η	=	60.00	

FCRd	=	143.99	kN	Druckbeanspruchbarkeit des Flansches
VdFlansch	=	74.61	kN	= 2/3*Vd (1/3*Vd Flansch innen)
VcRd	=	178.01	kN	Tragfähigkeit des Stegs
Vw1Rd	=	241.10	kN	Schweißnaht zwischen Dübelsteg und Fußplatte

maximale Auslastung η = 0.63 < 1 Schubabtragung Fußplatte Fundament

Pos. 4 : Dachverband

Es werden 2 Verbände gewählt

Belastung :

Windlasten für Gemeinde Lohne

Vereinfacht gew :

- Hallenhöhe 6,88 m konstant - Einflusshöhe = 3,44 m
- 11 Binder mit Achsabstand 4,97 m

Gurtkräfte Nd der Riegel

Achse 1 + 2 :	2 * 113,1/2	= 113,2 kN
Achse 2 – 10 :	9 * 113,1	= 1017,9 kN

		1131 kN

Gew: Diagonalen ø 20

Druckgurt RO 88,9 * 3,2 mm

13. Position: 4 Dachverbände

Aussteifungsverband Stahl (x64) ST12+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

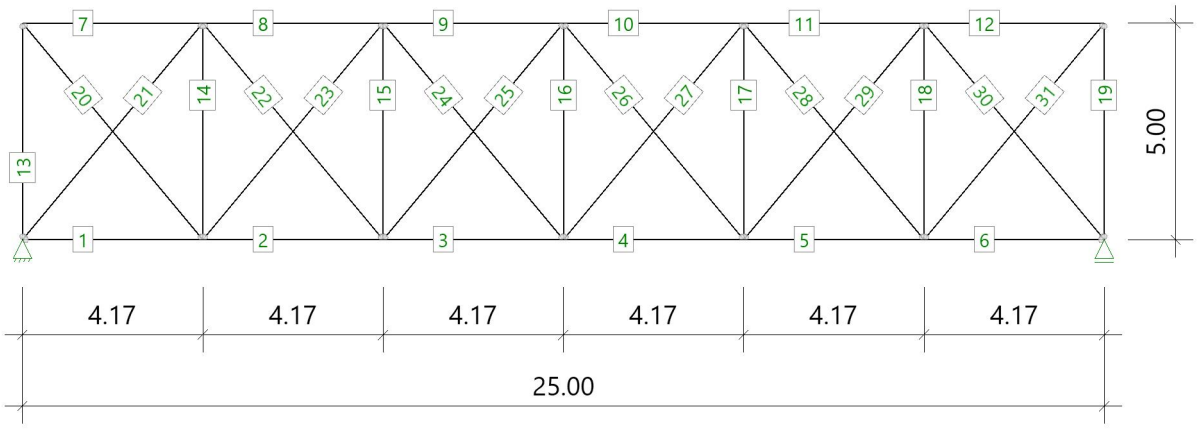
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

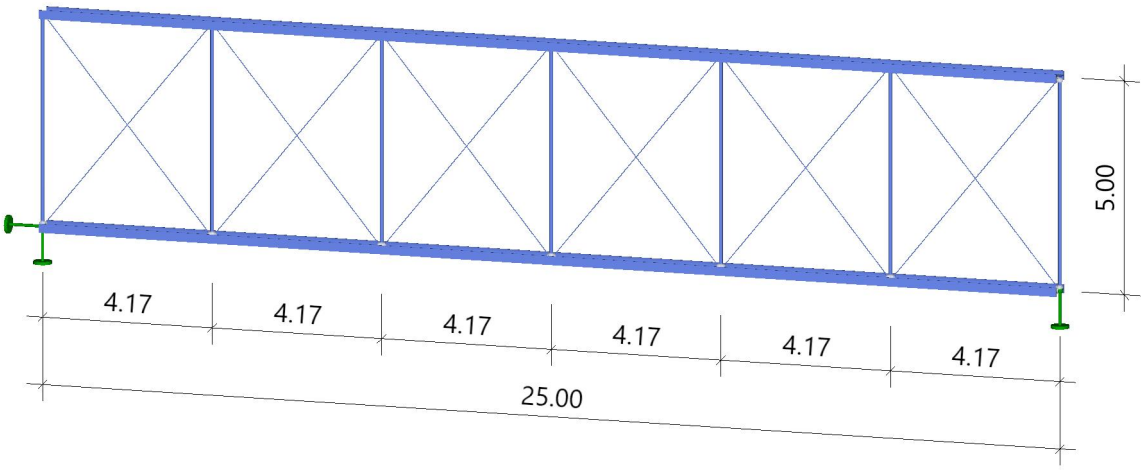
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung : plastisch

Die Schnittkraftermittlung erfolgt nach Theorie II.Ordnung.

System





2 Verbände	Länge	= 25.00 m	6 Felder	L = 4.17 m	
	Höhe	= 5.00 m			
	Lage	= 3.44 m	über OK Gelände		
Einflusshöhe für Wind		= 2.00 m	am Giebel		
Gebäudelänge		= 50.00 m	11 Binder		

Gemeinde 49393 Lohne (Oldenburg) in Niedersachsen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)
Geländehöhe ü. N N = 41 m

Gelände Kategorie II			Windzone 2		
Höhe für q	h	= 3.44 m	Basiswindgeschwindigkeit	v_{b0}	= 25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h)	= 0.66 kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	q_{b0}	= 0.39 kN/m²

Gurtkraft = 1131.0 kN

Stabilisierende Ersatzkräfte werden als Knotenlasten (Petersen) angesetzt.
Die Windlast wird als Gleichlast angesetzt.

Querschnittswerte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
1	IPE 550 [90°]	2667.6	67116.5	254.1	2440.6	134.4
2	RO 88.9X3.2(warm)	79.2	79.2	17.8	17.8	8.6
3	RND 20	0.8	0.8	0.8	0.8	3.1

Querschnittsgeometrie

Name	h	t_s	b	t	r	[mm]
IPE 550	550	11	210	17	24	
RO 88.9X3.2(warm)	89	3				
RND 20	20					

Stäbe - Querschnitt und Material

Bauteil	Querschnitt	Material	Stäbe
Binder	IPE 550 [90°]	S235	7 - 12 , 1 - 6
Pfosten	RO 88.9X3.2	S235	13 14 15 16 17 18 19
Diagonale	RND 20	S235	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Materialwerte Stahl

Name	E_k [N/mm²]	G_k [kN/m³]	γ	μ	t [mm]	f_{yk} [N/mm²]	f_{uk} [N/mm²]
S235	210000	80769	78.50	0.30	0 - 40	235.00	360.00
					40 - 80	215.00	360.00

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
501	Q	ständig/vorübergehend	Ersatzkräfte	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Lasten

Lastarten

Art 5 = Streckenlast von a bis a+l kN/m 3 = Einzellast bei a kN

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Alt	Art	pi	a m	l m	Bauteil
Wind auf Giebel :	9	111					
Druck D			5	0.46	0.00	25.00	Obergurt
Sog E			5	0.20	0.00	25.00	Obergurt
Ersatzkräfte :	501	0					
Fd1			3	9.2	4.17	-	Obergurt
Fd2			3	14.7	8.33	-	Obergurt
Fd3			3	16.6	12.50	-	Obergurt
Fd4			3	14.7	16.67	-	Obergurt
Fd5			3	9.2	20.83	-	Obergurt

Wind : Einwirkung = 9
Ersatzkräfte : Einwirkung = 501

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Bauteil,Stab(zug)	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	RND 20 Stab 31	1	Querschnitt	0,75
ständig/vorübergehend	RO 88.9X3.2 Stab 19	1	Stabilität	0,85

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Pfosten	RO 88.9X3.2	S235	19	1	0,22	0,85
Diagonale	RND 20	S235	31	1	0,75	0,00

RO 88.9X3.2 Stab 19 Pfosten S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-44.5	0.0	0.00
5.00	-44.5	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.22	0.00	0.00	0.22
5.00	1	0.22	0.00	0.00	0.22

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld}	= 202.6 kN		N_{Rd}	= 202.6 kN	
N_{Ed}	= -44.5 kN		η_N	= 0.22	
$M_{y,pld}$	= 5.52 kNm		$M_{y,Rd}$	= 5.52 kNm	
$M_{y,Ed}$	= 0.00 kNm		η_{My}	= 0.00	
$V_{z,pld}$	= 74.5 kN		$V_{z,Rd}$	= 74.5 kN	
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN		η_{Vz}	= 0.00	
			η	**= 0.22**	

RND 20 Stab 31 Diagonale S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	55.4	0.0	0.00
6.51	55.4	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.75	0.00	0.00	0.75
6.51	1	0.75	0.00	0.00	0.75

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld}	= 73.8 kN		N_{Rd}	= 73.8 kN	
N_{Ed}	= 55.4 kN		η_N	= 0.75	
$M_{y,pld}$	= 0.31 kNm		$M_{y,Rd}$	= 0.31 kNm	
$M_{y,Ed}$	= 0.00 kNm		η_{My}	= 0.00	
$V_{z,pld}$	= 37.8 kN		$V_{z,Rd}$	= 37.8 kN	
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN		η_{Vz}	= 0.00	
			η	**= 0.75**	

RO 88.9X3.2 Stab 19 Pfosten S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	44.5	0.00	6.46	0.85	1

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) =$ **0.85** $N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) =$ **0.85**

N_{Ed}	= 44.5 kN		N_{Rk}	= 202.6 kN	
s_{ky}	= 5.00 m		s_{kz}	= 5.00 m	
λ_y	= 1.76		λ_z	= 1.76	
$N_{cr,y}$	= 65.7 kN		$N_{cr,z}$	= 65.7 kN	
χ_y	= 0.28		χ_z	= 0.28	
γ_{M1}	= 1.10				

Nachweis bei x = 0.00 m nach Gl. (6.46) erfüllt.

Auflagerkräfte

charakteristische Auflagerkräfte infolge Wind(Standardlastfall) Theorie I.Ordnung ohne Stabausfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Windlasten	9	-	8.3	-
	25.00	Windlasten	9	-	8.3	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Lfk 1	-	44.7	-
	25.00	Lfk 1	-	44.7	-

Weitere Ergebnisse

Zuwachs der Normalkraft im Binder Nd = -68.1 kN Lfk = 1

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Wind auf Giebel:1,50 + Ersatzkräfte:1,00

Pos. 5 : Windverband Traufe

Gew. Rundstahldiagonalen mit Spannschloss.

Belastung aus Windverband: Auflagerkraft 44,7 kN

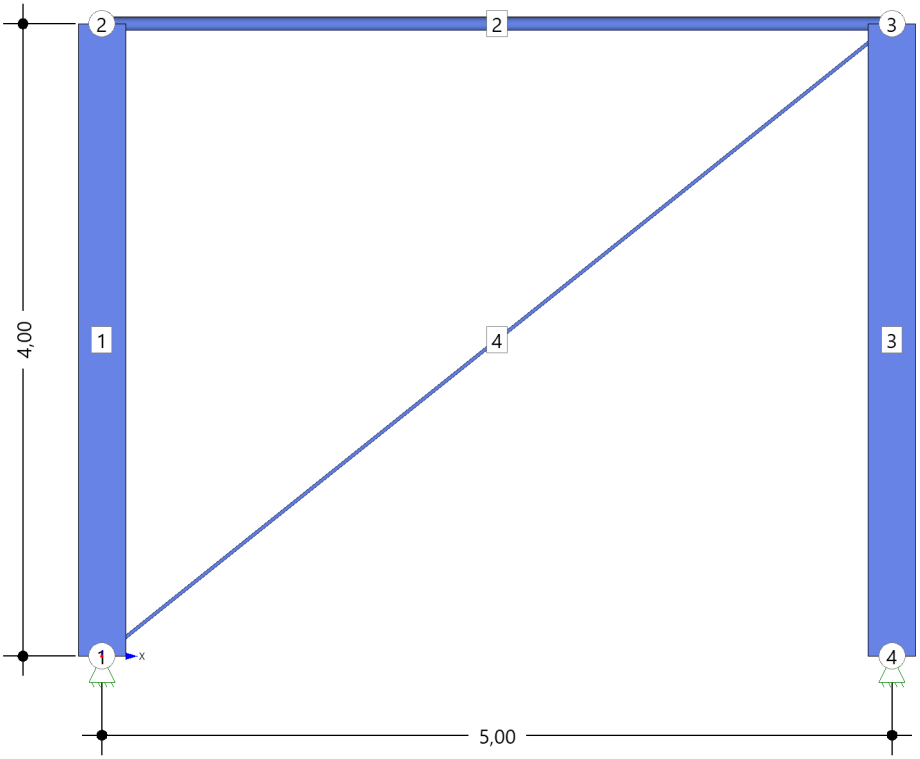
Gew.: ø 24 mit Spannschloss kreuzweise

15. Position: 5 Windverband Traufe

Stabwerk (x64) RSX 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Systembild

Systembild mit den Stabnummern



Kurzbeschreibung

System

Das System hat 4 Knoten, 4 Stäbe, 2 gelagerte Knoten
Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=5.00, DY=0.00, DZ=4.00

Gewicht und Längen

Anzahl Stäbe	Querschnitt	Material	Länge m	Gewicht kg
2	HEA 360	S235	8.00	898
1	RO 88.9X3.2	S235	5.00	34
1	RND 24	S235	6.40	23
Gesamtgewicht aller Stäbe = 955kg				

Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	ZUS	ALT	EG kN	LL	PL	FL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	Lastfall 1	JA	Windlasten	0	0	*	0	1	0	44.7	0.0	0.0
Hinweis: Das Eigengewicht ist in keinem Lastfall aktiviert!												

N : Nummer
ZUS : Lastfälle wirken immer gemeinsam
ALT : Lastfälle wirken immer alternativ
EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]
LL : Anzahl der Linienlasten
PL : Anzahl der Punktlasten
FL : Anzahl der Flächenlasten
SumZ : SumZ enthält auch das Eigengewicht!

Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
	:	DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
	:	DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
	:	DIN EN 1999-1-1/NA:2010-05
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten	:	berücksichtigt
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Protokoll der Systemdaten

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm^2)	Iy (cm^4)	Iz (cm^4)	Wy (cm^3)	Wz (cm^3)
1	HEA 360	HEA 360	143.0	33100	7890	1891	526
3	RO 88.9X3.2	RO 88.9X4	8.6	79	79	18	18
6	HEA 360	HEA 360	143.0	33100	7890	1891	526
7	RO 88.9X3.2	RO 88.9X3.2	8.6	79	79	18	18
8	RND 24	RND 24	4.5	2	2	1	1

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m^2	v	G-Modul kN/m^2	Wichte kN/m^3
1	S235	S235	-	2.1E8	0,3	8.077E7	78.50

NKL : Nutzungsklasse
v : Querdehnzahl

Stahlmaterial - Details für S235

E_k = 210000 N/mm^2 G_k = 80769 N/mm^2

Streckgrenze	t ≤	40 mm	f_{yk} =	235.00 N/mm^2
	t ≤	80 mm	f_{yk} =	215.00 N/mm^2
Zugfestigkeit	t ≤	40 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm^2
	t ≤	80 mm	f_{uk} =	360.00 N/mm^2

Knoten

Knoten Nummer	X (m)	Y (m)	Z (m)	Anzahl Stäbe am Knoten	Lager						
					DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	0.00	*	0.00	2	S	-	S	-	-	-	-
2	0.00	*	4.00	2							
3	5.00	*	4.00	3							
4	5.00	*	0.00	1	S	-	S	-	-	-	-

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

Auflager

Auflager	Knoten	Lager						
		DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
Lagertyp-1	1,4	S	-	S	-	-	-	

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

Stäbe

Stab	T	N_1	N_2	L_x m	L_y m	L_z m	EG kN	Q_1	RQ	Mat	RL	N	E
1	B	1	2	0.00	*	4.00	4.5	1	90	S235	180	1	N
2	B	2	3	5.00	*	0.00	0.3	7	0	S235	180	1	N
3	B	3	4	0.00	*	-4.00	4.5	6	90	S235	180	1	N
4	B	1	3	5.00	*	4.00	0.2	8	0	S235	180	1	N

T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab
L_x : L_x,L_y,L_z - projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems
EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt
Q_1 : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute
RQ : Drehung des Querschnitts bezüglich des lokalen Koordinatensystems
RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage
N : Stabteilung
E : Stab hat eine elastische Bettung - Details siehe Tabelle unten

Lastprotokoll

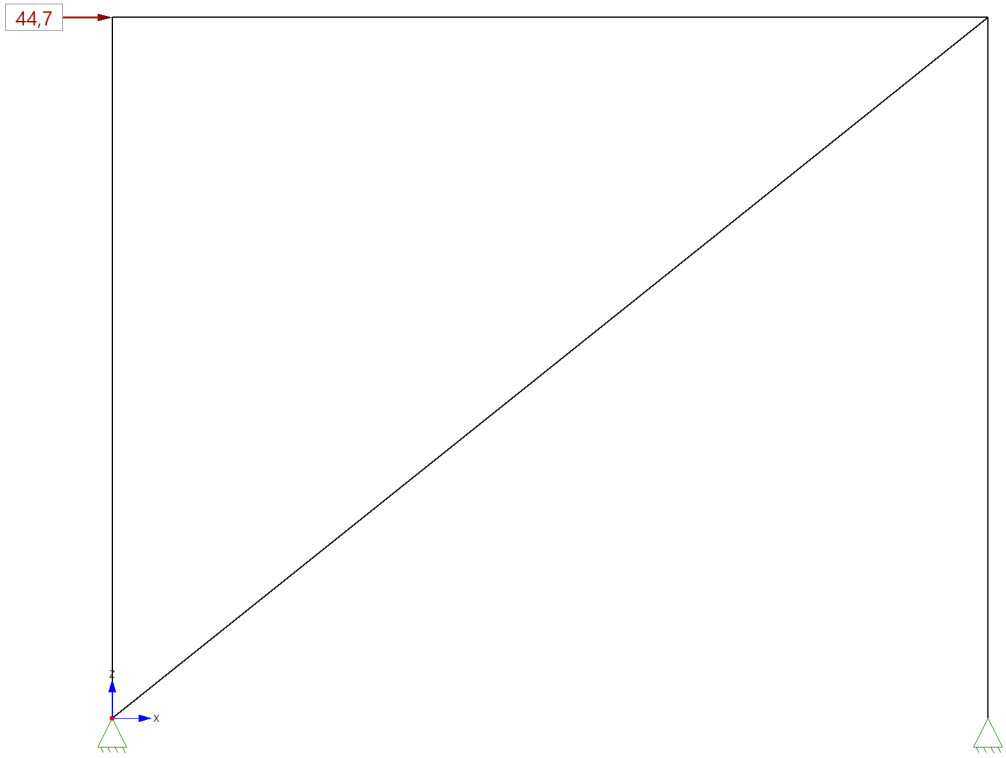
Knotenlasten

Lastfall	NR	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm	Referenz
1	2	44.7	*	0.0	0.00	*	0.00	

Lastfall : Lastfallnummer

Lastbilder

Lastbild für Lastfall 1



Bemessung : ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Ausnutzung je Querschnitt Theorie I.Ordnung

Stab	LFK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M_y kNm	M_z kNm	Q_y kN	Q_z kN	N kN	M_t kNm	f cm	η	η_{max}
2	A-1	RO 88.9X3.2	5.00	0.00	η_{el}	0.42	*	*	-0.2	-66.9	*	0.9		0.43
2	A-1	RO 88.9X3.2	5.00	0.00	M_y	0.42	*	*	-0.2	-66.9	*	0.9	η_{el}	0.43
2	A-1	RO 88.9X3.2	5.00	0.00	Q_z	0.42	*	*	-0.2	-66.9	*	0.9	η_{el}	0.43
2	A-1	RO 88.9X3.2	5.00	0.00	N	0.42	*	*	-0.2	-66.9	*	0.9	η_{el}	0.43
3	A-1	HEA 360	4.00	0.00	η_{el}	-0.40	*	*	0.1	-53.6	*	0.7		0.02
3	A-1	HEA 360	4.00	0.00	M_y	-0.40	*	*	0.1	-53.6	*	0.7	η_{el}	0.02
3	A-1	HEA 360	4.00	0.00	Q_z	-0.40	*	*	0.1	-53.6	*	0.7	η_{el}	0.02
3	A-1	HEA 360	4.00	0.00	N	-0.40	*	*	0.1	-53.6	*	0.7	η_{el}	0.02
4	A-1	RND 24	6.40	0.00	η_{el}	0.005	*	*	0.0	85.6	*	0.0		0.82
4	A-1	RND 24	6.40	0.00	M_y	0.005	*	*	0.0	85.6	*	0.0	η_{el}	0.82
4	A-1	RND 24	6.40	0.00	Q_z	0.005	*	*	0.0	85.6	*	0.0	η_{el}	0.82
4	A-1	RND 24	6.40	0.00	N	0.005	*	*	0.0	85.6	*	0.0	η_{el}	0.82

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Maßgebende Überlagerungen

LFK	Name der Überlagerung	Einwirkung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
2	A-1	Ständig	1	Lastfall 1	Windlasten	-> 1.50

Einwirkung : Nummer das Lastfalls
Einwirkung : Nummer das Lastfalls

Pos. 6 : Giebelrahmen Halle 1 Achse 11

System : Dreifeldträger mit l = 4,17 m

Belastung :

Wellplatten, Pfetten und Photov.	g = 0,50 kN/qm
Schneelast si = 0,8 * 0,85	si = 0,68 kN/qm
Schneelast sa 2,3*0,68	sa = 1,56 kN/qm
Winddruck	w = 0,12 kN/qm

Eg Pfette wird vom Programm berücksichtigt

Belastung für den Träger bei einer Einflußbreite vom 5,00/2 = 2,50 m

g = 0,50 * 2,50	=	1,25 kN/m
si = 0,68 * 2,50	=	1,70 kN/m
sa = 1,56 * 2,50	=	3,90 kN/m
w = 0,12 * 2,50	=	0,20 kN/m

gew. : HEA 160

17. Position: 6 Pfette - Giebelrahmen

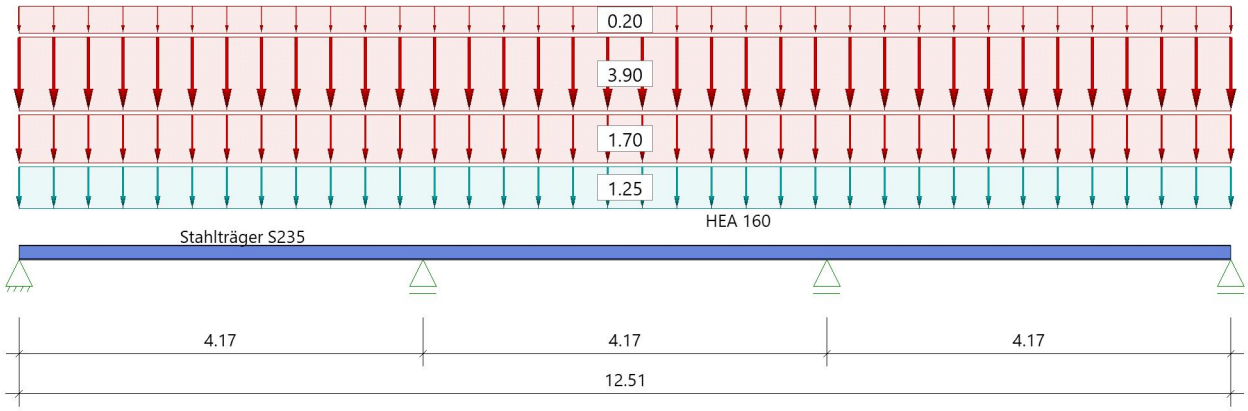
Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Stahlträger über 3 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm^4]	I_z [cm^4]	W_y [cm^3]	W_z [cm^3]	A [cm^2]
HEA 160	1670	616	220	77	38.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	4.17	HEA 160
2	4.17	HEA 160
3	4.17	HEA 160

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	8.34	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	12.51	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		12.51		1.25		Nein	ständig		
	2	GL		12.51		1.70		Ja	Schnee		
	3	GL		12.51		3.90		Ja	außergewöhnlich		
	4	GL		12.51		0.20		Ja	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 381 kg mit Gamma = 78.50 kN/m^3 berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3
Es wird immer nur eine außergewöhnliche Last angesetzt. Mehrere außergewöhnliche Lasten werden nur dann gemeinsam berücksichtigt, wenn sie über Zusammengehörigkeitsgruppen verknüpft wurden.

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.16	1)	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.16	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.18

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 160	Feld 2, x = 4.17	11.0	-9.19	0.16	
außergewöhnlich	HEA 160	Feld 1, x = 1.77	0.0	9.12	0.16	

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.98	0.0	0.2	0.2	0.05	12
Feld 2	2.09	0.0	0.1	0.1	0.02	13
Feld 3	2.19	0.0	0.2	0.2	0.05	12

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.98	4.17	0.00	4.17	0.1	0.2	1.4	0.18	12
Feld 2	2.09	4.17	0.00	4.17	0.01	0.1	1.4	0.08	13
Feld 3	2.19	4.17	0.00	4.17	0.1	0.2	1.4	0.18	12

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	2.6	2.6		
		Windlasten	-0.04	0.4		
		Schnee H < 1000 m	-0.4	3.2		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.8	7.0		
2	4.17	ständig	7.1	7.1		
		Windlasten	-0.1	1.0		
		Schnee H < 1000 m	-0.7	8.5		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-1.6	10.6		
3	8.34	ständig	7.1	7.1		
		Windlasten	-0.1	1.0		
		Schnee H < 1000 m	-0.7	8.5		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-1.6	10.6		
4	12.51	ständig	2.6	2.6		
		Windlasten	-0.04	0.4		
		Schnee H < 1000 m	-0.4	3.2		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.8	7.0		

Pos. 7 : Giebelstütze

System : gelenkig gehaltene Stütze mit h <= 5,5 m

Belastung :

Aus Wind : 0,59 * 4,17 = 2,5 kN/m

Aus Pfette Pos. 6 :

G = 2,60*2 = 5,2 kN

Wind und Schnee : (0,4+3,2)*2 = 7,2 kN

Gew.: Stütze HEA 160

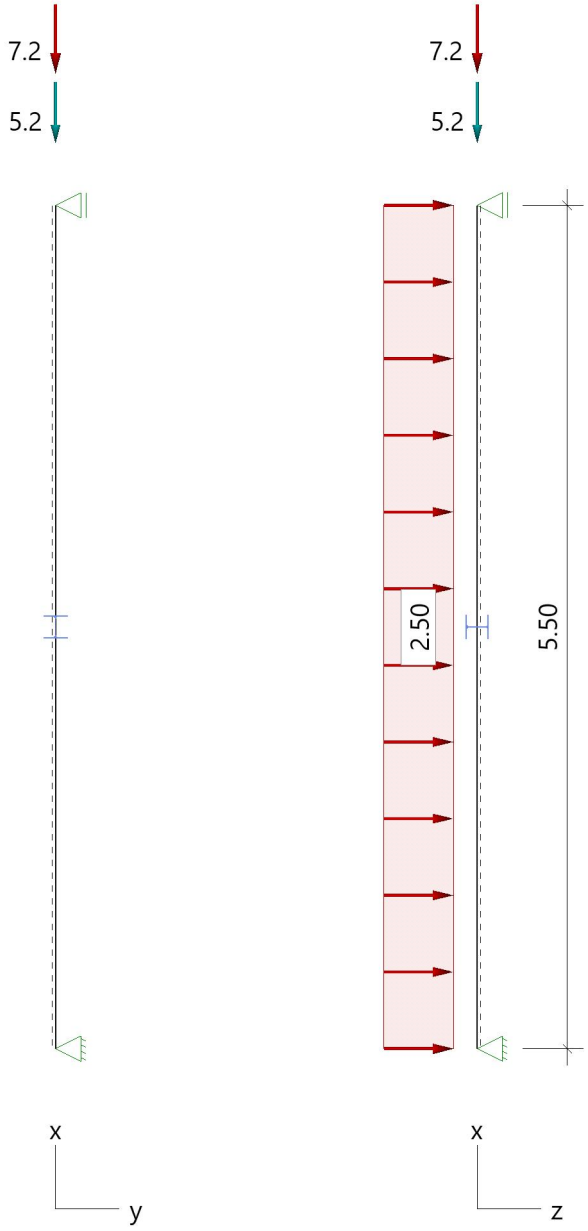
19. Position: 7 Stütze

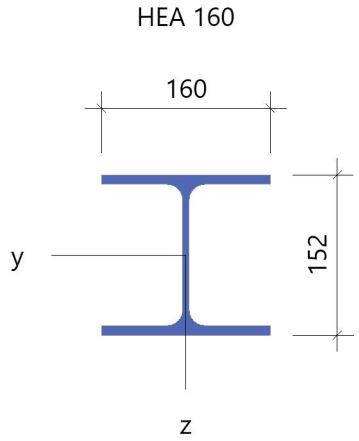
Stahlstütze (x64) STS+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	l_{eff}/ 300	

System Pendelstütze





Stütze: Höhe = 5.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 160

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γsup	γinf	ψ0	ψ1	ψ2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	5.2	5.50		-	99
2	14	in x-Richtung	7.2	5.50		-	10
3	2	in z-Richtung	2.50	-		-	9

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	2	Querschnitt	0,25
ständig/vorübergehend	2	Stabilität	0,38
charakteristisch	12	Relativverformung	0,46

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 2

x [m]	NEd [kN]	Vz,Ed [kN]	My,Ed [kNm]	Vy,Ed [kN]	Mz,Ed [kNm]
0.00	-14.7	10.3	0.00	0.0	0.00
2.75	-13.6	0.0	14.18	0.0	0.00
5.50	-12.4	-10.3	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 2 γM0 = 1,00

x [m]	Qkl	ηN	ηVz	ηMy	ηVy	ηMz	ηMyMz	η
0.00	1	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2.75	1	0.01	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.25
5.50	1	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	NEd [kN]	My,Ed [kNm]	Gl	η	Lfk
2.75	1	14.7	14.18	6.62	0.38	2

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
2.75	0.0	0.0	0.8	0.8	0.17	12

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
2.75	5.50	0.00	5.50	0.8	1.8	0.46	12

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.7	-	-	-	-
		Lf 1	99	-5.2	-	-	-	-
		Lf 2	10	-7.2	-	-	-	-
		Lf 3	9	-	6.9	-	-	-
Kopf	5.50	Lf 3	9	-	6.9	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 2:0,75 + 3:1,50
12	charakteristisch	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 2:0,50 + 3:1,00

Pos. 8 : Träger unter Stütze Pos. 7

System : Einfeldträger mit l = 4,17 m

Belastung aus Stütze Pos. 7

g = 1,7 + 5,2 = 6,9 kN

s = 7,2 kN

w = 6,9 kN

Gew.: Stütze HEA 160

21. Position: 8 Träger

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

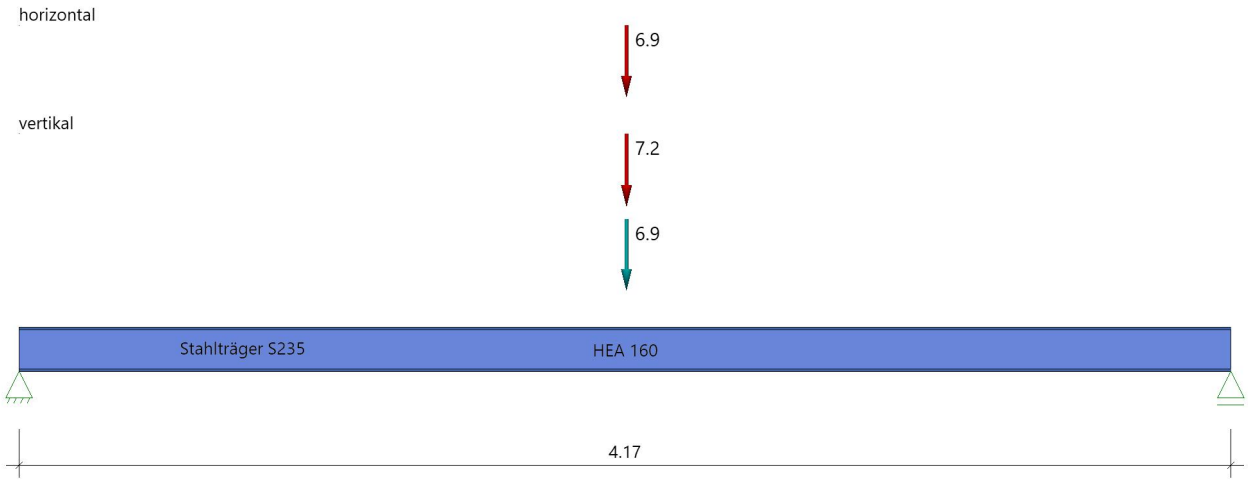
Grundparameter

Stahlträger 2-achsig, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm^4]	I_z [cm^4]	W_y [cm^3]	W_z [cm^3]	A [cm^2]
HEA 160	1670	616	220	77	38.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	kraft	2.09	6.9	kN	ständig			
	2	kraft	2.09	7.2	kN	Schnee			
	3	kraft	2.09	6.9	kN	Wind			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 127 kg mit Gamma = 78.50 kN/m^3 berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.47	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.58

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 160	Feld 1, x = 2.09	-7.4	16.23	-5.2	-10.79	0.47	

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.09 m Lk 1

N_{pld} =	0.0	kN	N_{Rd} =	911.8	kN
N_{Ed} =	0.0	kN	η_N =	0.00	
$M_{y,pld}$ =	16.23	kNm	$M_{y,Rd}$ =	57.78	kNm
$M_{y,Ed}$ =	16.23	kNm	η_{My} =	0.28	
$V_{z,pld}$ =	-7.4	kN	$V_{z,Rd}$ =	179.6	kN
$V_{z,Ed}$ =	-7.4	kN	η_{Vz} =	0.04	
$M_{z,pld}$ =	-10.79	kNm	$M_{z,Rd}$ =	27.67	kNm
$M_{z,Ed}$ =	-10.79	kNm	η_{Mz} =	0.39	
$V_{y,pld}$ =	-5.2	kN	$V_{y,Rd}$ =	390.8	kN
$V_{y,Ed}$ =	-5.2	kN	η_{Vy} =	0.01	
			η =	**0.47**	

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.09	-0.8	0.5	0.9	0.19	5

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.09	4.17	0.00	4.17	0.3	0.6	1.4	0.46	6

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Verformungsnachweis - Relativverformung in y $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{y,g}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{y,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	2.09	4.17	0.00	4.17	0.0	0.8	1.4	0.58	4

Feld : Bezeichnung
x : Koordinate X der berechneten Stelle
l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
$l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
$f_{y,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
$f_{y,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
$f_{y,Cd}$: zulässige Verschiebung aus leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]	$R_{y,min}$ [kN]	$R_{y,max}$ [kN]	$M_{z,min}$ [kNm]	$M_{z,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	4.1	4.1						
		Windlasten						3.4		
		Schnee H < 1000 m		3.6						
2	4.17	ständig	4.1	4.1						
		Windlasten						3.5		
		Schnee H < 1000 m		3.6						

Pos. 9 : Giebelstütze

System : gelenkig gehaltene Stütze mit h <= 5,5 m

Belastung :

Aus Wind : 0,59 * 4,17 = 2,5 kN/m

Aus Pfette Pos. 6 :

G : = 7,1 kN

Wind und Schnee : 1,0+8,5 = 9,5 kN

Aus Träger Pos. 8 :

G = 4,1 kN

S = 3,6 kN

W = 3,5 kN

Gew.: Stütze HEA 160

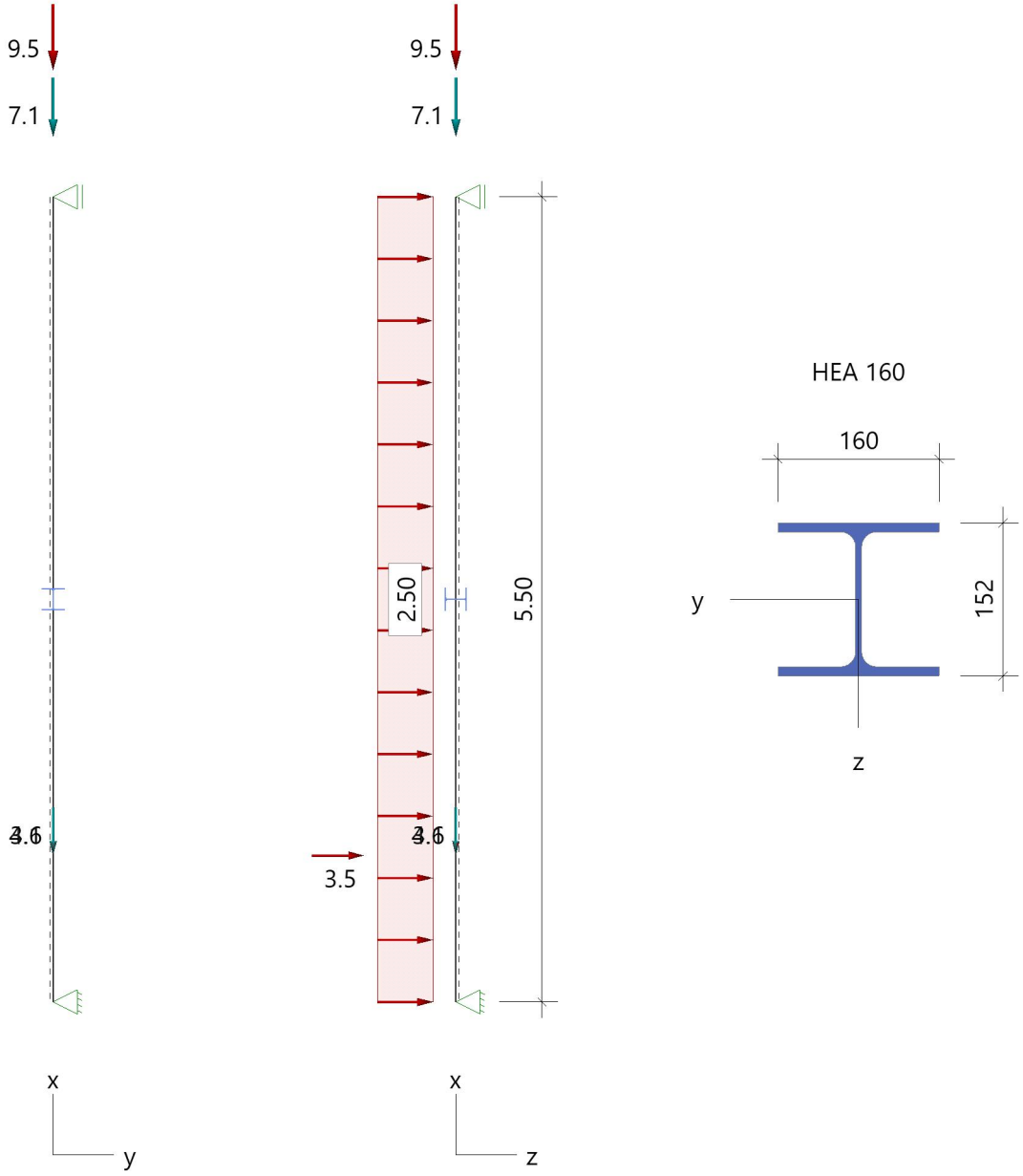
23. Position: 9 Stütze

Stahlstütze (x64) STS+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	l_{eff}/ 300	

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 5.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 160

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
3 = Einzellast bei a kN
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew
1	14	in x-Richtung	7.1	5.50		-	99
2	14	in x-Richtung	9.5	5.50		-	10
3	2	in z-Richtung	2.50	-		-	9
4	3	in x-Richtung	4.1	1.00		0.01	99
5	3	in x-Richtung	3.6	1.00		0.01	10
6	3	in z-Richtung	3.5	1.00		0.01	9

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	2	Querschnitt	0,29
ständig/vorübergehend	2	Stabilität	0,49
charakteristisch	52	Relativverformung	0,56

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 2

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-27.2	14.6	0.00	0.0	0.00
1.00	-26.8	10.9	12.73	0.0	0.00
1.00	-18.6	5.6	12.73	0.0	0.00
2.50	-17.9	0.0	16.93	0.0	0.00
5.50	-16.7	-11.3	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 2 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
1.00	1	0.03	0.06	0.22	0.00	0.00	0.22	0.22
1.00	1	0.02	0.03	0.22	0.00	0.00	0.22	0.22
2.50	1	0.02	0.00	0.29	0.00	0.00	0.29	0.29
5.50	1	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.54	1	27.2	16.92	6.62	0.49	2

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
2.61	0.0	0.0	1.0	1.0	0.21	52

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
2.61	5.50	0.00	5.50	1.0	1.8	0.56	52

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.7	-	-	-	-
		Lf 1	99	-7.1	-	-	-	-
		Lf 2	10	-9.5	-	-	-	-
		Lf 3	9	-	6.9	-	-	-
		Lf 4	99	-4.1	-	-	-	-
		Lf 5	10	-3.6	-	-	-	-
		Lf 6	9	-	2.9	-	-	-
Kopf	5.50	Lf 3	9	-	6.9	-	-	-
		Lf 6	9	-	0.6	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 2:0,75 + 3:1,50 + 4:1,35 + 5:0,75 + 6:1,50
52	charakteristisch	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 2:0,50 + 3:1,00 + 4:1,00 + 5:0,50 + 6:1,00

Pos. 10 : Windverband Giebel

Gew.: Rundstahldiagonalen ø16 mit Spannschloss

Es werden zwei Windverbände eingebaut

Bemessung des Windverbandes für Winddruck (für Windsog ist der zweite WV)

Belastung aus Wind : 0,61 kN/qm

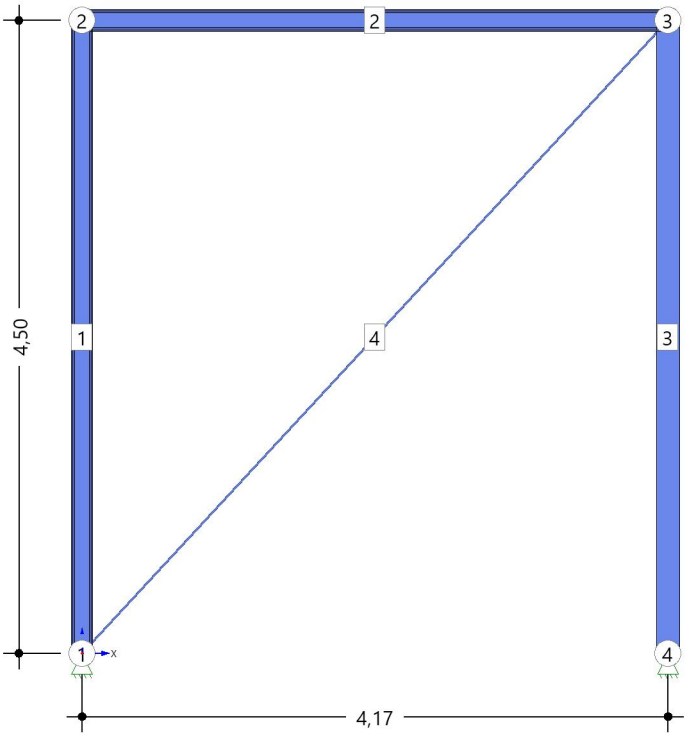
Wd = 0,61 * 5,0/2 = 1,6 kN/m

25. Position: 10 Windverband Giebel

Stabwerk (x64) RSX 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Systembild

Systembild mit den Stabnummern



Kurzbeschreibung

System

Das System hat 4 Knoten, 4 Stäbe, 2 gelagerte Knoten
Die Abmessungen des Systems in [m] sind DX=4.17, DY=0.00, DZ=4.50

Gewicht und Längen

Anzahl Stäbe	Querschnitt	Material	Länge m	Gewicht kg
3	HEA 160	S235	13.17	401
1	RND 16	S235	6.14	10
Gesamtgewicht aller Stäbe = 411kg				

Lastfälle

N	Name	Aktiv	Einwirkung	ZUS	ALT	EG kN	LL	PL	FL	SumX kN	SumY kN	SumZ kN
1	Lastfall 1	JA	Windlasten	0	0	*	1	0	0	7.2	0.0	0.0
Hinweis: Das Eigengewicht ist in keinem Lastfall aktiviert!												

N : Nummer
ZUS : Lastfälle wirken immer gemeinsam
ALT : Lastfälle wirken immer alternativ
EG : EG=Eigengewicht in Richtung [-Z]
LL : Anzahl der Linienlasten
PL : Anzahl der Punktlasten
FL : Anzahl der Flächenlasten
SumZ : SumZ enthält auch das Eigengewicht!

Details zu den Lasteinwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Einstellungen zur Überlagerung und zum Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
	:	DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
	:	DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04
	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
	:	DIN EN 1999-1-1/NA:2010-05
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
entlastende Wirkung ständiger Lasten	:	berücksichtigt
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Protokoll der Systemdaten

Querschnitte

Nr	Name	Kurzname Alias	A (cm^2)	Iy (cm^4)	Iz (cm^4)	Wy (cm^3)	Wz (cm^3)
9	RND 16	RND 16	2.0	0.3	0.3	0.4	0.4
10	HEA 160	HEA 160	38.8	1670	616	220	77
11	HEA 160	HEA 160	38.8	1670	616	220	77

Material

Nr	Name	Kurzname Alias	NKL	E-Modul kN/m^2	v	G-Modul kN/m^2	Wichte kN/m^3
1	S235	S235	-	2.1E8	0,3	8.077E7	78.50

NKL : Nutzungsklasse
v : Querdehnzahl

Stahlmaterial - Details für S235

E_k = 210000 N/mm^2 G_k = 80769 N/mm^2

Streckgrenze	t ≤ 40 mm	f_{yk} = 235.00	N/mm^2
	t ≤ 80 mm	f_{yk} = 215.00	N/mm^2
Zugfestigkeit	t ≤ 40 mm	f_{uk} = 360.00	N/mm^2
	t ≤ 80 mm	f_{uk} = 360.00	N/mm^2

Knoten

Knoten Nummer	X (m)	Y (m)	Z (m)	Anzahl Stäbe am Knoten	Lager						
					DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
1	0.00	*	0.00	2	S	-	S	-	-	-	-
2	0.00	*	4.50	2							
3	4.17	*	4.50	3							
4	4.17	*	0.00	1	S	-	S	-	-	-	-

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

Auflager

Auflager	Knoten	Lager						
		DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	LS
Lagertyp-1	1,4	S	-	S	-	-	-	

Lager : Lagerbedingungen S=Starr, E=Elastisch, LS=Lokales System (Gedrehtes Koordinatensystem)

Stäbe

Stab	T	N_1	N_2	L_x m	L_y m	L_z m	EG kN	Q_1	RQ	Mat	RL	N	E
1	B	1	2	0.00	*	4.50	1.4	10	0	S235	180	1	N
2	B	2	3	4.17	*	0.00	1.3	10	0	S235	180	1	N
3	B	3	4	0.00	*	-4.50	1.4	10	90	S235	180	1	N
4	B	1	3	4.17	*	4.50	0.1	9	0	S235	180	1	N

T : Stabtyp (B=Biegestab, F=Fachwerkstab
L_x : L_x,L_y,L_z - projizierte Länge auf die Richtungen des globalen Koordinatensystems
EG : Eigengewicht berechnet aus Wichte des Materials und dem Stabquerschnitt
Q_1 : Querschnitt Stab oder Stabanfang falls Voute
RQ : Drehung des Querschnitts bezüglich des lokalen Koordinatensystems
RL : Drehung des lokalen Koordinatensystem bezüglich der Standardlage
N : Stabteilung
E : Stab hat eine elastische Bettung - Details siehe Tabelle unten

Lastprotokoll

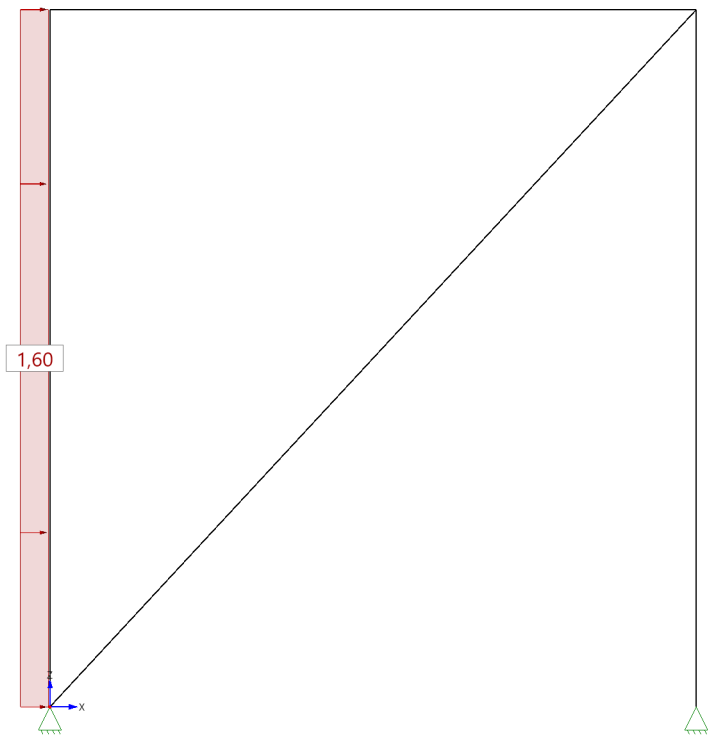
Linienlasten

Lastfall	Stab	Richtung	Wirkung	Projiziert	WL m	Gleichlast	Start m	Wert kN/m	Ende m	Wert kN/m
1	1	Z	Lokal	Nein	4.50 m	Ja	0.00	1.60	4.50	1.60

Lastfall : Lastfallnummer
Wirkung : Wirkungsrichtung der Last kann auf das globale oder auf das stabbezogene Koordinatensystem bezogen sein
Projiziert : Projizierte Lasten wirken über die entsprechende Projektionslänge des Stabes in der angegebenen Richtung
WL : Wirksame Lastlänge
Start : Anfangspunkt der Last im Stab/Stabzug
Ende : Endpunkt der Last im Stab/Stabzug

Lastbilder

Lastbild für Lastfall 1



Bemessung : ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Maximale Ausnutzung je Querschnitt Theorie I.Ordnung

Stab	LFK	QS	Länge m	Pos m	Ref	M_y kNm	M_z kNm	Q_y kN	Q_z kN	N kN	M_t kNm	f cm	η	η_{max}
1	A-1	HEA 160	4.50	2.00	η_{el}	4.82	*	*	0.0	-0.7	*	0.4		0.09
1	A-1	HEA 160	4.50	2.00	M_y	4.82	*	*	0.0	-0.7	*	0.4	η_{el}	0.09
1	A-1	HEA 160	4.50	4.50	Q_z	-2.65	*	*	-6.0	-0.7	*	0.2	η_{el}	0.06
1	A-1	HEA 160	4.50	0.00	N	-0.001	*	*	4.8	-0.7	*	0.0	η_{el}	0.04
3	A-1	HEA 160	4.50	0.00	η_{el}	0.07	*	*	-0.01	-5.8	*	0.2		0.01
3	A-1	HEA 160	4.50	0.00	M_y	0.07	*	*	-0.01	-5.8	*	0.2	η_{el}	0.01
3	A-1	HEA 160	4.50	0.00	Q_z	0.07	*	*	-0.01	-5.8	*	0.2	η_{el}	0.01
3	A-1	HEA 160	4.50	0.00	N	0.07	*	*	-0.01	-5.8	*	0.2	η_{el}	0.01
4	A-1	RND 16	6.14	0.00	η_{el}	0.001	*	*	0.0	8.8	*	0.0		0.20
4	A-1	RND 16	6.14	0.00	M_y	0.001	*	*	0.0	8.8	*	0.0	η_{el}	0.20
4	A-1	RND 16	6.14	0.00	Q_z	0.001	*	*	0.0	8.8	*	0.0	η_{el}	0.20
4	A-1	RND 16	6.14	0.00	N	0.001	*	*	0.0	8.8	*	0.0	η_{el}	0.20

QS : Name/Alias des Querschnitts
Pos : Position im Stab
Ref : Referenz für die führende Größe
η : Art der Ausnutzung an dieser Stelle falls mehrere Nachweise geführt wurden
η_{max} : Wert der Ausnutzung an dieser Stelle, abhängig von der Art des Nachweises

Maßgebende Überlagerungen

LFK	Name der Überlagerung	Einwirkung	LF	Name des Lastfalls	Einwirkung	Faktor
2	A-1	Ständig	1	Lastfall 1	Windlasten	-> 1.50

Einwirkung : Nummer das Lastfalls
Einwirkung : Nummer das Lastfalls

Pos. 11 : Wandverkleidung

Gew.: Faserzement-Wellplatten – Eternit Profil 5 od. glw. senkrecht montiert

Pos. 12 : Wandriegel Traufe

Gew.: NH C24 - Einfeldträger, e <= 1,15 m

Max. Stützweite l = 5,0 m

Gew.: b/h = 18/12 cm

Belastung

Aus Wellplatten : 0,15 *1,15 g = 0,17 kN/m

aus Wind : 0,61 * 1,15 w = 0,70 kN/qm

Pos. 13 : Wandriegel Giebel

Gew.: NH C24 - Einfeldträger, e <= 1,15 m

Max. Stützweite l = 4,17 m

Gew.: b/h = 16/10 cm

Belastung

Aus Wellplatten : 0,15 *1,15 g = 0,17 kN/m

aus Wind : 0,61 * 1,15 w = 0,70 kN/qm

27. Position: 12 Wandriegel Traufe

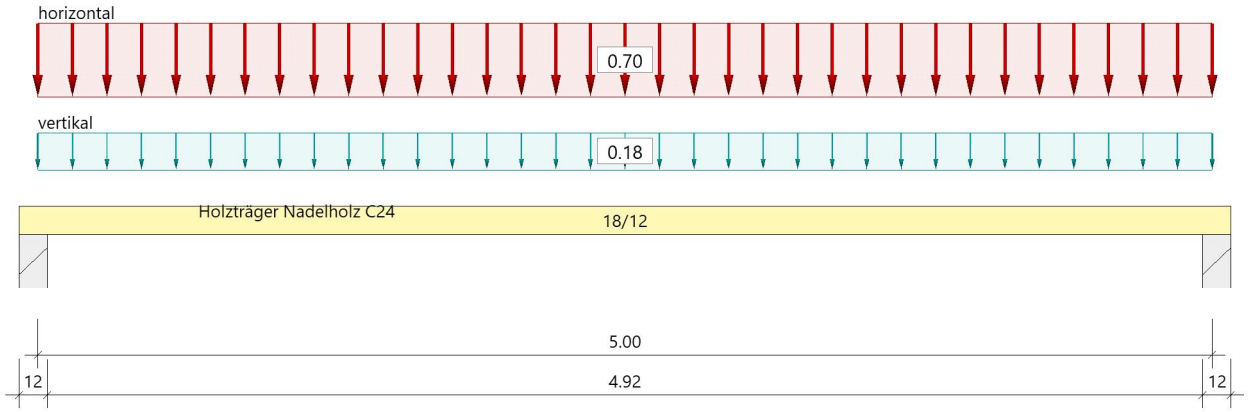
Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Holzträger 2-achsig Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$	:	charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
$f_{t,0,k}$	:	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser
$f_{t,90,k}$	:	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,mean}$	:	Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,mean}$	:	Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{mean}	:	Mittelwert des Schubmoduls
ρ_k	:	charakteristischer Wert der Rohdichte
$f_{v,k}$	:	charakteristischer Wert der Schubfestigkeit
$f_{c,0,k}$	:	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser
$f_{c,90,k}$	:	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,05}$	:	5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,05}$	:	5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{05}	:	5%-Fraktilwert des Schubmoduls
ρ_m	:	Mittelwert der Rohdichte

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
18/12	2592	5832	432	648	216.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	12.0	12.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch									

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		5.00		0.18		Nein	ständig			
	2	GL		5.00		0.70		Ja	Wind			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 45 kg mit Gamma = 4.20 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3						

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	sehr kurz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen
Schubspannungen		=	Tau mit red. Q
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	l/300
	w_{fin}	=	l/200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.41	0.13	0.04	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.82

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	18/12	0.8	1.12	2.5	-3.28	0.13	0.41	

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l_{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		w_g [cm]	w_q [cm]	w [cm]	w_{lim}	η	Lk
Feld 1	5.00	2.50	inst	z	0.8	0.0	0.8	1.7	0.46	5
	5.00	2.50	net,fin	z	1.4	0.0	1.4	1.7	0.82	7
	5.00	2.50	fin	z	1.4	0.0	1.4	2.5	0.55	6
	5.00	2.50	inst	y	0.0	0.9	0.9	1.7	0.53	8
	5.00	2.50	fin	y	0.0	0.9	0.9	2.5	0.36	9

l_{eff} : effektive Länge
Stelle : Stelle der Durchbiegung
Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung)
w_g : Verformung infolge ständiger Last
w_q : Verformung infolge veränderlicher Last
w : Verformung gesamt
w_{lim} : zulässige Verformung
η : Ausnutzungsgrad
Lk : Nr. der Lastkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]	$R_{y,min}$ [kN/m]	$R_{y,max}$ [kN/m]	$M_{z,min}$ [kNm/m]	$M_{z,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	0.66	0.66						
		Windlasten						1.75		
2	5.00	ständig	0.66	0.66						
		Windlasten						1.75		

28. Position: 13 Wandriegel Giebel

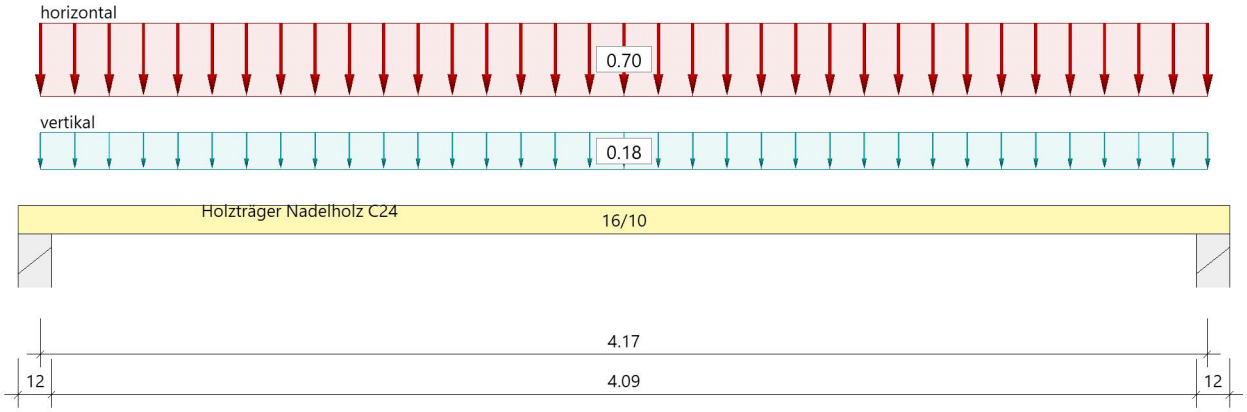
Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Holzträger 2-achsig Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$: charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
$f_{t,0,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser
$f_{t,90,k}$: charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,mean}$: Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{mean} : Mittelwert des Schubmoduls
ρ_k : charakteristischer Wert der Rohdichte
$f_{v,k}$: charakteristischer Wert der Schubfestigkeit
$f_{c,0,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser
$f_{c,90,k}$: charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,05}$: 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{05} : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls
ρ_m : Mittelwert der Rohdichte

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
16/10	1333	3413	267	427	160.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	12.0	12.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.17	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		4.17		0.18		Nein	ständig			
	2	GL		4.17		0.70		Ja	Wind			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 28 kg mit Gamma = 4.20 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3						

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	sehr kurz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen
Schubspannungen		=	Tau mit red. Q
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	l/300
	w_{fin}	=	l/200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.43	0.14	0.03	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.84

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	16/10	-0.6	0.71	-2.0	-2.28	0.14	0.43	

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l_{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		w_g [cm]	w_q [cm]	w [cm]	w_{lim}	η	Lk
Feld 1	4.17	2.09	inst	z	0.7	0.0	0.7	1.4	0.47	5
	4.17	2.09	net,fin	z	1.2	0.0	1.2	1.4	0.84	7
	4.17	2.09	fin	z	1.2	0.0	1.2	2.1	0.56	6
	4.17	2.09	inst	y	0.0	0.7	0.7	1.4	0.53	8
	4.17	3.29	net,fin	y	0.0	0.0	0.0	1.4	0.00	7
	4.17	2.09	fin	y	0.0	0.7	0.7	2.1	0.35	9

l_{eff} : effektive Länge
Stelle : Stelle der Durchbiegung
Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung)
w_g : Verformung infolge ständiger Last
w_q : Verformung infolge veränderlicher Last
w : Verformung gesamt
w_{lim} : zulässige Verformung
η : Ausnutzungsgrad
Lk : Nr. der Lastkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]	$R_{y,min}$ [kN/m]	$R_{y,max}$ [kN/m]	$M_{z,min}$ [kNm/m]	$M_{z,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	0.50	0.50						
		Windlasten						1.46		
2	4.17	ständig	0.50	0.50						
		Windlasten						1.46		

Pos. 14 : Stb.-Wände, d = 35 cm, h = 4,0 m - Traufe

Beton C35/45, XA3

System Kragstütze

Die Bemessung erfolgt für eine Wandbreite von 1 m

Belastung durch Anschüttung von festen separierten Gärresten (0,65 to/m3 = 6,5 kN/m3)

und Lasten aus den Stahlrahmen und Windsog auf Wand

Horizontallast aus „Festmist“ : Ph = 0,5 * 6,5 * h

Annahme - die festen Gärreste werden noch 1 m höher als die Stb.-Wände gelagert.

Max Ph unten = 0,5 * 6,5 * (4,0+1,0) = 16,3 kN

Max Ph oben = 16,3/5,0*1,0 = 3,3 kN

Last aus Wind : w = 0,29 kN/m

Last aus Stahlrahmen : g+w+s

Max H = 35,7 + 8,6 + 33,4 = 77,7 kN

Zug. V = 52,7 + 3,0 + 41,7 = 97,4 kN

Last für 1 m Wand : H = 77,7 / 5 = 15,5 kN

V = 97,4 / 5 = 19,5 kN

30. Position: 14 Stb.-Wände

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

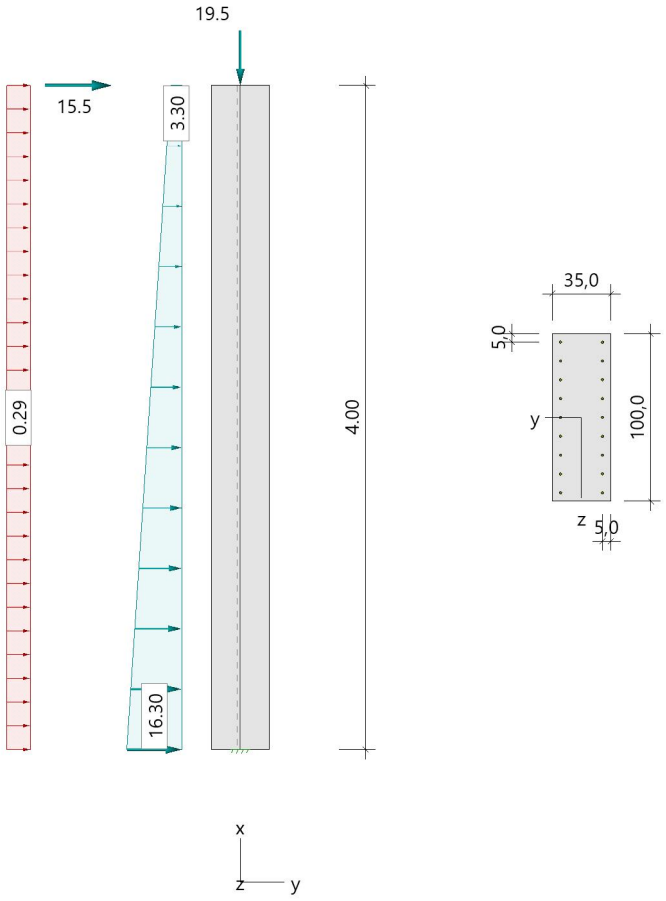
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 45.7



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA3/W0		
Bewehrungskorrosion		XC4		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 25/30		
Bügel	$c_{min,b}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 35	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage
Endkriechzahl $\varphi(t_0,\infty)$ = 2.00

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck} =	35.00	N/mm²	E_{cm} =	34000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk} =	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$ =	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l =	4.00	m
Querschnitt	b_y/d_z =	35.0/100.0	cm
	b_1/d_1 =	5.0/5.0	cm
Bewehrungsanordnung		1/4 je Ecke	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	φ_z [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf				15.5		ständig		
3	Stützenkopf		19.5				ständig		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		16.30	4.00	3.30	ständig		
4	Stütze	in y		0.29	4.00	0.29	Wind		

Verteilte Lasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stütze	in x		-8.75	4.00	-8.75	ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- kontinuierlicher Ansatz Eigengewichts
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 458,37 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.00
py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.00
Fy = 15,5 kN (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.00
V = 19,5 kN (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.00
py = 0,29 kN/m (Wind)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	λ_y	$\lambda_{lim,y}$	$e_{i,y}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	5.96	98.7	155.4	0.0	2.002	0.707

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituat

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.00	-26.3	0.00	0.70	24.5	27.7	Querschnitt
	3.33	-34.1	15.31	0.70	24.5	27.7	
	2.67	-42.0	34.10	0.70	24.5	27.7	
	2.00	-49.9	57.67	0.70	24.5	27.7	
	1.33	-57.8	87.31	0.70	24.5	27.7	
	0.67	-65.7	124.31	0.70	24.5	27.7	
	0.00	-73.6	169.93	0.70	24.5	27.7	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	54.6	54.6	123.14	4
		73.7	73.8	166.24	2
		73.6	75.6	169.93	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm^2]
1	27.7

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig)	1.00	1.00
Fy = 15,5 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 19,5 kN (ständig)	1.00	1.00
py = 0,29 kN/m (Wind)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.00	-19.5	0.00	2.4		
1	3.33	-25.3	11.41	1.9		
1	2.67	-31.1	25.40	1.4		
1	2.00	-36.9	42.94	0.9		
1	1.33	-42.8	64.97	0.5		
1	0.67	-48.7	92.42	0.1		
1	0.00	-54.5	126.20	0.0		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.00	-19.5	0.00	1.8		
1	3.33	-25.3	11.38	1.4		
1	2.67	-31.2	25.33	1.1		
1	2.00	-37.0	42.82	0.7		
1	1.33	-42.8	64.81	0.4		
1	0.67	-48.7	92.23	0.1		
1	0.00	-54.5	126.01	0.0		

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm^2]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm^2]	η
1	4.00	-19.5	0.00	1.97	-0.004	-0.86	400.00	0.00
1	3.33	-25.3	11.41	1.97	0.110	22.03	400.00	0.06
1	2.67	-31.1	25.40	1.97	0.289	57.71	400.00	0.14
1	2.00	-36.9	42.94	1.97	0.516	103.29	400.00	0.26
1	1.33	-42.8	64.97	1.97	0.805	160.93	400.00	0.40
1	0.67	-48.7	92.42	1.97	1.166	233.29	400.00	0.58
1	0.00	-54.5	126.20	1.97	1.614	322.79	400.00	0.81

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.00	-19.5	0.00	0.00	-0.002	-0.32	400.00	0.00
1	3.33	-25.3	11.38	0.00	0.100	19.96	400.00	0.05
1	2.67	-31.2	25.33	0.00	0.270	53.98	400.00	0.13
1	2.00	-37.0	42.82	0.00	0.485	97.06	400.00	0.24
1	1.33	-42.8	64.81	0.00	0.759	151.79	400.00	0.38
1	0.67	-48.7	92.23	0.00	1.105	220.94	400.00	0.55
1	0.00	-54.5	126.01	0.00	1.532	306.32	400.00	0.77

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1]
Stützeneigengewicht	1.00
py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig)	1.00
Fy = 15,5 kN (ständig)	1.00
V = 19,5 kN (ständig)	1.00
py = 0,29 kN/m (Wind)	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\varphi,nl}$	erf $f_{\varphi,nl}$	η
1	4.00	-19.5	0.00	-0.002	-0.05	-15.75	1.00		0.00
1	3.33	-25.3	11.31	-0.037	-1.24	-15.75	1.00		0.08
1	2.67	-31.2	25.06	-0.082	-2.80	-15.75	1.00		0.18
1	2.00	-37.0	42.23	-0.139	-4.73	-15.75	1.00		0.30
1	1.33	-42.8	63.76	-0.211	-7.16	-15.75	1.00		0.45
1	0.67	-48.7	90.60	-0.299	-10.18	-15.75	1.00		0.65
1	0.00	-54.5	123.66	-0.409	-13.90	-15.75	1.00		0.88

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

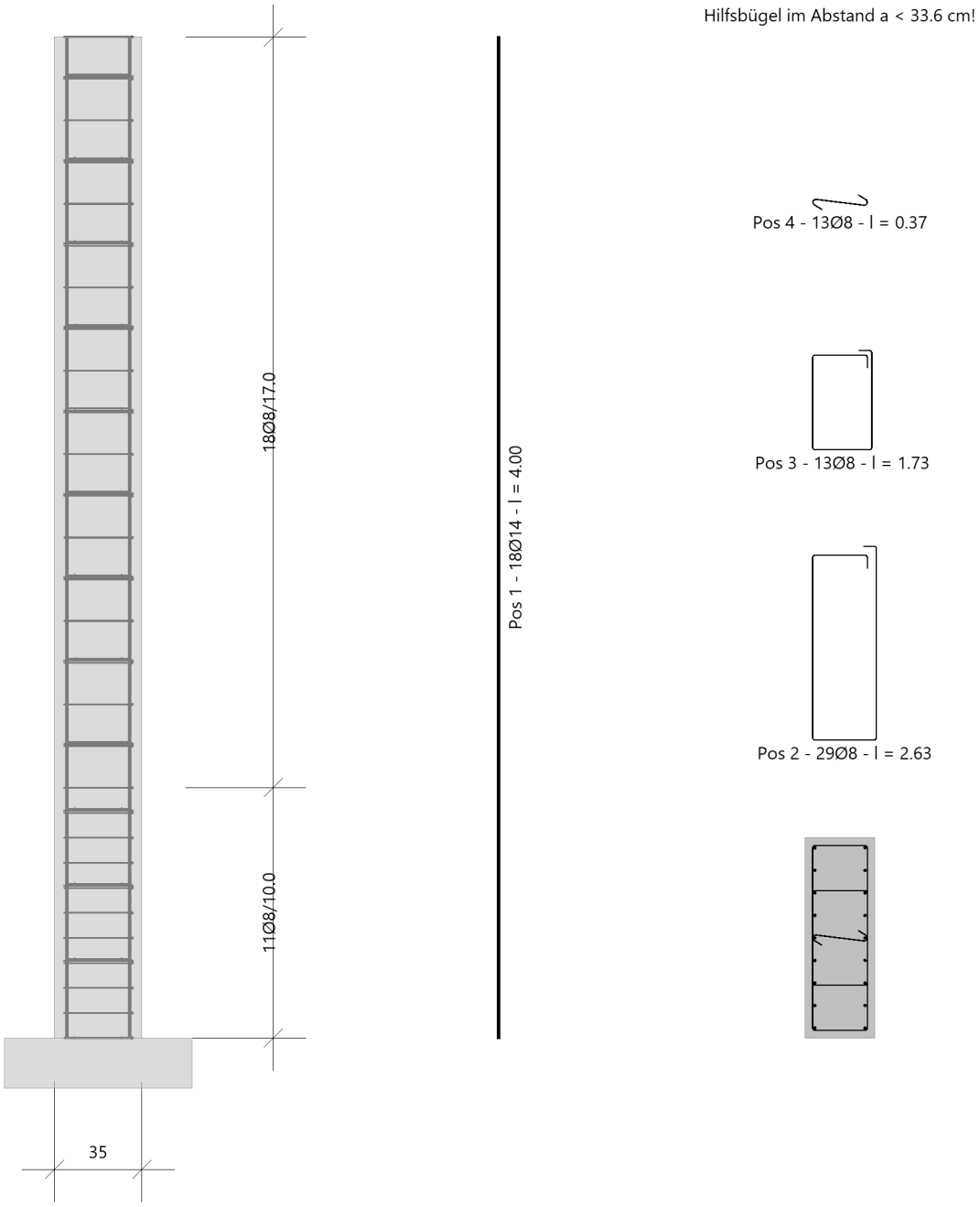
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 55Ø8 mm	1	14	1.5	-12.5	-45.0
	2	14	1.5	12.5	-45.0
	3	14	1.5	12.5	45.0
	4	14	1.5	-12.5	45.0
	5	14	1.5	-12.5	-33.8
	6	14	1.5	12.5	-33.8
	7	14	1.5	-12.5	-22.5
	8	14	1.5	12.5	-22.5
	9	14	1.5	-12.5	-11.3
	10	14	1.5	12.5	-11.3
	11	14	1.5	-12.5	0.0
	12	14	1.5	12.5	0.0
	13	14	1.5	-12.5	11.3
	14	14	1.5	12.5	11.3
	15	14	1.5	-12.5	22.5
	16	14	1.5	12.5	22.5
	17	14	1.5	-12.5	33.8
	18	14	1.5	12.5	33.8
			27.7		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.3	3.5

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 27.7



Pos. 15 : Stb.-Wände, d = 30 cm, h = 4,0 m - Giebel

Beton C35/45, XA3

System Kragstütze

Die Bemessung erfolgt für eine Wandbreite von 1 m

Belastung durch Anschüttung von festen separierten Gärresten (0,65 to/m3 = 6,5 kN/m3)

und Lasten aus Windsog auf Wand

Horizontallast aus „Festmist“ : Ph = 0,5 * 6,5 * h

Annahme - die festen Gärreste werden noch 1 m höher als die Stb.-Wände gelagert.

Max Ph unten = 0,5 * 6,5 * (4,0+1,0) = 16,3 kN

Max Ph oben = 16,3/5,0*1,0 = 3,3 kN

Last aus Wind : w = 0,29 kN/m

32. Position: 15 Stb.-Wände

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

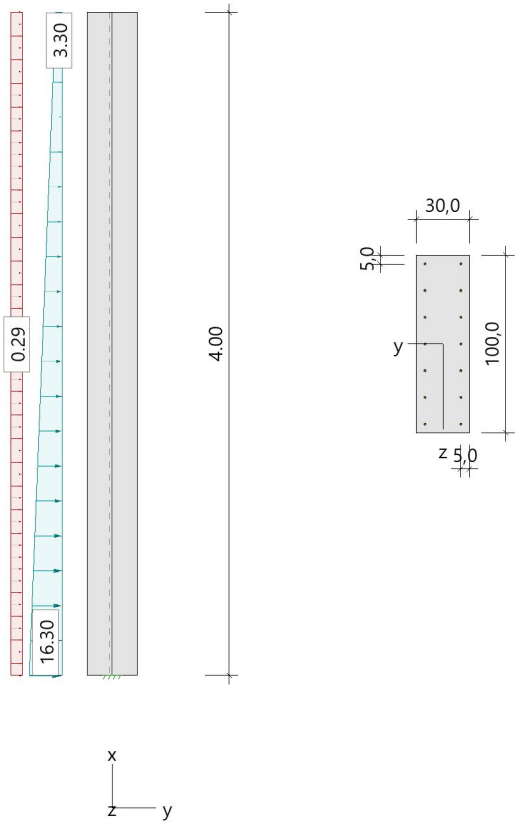
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 45.7



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA3/W0		
Bewehrungskorrosion		XC4		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 12	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 25/30		
Bügel	$c_{min,b}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 35	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 20	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 43	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 35	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage
Endkriechzahl $\varphi(t_0,\infty)$ = 2.04

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck}	= 35.00	N/mm²	E_{cm}	= 34000	N/mm²		
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²		
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)	

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l =	4.00	m
Querschnitt	b_y/d_z =	30.0/100.0	cm
	b_1/d_1 =	5.0/5.0	cm
Bewehrungsanordnung		1/4 je Seite	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	φ_z [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		16.30	4.00	3.30	ständig		
2	Stütze	in y		0.29	4.00	0.29	Wind		

Verteilte Lasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stütze	in x		-7.50	4.00	-7.50	ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- kontinuierlicher Ansatz Eigengewichts
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

Zugglied oder Biegebauteil, kein Stabilitätseinfluss

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3	LK 4
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.00
py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig)	1.35	1.35	1.00	1.00
py = 0,29 kN/m (Wind)	**1.50**		**1.50**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	λ_y	$\lambda_{lim,y}$	$e_{i,y}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	0.00	127.7	193.9	0.0	2.035	0.691

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituat

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.00	0.01	0.00	0.46	13.7	15.8	Querschnitt
	3.33	-6.7	1.31	0.46	13.7	15.8	
	2.67	-13.5	6.11	0.46	13.7	15.8	
	2.00	-20.2	15.69	0.46	13.7	15.8	
	1.33	-26.9	31.36	0.46	13.7	15.8	
	0.67	-33.7	54.39	0.46	13.7	15.8	
	0.00	-40.5	86.06	0.46	13.7	15.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	30.1	38.9	61.21	4
		40.6	52.8	82.35	2
		40.5	54.7	86.06	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	15.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig)	1.00	1.00
py = 0,29 kN/m (Wind)	**1.00**	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.00	0.0	0.00	1.5		
1	3.33	-5.0	0.97	1.2		
1	2.67	-10.0	4.51	0.9		
1	2.00	-15.0	11.58	0.6		
1	1.33	-20.0	23.15	0.3		
1	0.67	-25.0	40.17	0.1		
1	0.00	-30.0	63.56	0.0		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.00	0.0	0.00	0.8		
1	3.33	-5.0	0.96	0.6		
1	2.67	-10.0	4.49	0.4		
1	2.00	-15.0	11.55	0.3		
1	1.33	-20.0	23.09	0.1		
1	0.67	-25.0	40.09	0.04		
1	0.00	-30.0	63.48	0.0		

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.00	0.0	0.00	1.96	0.000	0.00	400.00	0.00
1	3.33	-5.0	0.97	1.96	0.083	16.68	400.00	0.04
1	2.67	-10.0	4.51	1.96	0.120	24.09	400.00	0.06
1	2.00	-15.0	11.58	1.96	0.275	55.05	400.00	0.14
1	1.33	-20.0	23.15	1.96	0.582	116.47	400.00	0.29
1	0.67	-25.0	40.17	1.96	1.041	208.29	400.00	0.52
1	0.00	-30.0	63.56	1.96	1.680	336.03	400.00	0.84

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	4.00	0.0	0.00	0.00	0.000	0.00	400.00	0.00
1	3.33	-5.0	0.96	0.00	0.087	17.49	400.00	0.04
1	2.67	-10.0	4.49	0.00	0.115	23.00	400.00	0.06
1	2.00	-15.0	11.55	0.00	0.256	51.23	400.00	0.13
1	1.33	-20.0	23.09	0.00	0.547	109.49	400.00	0.27
1	0.67	-25.0	40.09	0.00	0.983	196.64	400.00	0.49
1	0.00	-30.0	63.48	0.00	1.589	317.89	400.00	0.79

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1
Stützeneigengewicht py = 16,30 kN/m/3,30 kN/m (ständig) py = 0,29 kN/m (Wind)	1.00 1.00

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\varphi,nl}$	erf $f_{\varphi,nl}$	η
1	4.00	0.0	0.00	0.000	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	3.33	-5.0	0.90	0.071	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	2.67	-10.0	4.23	-0.001	-0.05	-15.75	1.00		0.00
1	2.00	-15.0	10.96	-0.071	-2.40	-15.75	1.00		0.15
1	1.33	-20.0	22.06	-0.144	-4.90	-15.75	1.00		0.31
1	0.67	-25.0	38.47	-0.253	-8.60	-15.75	1.00		0.55
1	0.00	-30.0	61.15	-0.404	-13.73	-15.75	1.00		0.87

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

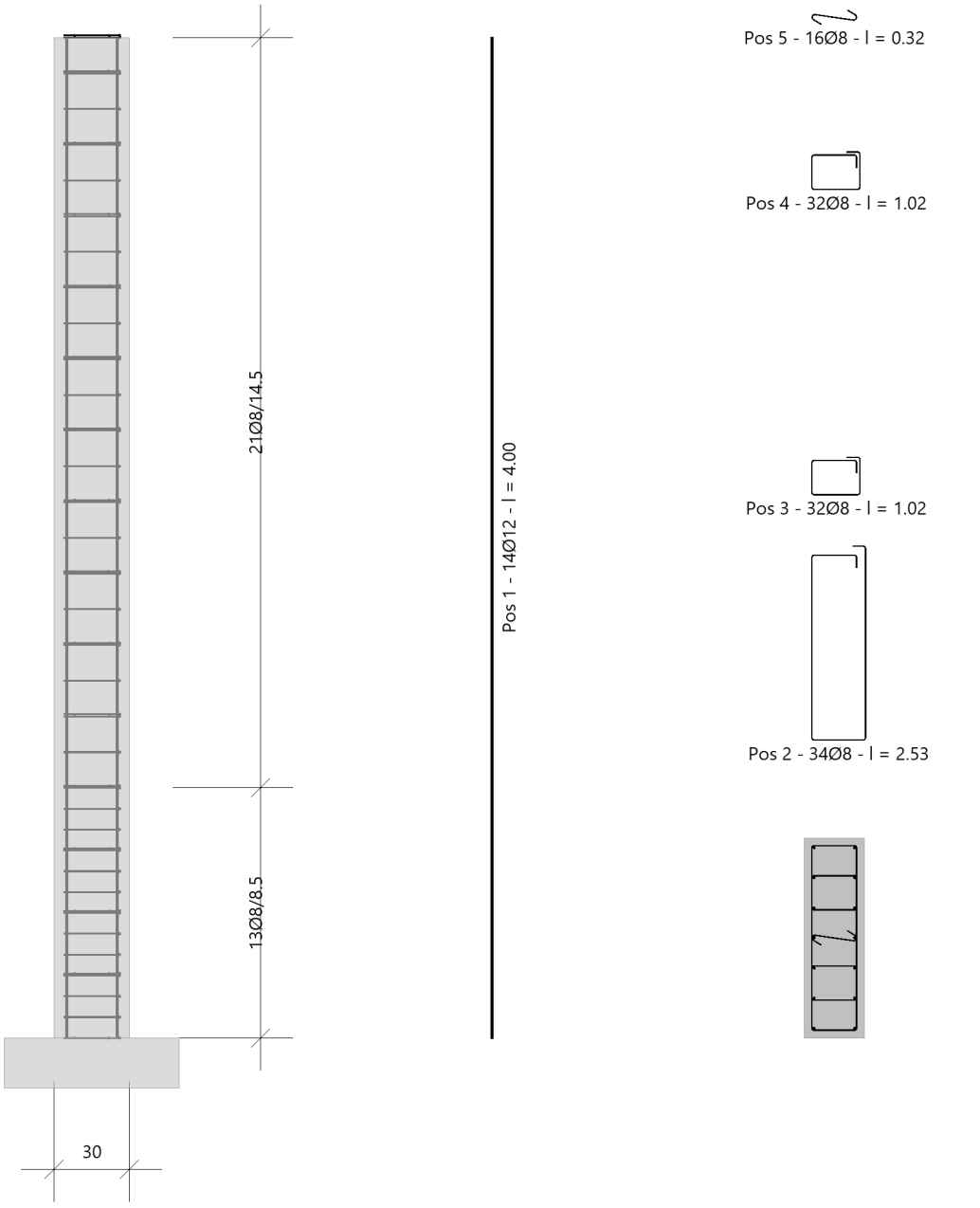
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 82Ø8 mm	1	12	1.1	-10.1	-45.1
	2	12	1.1	10.1	-45.1
	3	12	1.1	10.1	45.1
	4	12	1.1	-10.1	45.1
	5	12	1.1	-10.1	-30.1
	6	12	1.1	10.1	-30.1
	7	12	1.1	-10.1	-15.0
	8	12	1.1	10.1	-15.0
	9	12	1.1	-10.1	0.0
	10	12	1.1	10.1	0.0
	11	12	1.1	-10.1	15.0
	12	12	1.1	10.1	15.0
	13	12	1.1	-10.1	30.1
	14	12	1.1	10.1	30.1
			15.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.3	3.5

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 28.7



Gründung:

Vorbemerkungen:

Von nachfolgenden Voraussetzungen wird ausgegangen.
Bodenaufschlüsse haben nicht vorgelegen. Es wird vorausgesetzt, dass gleichmäßig tragfähiger Baugrund , z. Bsp. nicht bindiger Boden in annähernd mitteldichter Lagerung ansteht.

1. tragfähiger Baugrund mit zul. p >= 200 kN/ m2

Zul. Bodenpressung ∂R = 1,4 * 200 = 280 kN/m2

Bei schlechteren Boden muss ein Bodenaustausch mit Füllsand erfolgen, oder eine Neubemessung der .

2. höchster Grundwasserstand unterhalb der Gründung.

Diese Voraussetzungen sind vor Baubeginn anhand der DIN 1054 verantwortlich vom Bauunternehmer zu überprüfen! Bei schlechteren Voraussetzungen sind weitere Nachweise erforderlich.

Pos. G1 : Bodenplatte

gew.: d = 20 cm, Randbereich Traufe 1,50 Breite mit d = 35 cm

Randbereich Giebel 1,00 Breite mit d = 30 cm

C 35/45, XC3, XA3, Bew.: Q 524 A oben und unten durchgehend mit lü >= 50 cm . Unter der Sohle ist eine Sauberkeitsschicht aus 5 cm Magerbeton vorzusehen.
Zwischen unterer und oberer Bewehrungslage sind geeignete Abstandshalter z.B. SBA 10 oder „Schlangen“ einzubauen

Die Sohle ist im Bereich Halle mit ausreichenden Fugen herzustellen

Unter der Stb.-Sohlplatte ist eine ca. 20 cm Schottertagschicht einzubauen (abhängig vom Untergrund)

Der Untergrund unter der Tragschicht muss eine gleichmäßige Zusammensetzung unter der ganzen Fläche haben. Der EV2-Wert für den Untergrund muss >= 60 MN/qm sein.

Die Tragschicht muss ein EV2-Wert von >= 120 MN/qm erreichen
Sowohl Untergrund als auch Tragschicht müssen gut verdichtet sein undein Verhältnis von EV2/EV1 <= 2,5 haben.

Pos. G2 : Stb.-Streifenfundamente

gew.: b/d = 40/60 cm

Beton C25/30, XC2

Bewehrung : Bügel R188A

3 ø 12 unten und oben

Halle 2 - Technikhalle (25)

36. Position: Wind- und Schneelasten Halle 2

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

System

Basiswerte

Land	Deutschland
Schnee-Norm	DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm	DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

Gemeinde			49393 Lohne (Oldenburg)
Geländehöhe	hNN	=	41.00 m
Klimaregion			Zentral-Ost
Schneezone			2
Windzone			2
Geländekategorie			Kategorie II

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

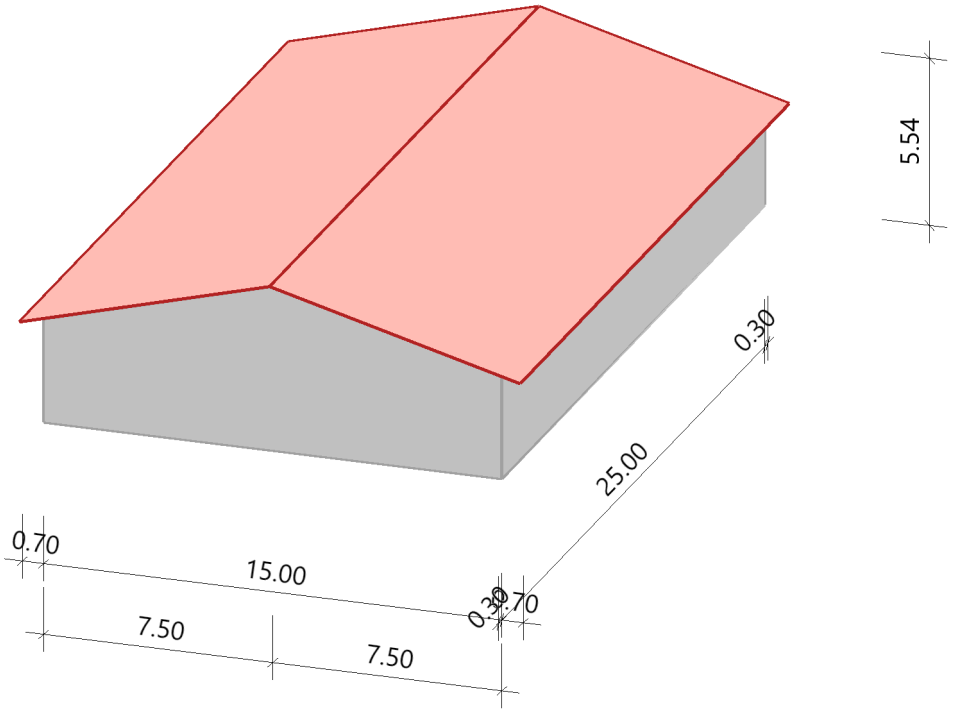
Beiwerte

C_{esl} = 2.300 Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

Geometrie Satteldach

Gebäudehöhe	h	=	5.54	m			
Gebäudelänge	l	=	25.00	m			
Gebäudebreite	b	=	15.00	m			
	b_{li}	=	7.50	m	b_{re}	=	7.50 m
mit Satteldach							
Dachneigung	α_{li}	=	15.0	°	α_{re}	=	15.0 °
Überstand	$ü_{li}$	=	0.70	m	$ü_{re}$	=	0.70 m
Überstand	$ü_1$	=	0.30	m	$ü_2$	=	0.30 m
Dachbreite/länge	dx	=	16.40	m	dy	=	25.60 m
Abstand Schneefanggitter	a_{li}	=	0.00	m	a_{re}	=	0.00 m

Grafik



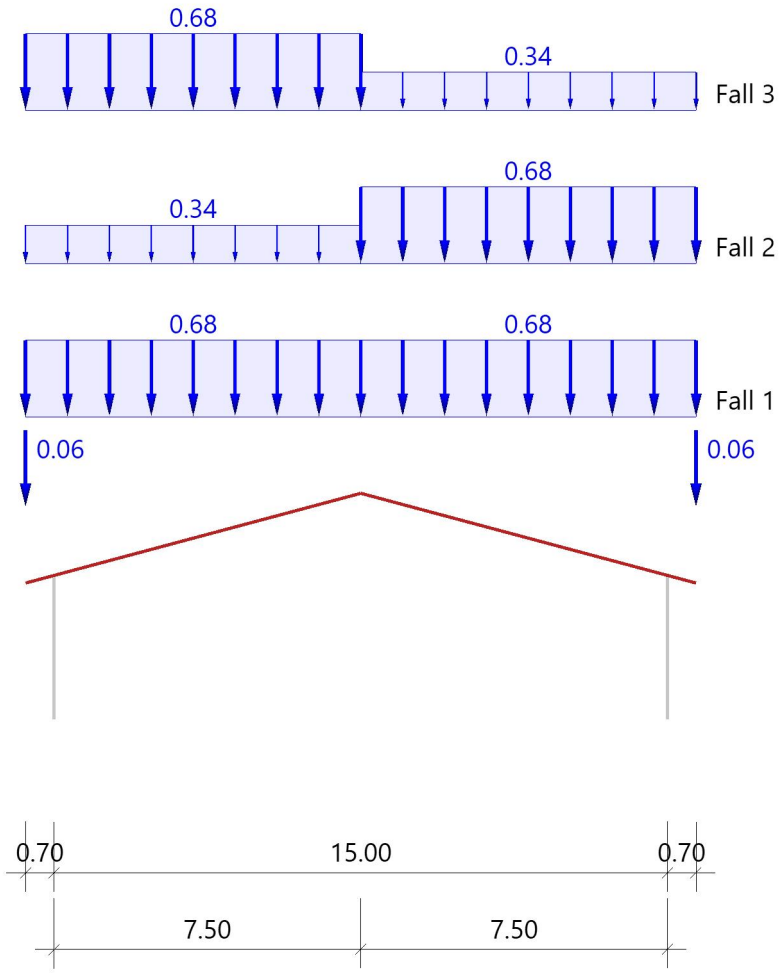
Lasten

Bodenschneelast	sk	=	0.85	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	vb0	=	25.0	m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0	=	0.39	kN/m²
Referenzhöhe	z_e	=	5.54	m
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h)	=	0.71	kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h)	=	0.71	kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ_{li}	μ_{re}	μ_{li}*2	μ_{re}*2	Fall (I) s_{li} [kN/m²]	Fall (I) s_{re} [kN/m²]	Fall (II) [1] s_{li} [kN/m²]	Fall (II) s_{re} [kN/m²]	Fall (III) s_{li} [kN/m²]	Fall (III) s_{re} [kN/m²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$F_{s,li}$ [kN/m]	$S_{e,re}$ [kN/m]	$F_{s,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.80	0.80	0.80	0.68	0.68	0.34	0.68	0.68	0.34	0.06		0.06	
excp	0.80	0.80	0.80	0.80	1.56	1.56	0.78	1.56	1.56	0.78	0.33		0.33	

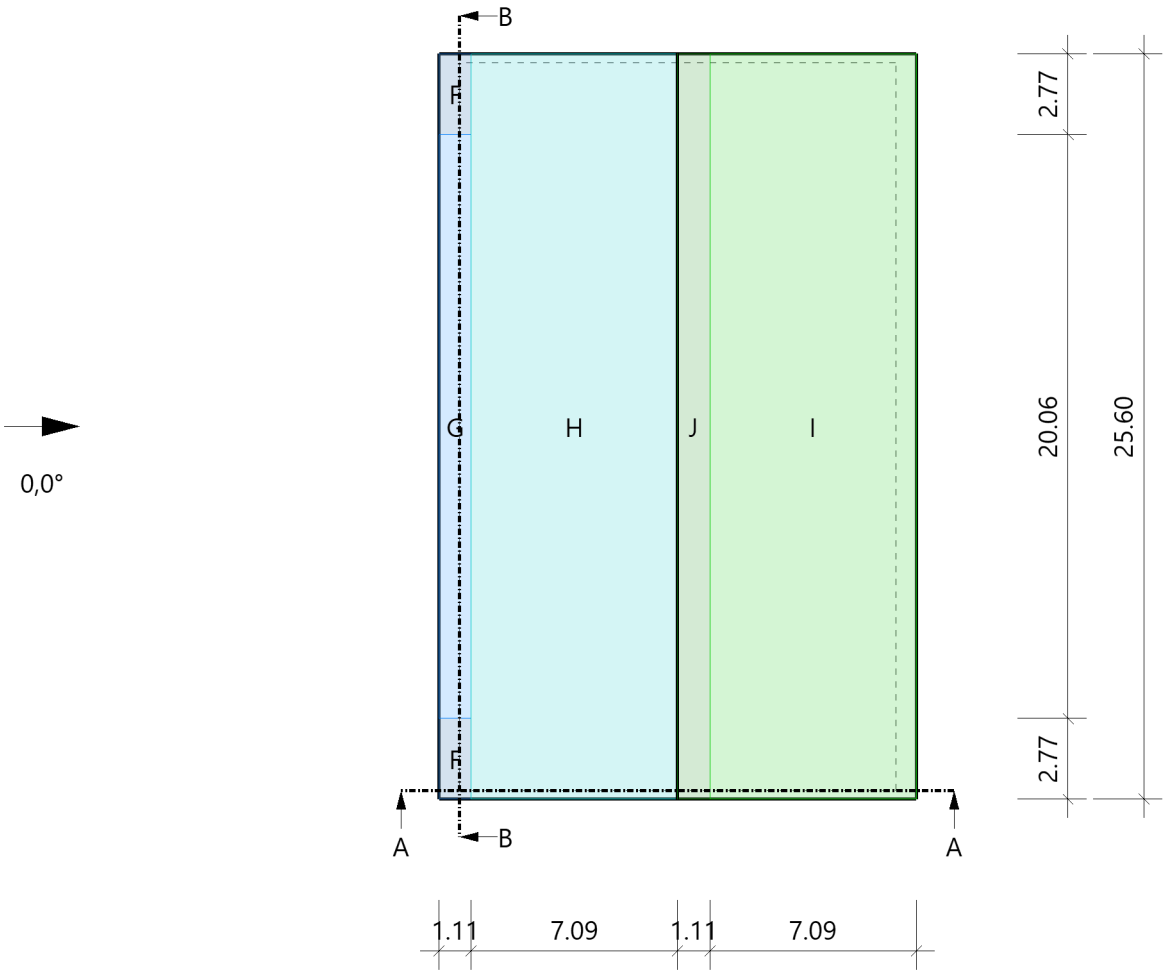
Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

1 : verwehter Lastfall
2 : gilt für die verwehten Lastfälle

Wind

Hinweis
Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

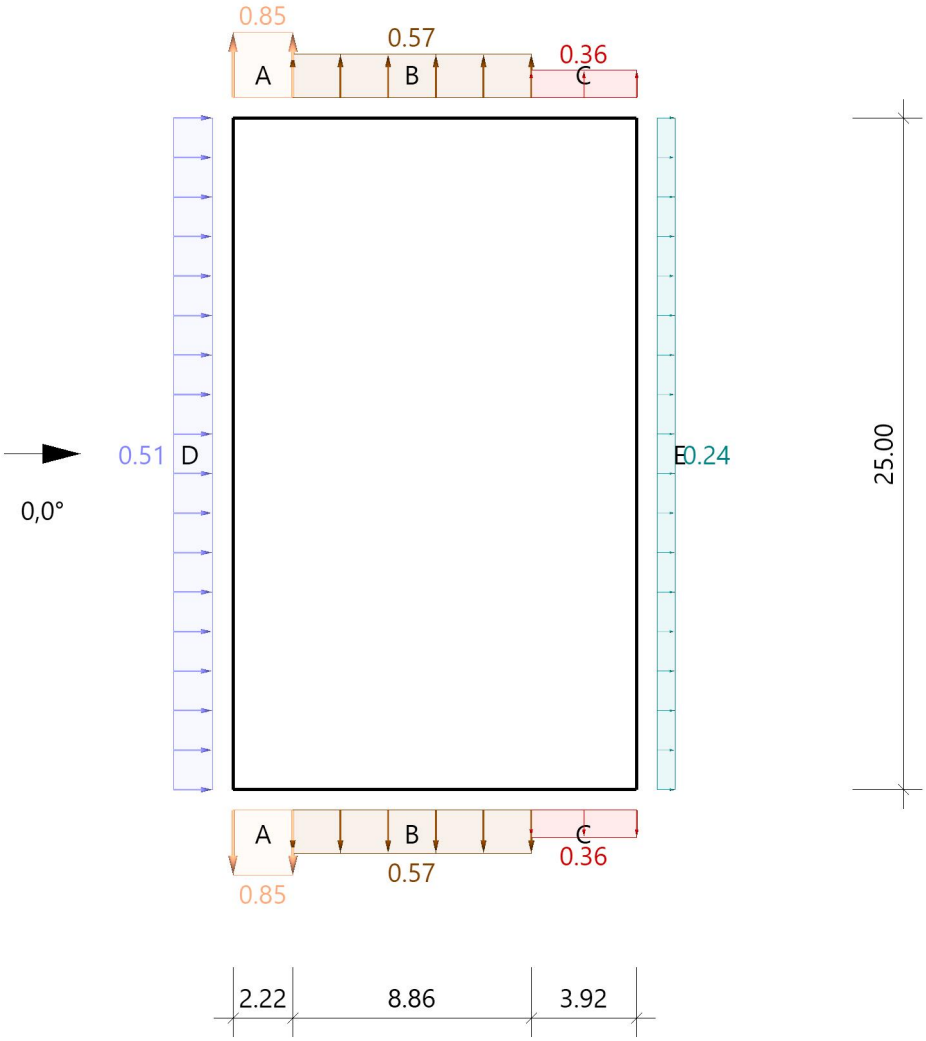
Referenzeinflußbreite e = 11.08 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF links	0.20	-0.90	0.20	-2.00	0.14	-0.64	0.14	-1.42	1.11	2.77
G	DF links	0.20	-0.80	0.20	-1.50	0.14	-0.57	0.14	-1.07	1.11	20.06
H	DF links	0.20	-0.30	0.20	-0.30	0.14	-0.21	0.14	-0.21	7.09	25.60
J	DF rechts	0.00	-1.00	0.00	-1.50	0.00	-0.71	0.00	-1.07	1.11	25.60
I	DF rechts	0.00	-0.40	0.00	-0.40	0.00	-0.28	0.00	-0.28	7.09	25.60

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

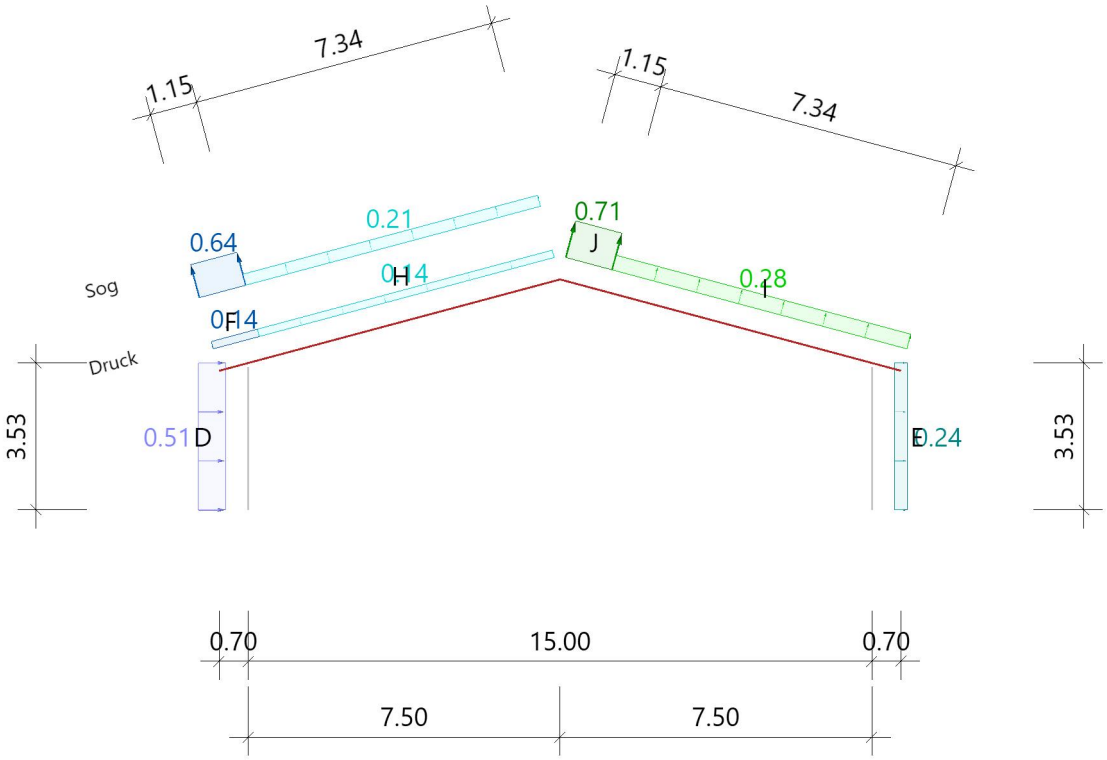
Referenzeinflußbreite e = 11.08 m
Verhältnis h/d = 0.369 h/b = 0.222 d/b = 0.600

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand links	0.72	0.00	1.00	0.00	0.51	0.00	0.71	0.00		25.00
E	Wand rechts	0.00	-0.33	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.36		25.00
A	Wand vorne [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.85	0.00	-1.00	2.22	
B	Wand vorne [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.57	0.00	-0.78	8.86	
C	Wand vorne [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	3.92	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

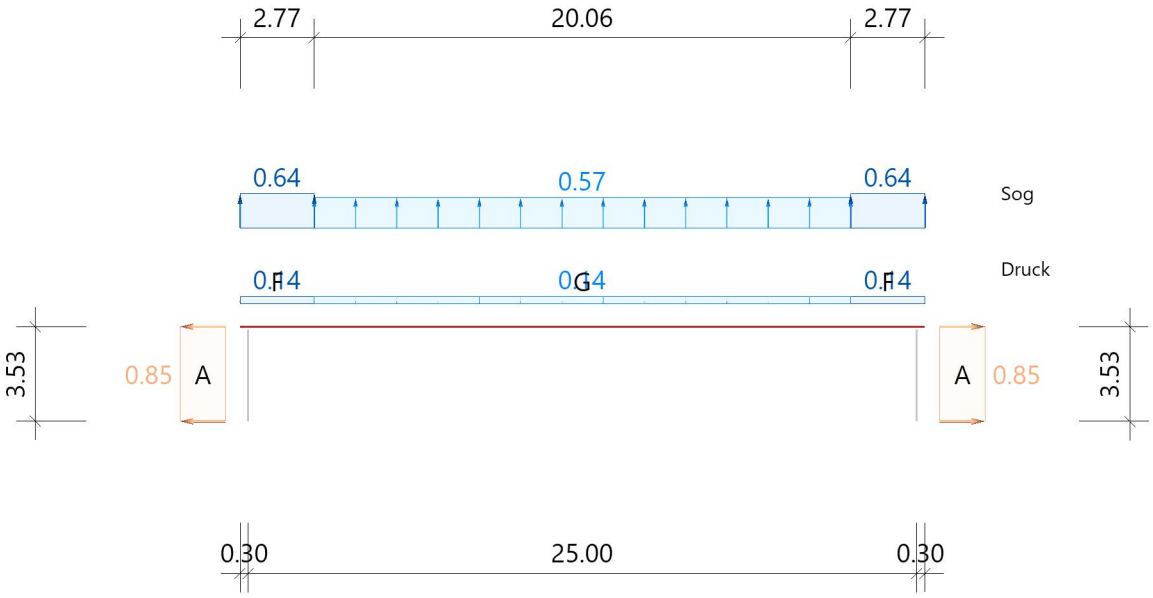
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Grafik, 0°, Querschnitt A-A



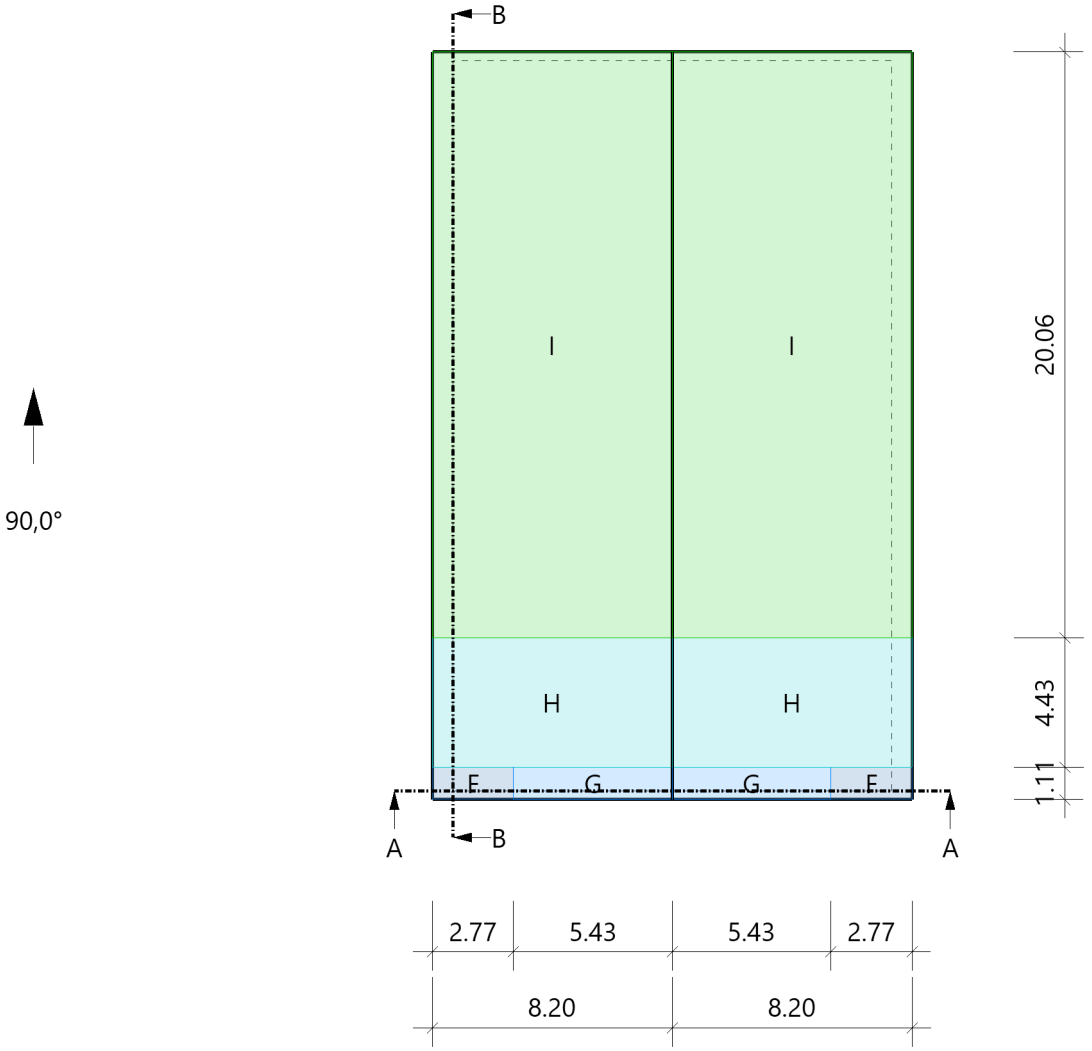
An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 0°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

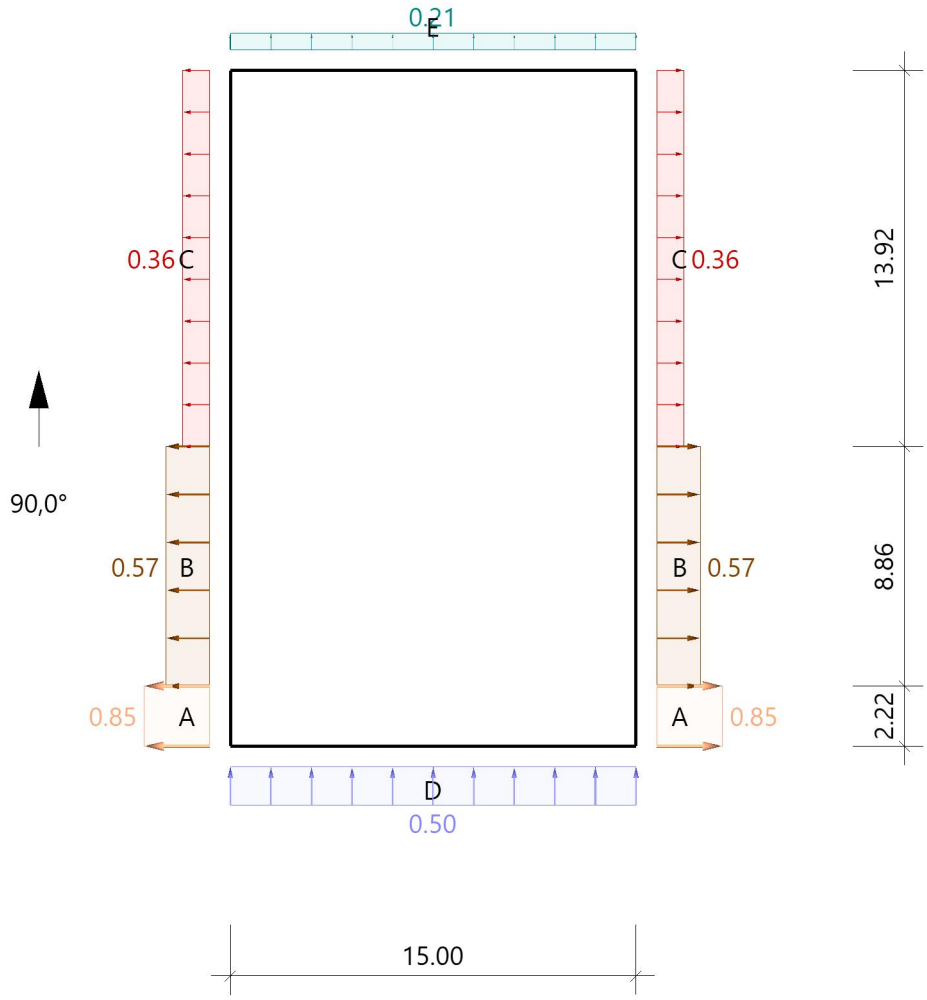
Referenzeinflußbreite e = 11.08 m

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF links	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-0.92	0.00	-1.42	2.77	1.11
G	DF links	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-0.92	0.00	-1.42	5.43	1.11
H	DF links	0.00	-0.60	0.00	-1.20	0.00	-0.43	0.00	-0.85	8.20	4.43
I	DF links	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	8.20	20.06
F	DF rechts	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-0.92	0.00	-1.42	2.77	1.11
G	DF rechts	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-0.92	0.00	-1.42	5.43	1.11
H	DF rechts	0.00	-0.60	0.00	-1.20	0.00	-0.43	0.00	-0.85	8.20	4.43
I	DF rechts	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36	8.20	20.06

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

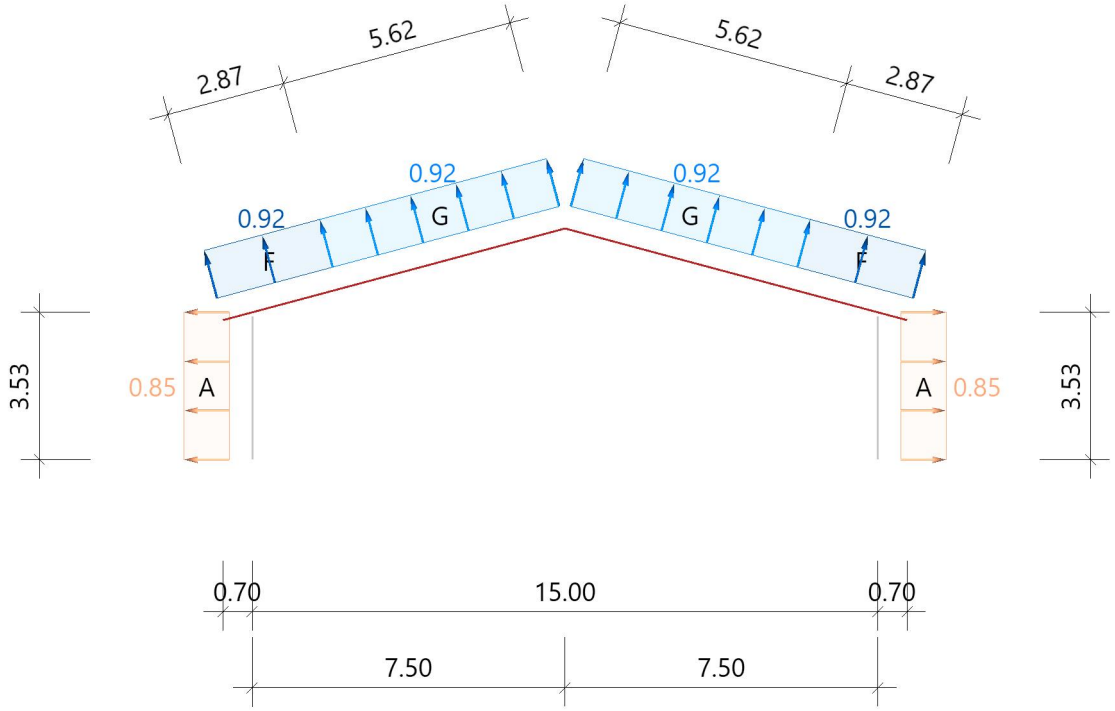
Referenzeinflußbreite e = 11.08 m
Verhältnis h/d = 0.222 h/b = 0.369 d/b = 1.667

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D [1]	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.71	0.00	15.00	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.21	0.00	-0.36	15.00	
A	Wand links [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.85	0.00	-1.00		2.22
B	Wand links [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.57	0.00	-0.78		8.86
C	Wand links [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.36	0.00	-0.36		13.92

Alle Werte sind charakteristische Werte.

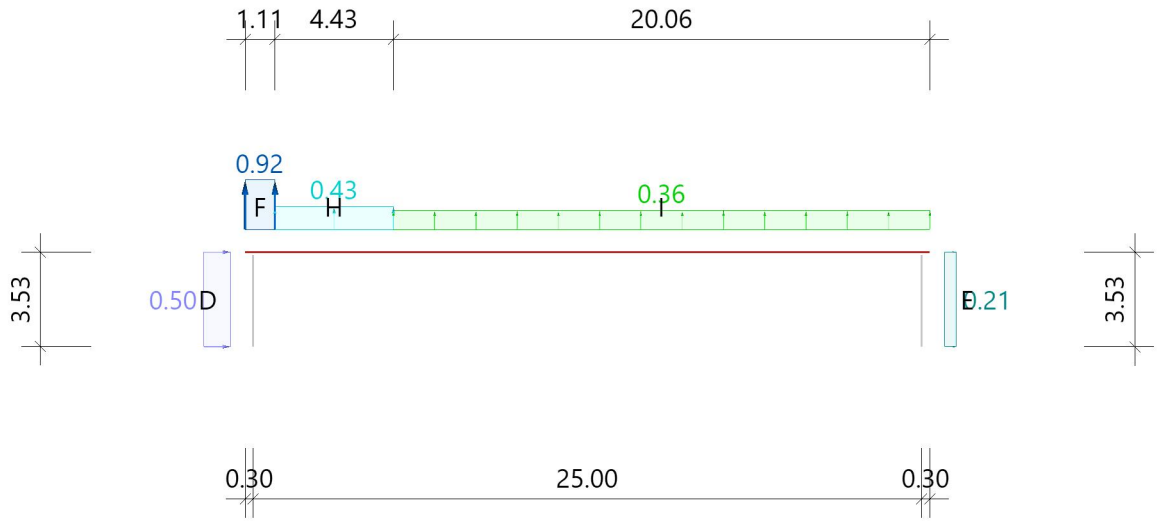
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Grafik, 90°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Längsschnitt B-B



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen. Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Pos. 1 : Dacheindeckung

Gew.: Faserzement – Wellplatten – Eternit Profil 5 od. gl.

Dachneigung 15 °

Max. Unterstützungsabstand e <= 1,15 m

Pos. 2 : Dachlatten

Abstand Binder, e < = 1,25 m

Abstand Latten, e = 1,15 m (Faserzement-Wellplatten)

Dachneigung 15°

Belastung :

Wellplatten :	0,15/cos15 * 1,15	= 0,17 kN/m
Photovoltaik :	0,20/cos15 * 1,15	= 0,22 kN/m
		g = 0,39 kN/m
Schnee :	0,68 * 1,15	s = 0,78 kN/m
Winddruck	0,14 * 1,15	w = 0,16 kN/m
Schnee außerg.	0,78 * 2,3	Sa = 1,79 kN/m

Gew.: b/d = 6/6 cm, e = 1,15 m

39. Position: 2 Dachlatten

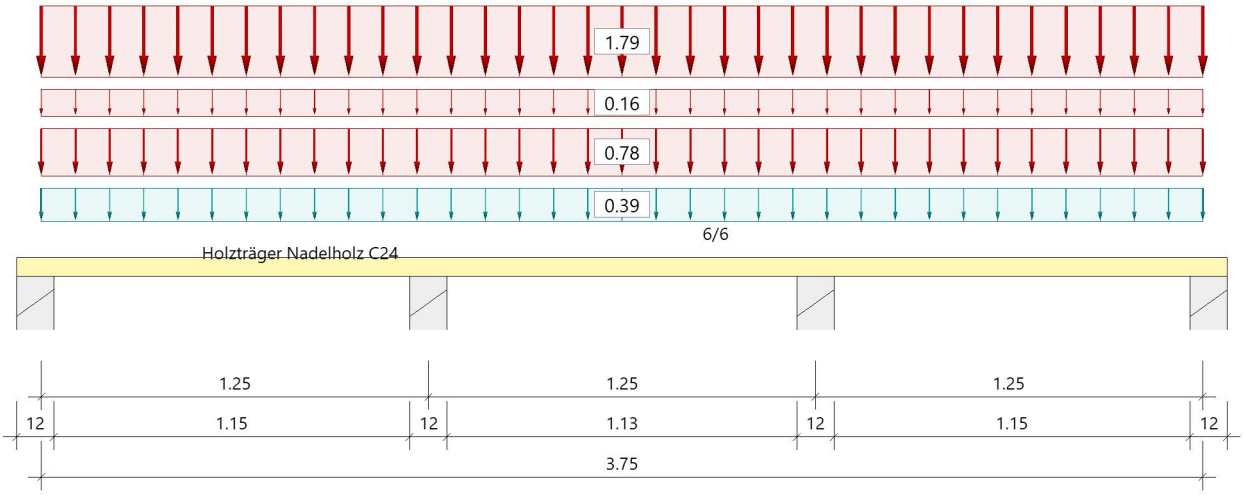
Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Holzträger über 3 Felder Nadelholz C24 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

System

Systembild



Material

Nadelholz C24, gemäß EN 338:2016

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm²]	G_{mean} G_{05} [N/mm²]	ρ_k ρ_m [kg/m³]
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420

$f_{m,k}$	:	charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
$f_{t,0,k}$	:	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser
$f_{t,90,k}$	:	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,mean}$	:	Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,mean}$	:	Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{mean}	:	Mittelwert des Schubmoduls
ρ_k	:	charakteristischer Wert der Rohdichte
$f_{v,k}$	:	charakteristischer Wert der Schubfestigkeit
$f_{c,0,k}$	:	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser
$f_{c,90,k}$	:	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser
$E_{0,05}$	:	5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser
$E_{90,05}$	:	5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser
G_{05}	:	5%-Fraktilwert des Schubmoduls
ρ_m	:	Mittelwert der Rohdichte

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
6/6	108	108	36	36	36.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	1.25	6/6 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	1.25	
3	1.25	

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	12.0	12.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.25	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	2.50	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	3.75	12.0	12.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.75		0.39		Nein	ständig		
	2	GL		3.75		0.78		Ja	Schnee		
	3	GL		3.75		0.16		Ja	Wind		
	4	GL		3.75		1.79		Ja	außergewöhnlich		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 6 kg mit Gamma = 4.20 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50	kurz
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00	sehr kurz

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3
Es wird immer nur eine außergewöhnliche Last angesetzt. Mehrere außergewöhnliche Lasten werden nur dann gemeinsam berücksichtigt, wenn sie über Zusammengehörigkeitsgruppen verknüpft wurden.

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	sehr kurz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen
Schubspannungen		=	Tau mit red. Q
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	l/300
	w_{fin}	=	l/200

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Biegung}$	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.45	0.36	0.15	1)	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.30	0.27	0.08	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch					0.57

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	$\eta_{Biegung}$	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	6/6	-1.2	-0.32	0.36	0.45	
außergewöhnlich	6/6	0.5	0.34	0.27	0.30	

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l_{eff} [m]	Stelle [m]	Nachweis		w_g [cm]	w_q [cm]	w [cm]	w_{lim}	η	Lk
Feld 1	1.25	0.59	inst	z	0.1	0.2	0.2	0.4	0.57	16
	1.25	0.53	net,fin	z	0.1	0.0	0.1	0.4	0.25	15
	1.25	0.59	fin	z	0.1	0.2	0.3	0.6	0.45	17
Feld 2	1.25	0.63	inst	z	0.0	0.1	0.1	0.4	0.30	18
	1.25	0.63	net,fin	z	0.01	0.0	0.01	0.4	0.02	15
	1.25	0.63	fin	z	0.01	0.1	0.1	0.6	0.21	19
Feld 3	1.25	0.66	inst	z	0.1	0.2	0.2	0.4	0.57	16
	1.25	0.72	net,fin	z	0.1	0.0	0.1	0.4	0.25	15
	1.25	0.66	fin	z	0.1	0.2	0.3	0.6	0.45	17

l_{eff} : effektive Länge
Stelle : Stelle der Durchbiegung
Nachweis : Anfangs-/Endverformung (Richtung)
w_g : Verformung infolge ständiger Last
w_q : Verformung infolge veränderlicher Last
w : Verformung gesamt
w_{lim} : zulässige Verformung
η : Ausnutzungsgrad
Lk : Nr. der Lastkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN/m]	$R_{z,max}$ [kN/m]	$M_{y,min}$ [kNm/m]	$M_{y,max}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig	0.20	0.20		
		Windlasten	-0.01	0.09		
		Schnee H < 1000 m	-0.05	0.44		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.11	0.97		
2	1.25	ständig	0.56	0.56		
		Windlasten	-0.02	0.24		
		Schnee H < 1000 m	-0.10	1.17		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.22	1.45		
3	2.50	ständig	0.56	0.56		
		Windlasten	-0.02	0.24		
		Schnee H < 1000 m	-0.10	1.17		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.22	1.45		
4	3.75	ständig	0.20	0.20		
		Windlasten	-0.01	0.09		
		Schnee H < 1000 m	-0.05	0.44		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.11	0.97		

Pos. 3 : Fachwerkbinder

Abstand Binder, e < = 1,25 m

Dachneigung 15°

Die Bemessung der Binder und die Aussteifung der Binder wird vom Hersteller erbracht.

Die Berechnung der Binder mit Abstand e = 1,0 m erfolgt nur für die Auflagerkräfte

Belastung :

Obergurt :

Wellplatten	0,15 kN/qm
Lattung	0,10 kN/qm
Sonstiges / Verbände	0,05 kN/qm
Photovoltaik	0,20 kN/qm
	0,50 kN/qm

Eigengewicht Binder wird vom Programm berücksichtig

Wind und Schnee für Steinfeld

Untergurt :

Lattung/Konterlattung	0,05 kN/qm
Hartschaumplatte	0,15 kN/qm
Installation/Sonstiges	0,05 kN/qm
	0,25 kN/qm

41. Position: 3 Binder

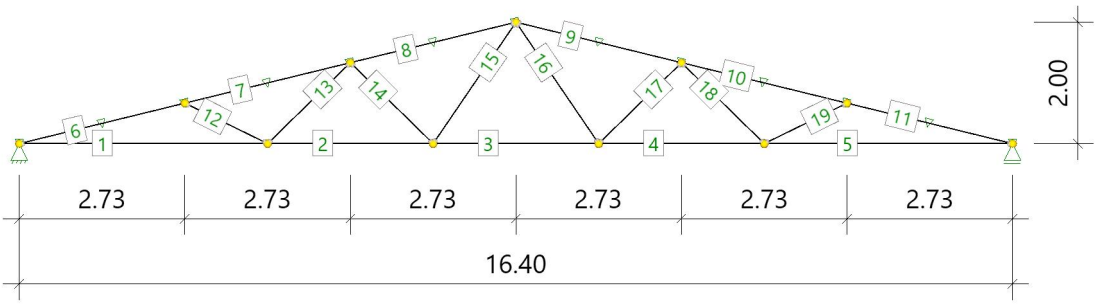
Fachwerkträger Holz (x64) FWH+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08
Basis	:	EN 1995-1-1/A2:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
KLED bei Wind	:	Mittelwert aus kurz und sehr kurz

Materialnorm		:	EN 338:2016
Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	l/300
Enddurchbiegung	w_{fin}	=	l/200
	$w_{net,fin}$	=	l/300

System Satteldachbinder



Binderlänge L = 16.40 m 6 Felder mit L_1 = 2.73 m
Binderhöhe Mitte = 2.00 m links/rechts = 0.00 m
Dachneigung = 13.7 °
Ober- und Untergurt gelenkfrei

Gemeinde 49393 Lohne (Oldenburg) in Niedersachsen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N		=	41 m				
Lage der Auflager		=	3.54 m	über OK Gelände			
Gebäudelänge		=	20.00 m	Binderabstand		=	1.00 m
Faktor Einflussbreite		=	1.00	Innenträger			
Gelände Kategorie II				Windzone 2			
Höhe für q	h	=	5.54 m	Basiswindgeschwindigkeit	v_{b0}	=	25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h)	=	0.71 kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	q_{b0}	=	0.39 kN/m²
Bodenschneelast	sk	=	0.85 kN/m²	Schneezone 2			

Querschnittswerte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
1	08/16	2731	683	341	171	128.0

Stäbe - Querschnitt und Material

Bauteil	Querschnitt	Material	Stäbe
Obergurt	08/16	Nadelholz C24	6 7 8 9 10 11
Untergurt	08/16	Nadelholz C24	1 2 3 4 5
Diagonale	08/16	Nadelholz C24	12 13 14 15 16 17 18 19

Lagerbedingungen

Knoten	Verschiebung	
	Cx	Cz
1001	starr	starr
1002	-	starr

Lager quer zur Binderebene (für Stabilitätsnachweis)

Bauteil	Abstand [m]	Cy [kN/m]	Position am Bauteil	Cφx [kNm/rad]
Obergurt	2.73	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	5.46	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	8.19	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	10.92	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	13.65	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	1.36	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	4.09	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	6.83	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	9.56	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	12.28	starr	Bauteilachse	-
Obergurt	15.01	starr	Bauteilachse	-

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

Lasten

Lastarten

Art 2 = Gleichstreckenlast kN/m 5 = Streckenlast von a bis a+l kN/m
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Alt	cpe μ	Art	pi	a m	l m	Bauteil
Dachlast :	99	0						
Dachlast = 0,50 kN/m² * 1,0 m				2	0.50	0.00	16.88	Obergurt
Wind von links Fall 1 :	9	111						
Sog Bereich G q = -0,61 kN/m²			-0.85	5	-0.61	0.00	1.11	Obergurt
Sog Bereich H q = -0,24 kN/m²			-0.34	5	-0.24	1.11	7.09	Obergurt
Sog Bereich J q = -0,67 kN/m²			-0.95	5	-0.67	8.20	1.11	Obergurt
Sog Bereich I q = -0,30 kN/m²			-0.43	5	-0.30	9.31	7.09	Obergurt
Wind von links Fall 3 :	9	111						
Druck Bereich G q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	0.00	1.11	Obergurt
Druck Bereich H q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	1.11	7.09	Obergurt
Sog Bereich J q = -0,67 kN/m²			-0.95	5	-0.67	8.20	1.11	Obergurt
Sog Bereich I q = -0,30 kN/m²			-0.43	5	-0.30	9.31	7.09	Obergurt
Wind von links ohne Sog :	9	111						
Druck Bereich G q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	0.00	1.11	Obergurt
Druck Bereich H q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	1.11	7.09	Obergurt
Druck Bereich J q = 0,02 kN/m²			0.03	5	0.02	8.20	1.11	Obergurt
Wind von rechts Fall 1 :	9	111						
Sog Bereich J q = -0,67 kN/m²			-0.95	5	-0.67	7.09	1.11	Obergurt
Sog Bereich I q = -0,30 kN/m²			-0.43	5	-0.30	0.00	7.09	Obergurt
Sog Bereich G q = -0,61 kN/m²			-0.85	5	-0.61	15.29	1.11	Obergurt
Sog Bereich H q = -0,24 kN/m²			-0.34	5	-0.24	8.20	7.09	Obergurt
Wind von rechts Fall 2 :	9	111						
Sog Bereich J q = -0,67 kN/m²			-0.95	5	-0.67	7.09	1.11	Obergurt
Sog Bereich I q = -0,30 kN/m²			-0.43	5	-0.30	0.00	7.09	Obergurt
Druck Bereich G q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	15.29	1.11	Obergurt
Druck Bereich H q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	8.20	7.09	Obergurt
Wind von rechts ohne Sog :	9	111						
Druck Bereich J q = 0,02 kN/m²			0.03	5	0.02	7.09	1.11	Obergurt
Druck Bereich G q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	15.29	1.11	Obergurt

Beschreibung	Ew	Alt	cpe μ	Art	pi	a m	l m	Bauteil
Druck Bereich H q = 0,12 kN/m²			0.17	5	0.12	8.20	7.09	Obergurt
Schnee unverweht :	10	112						
links			0.80	5	0.68	0.00	8.20	Obergurt
rechts			0.80	5	0.68	8.20	8.20	Obergurt
Schnee links verweht :	10	112						
links 1/2			0.80	5	0.34	0.00	8.20	Obergurt
rechts			0.80	5	0.68	8.20	8.20	Obergurt
Schnee rechts verweht :	10	112						
links			0.80	5	0.68	0.00	8.20	Obergurt
rechts 1/2			0.80	5	0.34	8.20	8.20	Obergurt
Wind : Einwirkung = 9, Ausrichtung = quer Schnee : Einwirkung = 10, Ausrichtung = vertikal projiziert								

Zusatz-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Art	Ausrichtung	pi	a m	pj	l m	Bauteil
Untergurt :	99							
		2	quer	0.25	0.00	0.00	-	Untergurt

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Bauteil,Stab(zug)	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	08/16 Stab 5	2	Querschnitt	0,65
ständig/vorübergehend	08/16 Stab 11	1	Stabilität	0,84
charakteristisch	Stabzug Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5)	185	w,net,fin	0,38

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Untergurt	08/16	Nadelholz C24	5	2	0,65	0,49
Obergurt	08/16	Nadelholz C24	11	2	0,38	0,84
Diagonale	08/16	Nadelholz C24	16	3	0,09	0,00
Obergurt	08/16	Nadelholz C24	11	1	0,38	0,84
Diagonale	08/16	Nadelholz C24	17	1	0,00	0,18

Gebrauchstauglichkeit

Stabzug	l_{eff} [m]	Stelle [m]	Lfk	typ		w_g	w_q	w [cm]	w_{lim}	η
Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5)	6.52	2.59	113	inst	z	0.5	0.2	0.7	2.2	0.31
Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5)	3.77	14.52	185	net,fin	z	0.5	0.0	0.5	1.3	0.38
Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5)	3.96	1.98	159	fin	z	0.5	0.1	0.6	2.0	0.29

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Eigengewicht	99	-	1.3	-
		Untergurt	99	-	2.0	-
		Dachlast	99	-	4.2	-
		Wind von links Fall 1	9	0.1	-2.7	-
		Wind von links Fall 3	9	1.0	-0.1	-
		Wind von links ohne Sog	9	0.2	0.8	-
		Wind von rechts Fall 1	9	-0.1	-2.6	-
		Wind von rechts Fall 2	9	-1.0	-1.8	-
		Wind von rechts ohne Sog	9	-0.2	0.3	-
		Schnee unverweht	10	-	5.6	-
		Schnee links verweht	10	-	3.5	-
		Schnee rechts verweht	10	-	4.9	-
	16.40	Eigengewicht	99	-	1.3	-
		Untergurt	99	-	2.0	-
		Dachlast	99	-	4.2	-

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
		Wind von links Fall 1	9	-	-2.6	-
		Wind von links Fall 3	9	-	-1.8	-
		Wind von links ohne Sog	9	-	0.3	-
		Wind von rechts Fall 1	9	-	-2.7	-
		Wind von rechts Fall 2	9	-	-0.1	-
		Wind von rechts ohne Sog	9	-	0.8	-
		Schnee unverweht	10	-	5.6	-
		Schnee links verweht	10	-	4.9	-
		Schnee rechts verweht	10	-	3.5	-

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Lager	x [m]	Ew	$R_{x,min}$ [kN]	$R_{x,max}$ [kN]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]
Links	0.00	99	-	-	-	7.6
		9	-1.0	1.0	-2.7	0.8
		10	-	-	-	5.6
Rechts	16.40	99	-	-	-	7.6
		9	-	-	-2.7	0.8
		10	-	-	-	5.6

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Untergurt:1,35 + Dachlast:1,35 + Schnee unverweht:1,50 + Eigengewicht:1,35 (KLED:kurz)
1	ständig/vorübergehend	Untergurt:1,35 + Dachlast:1,35 + Eigengewicht:1,35 (KLED:ständig)
3	ständig/vorübergehend	Untergurt:1,35 + Dachlast:1,35 + Schnee links verweht:1,50 + Eigengewicht:1,35 (KLED:kurz)
113	charakteristisch	Untergurt:1,00 + Dachlast:1,00 + Wind von links ohne Sog:0,60 + Schnee unverweht:1,00 + Eigengewicht:1,00 (KLED:kurz/sehr kurz)
185	charakteristisch	Untergurt:1,80 + Dachlast:1,80 + Eigengewicht:1,80 (KLED:ständig)
159	charakteristisch	Untergurt:1,80 + Dachlast:1,80 + Wind von links ohne Sog:0,60 + Schnee unverweht:1,00 + Eigengewicht:1,80 (KLED:kurz/sehr kurz)

Pos. 4 : Stb.-Ringanker, b/h = 17,5/25 cm

Beton C25/30, XC1

Pos. 4.1 : Ringanker Traufe

Belastung :

Aus Binder Pos. 3 :	1,00 kN/m
Aus Wand : 0,51 * 3,00/2	0,77 kN/m
	wd = 1,77 kN/ m

Pos. 4.2 : Ringanker Giebel

Belastung :

Wand + Giebel : 0,51 * 5,54 / 2	wd = 1,41 kN/m

Pos. 5 : Stb.-Ringanker-Torsturz, b/h = 17,5/35 cm

Beton C25/30, XC1

Im Bereich Tor

Vertikal aus Binder	q = 7,6 kN/m
	w = 0,8 kN/m
	s = 5,6 kN/m

43. Position: 4.1 .Ringanker

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

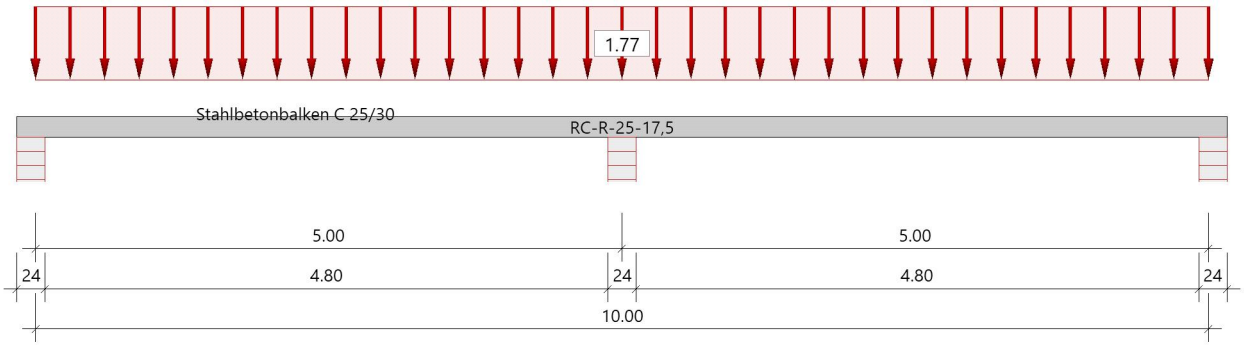
Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			25.0	17.5		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	10.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		10.00		1.77		Ja	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	berücksichtigt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben		unten	
Betonangriff	X0		X0	
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1	
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20	
Bügel	$d_{s,b}$ = 8 mm			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ = 14 mm		$d_{s,l}$ = 12 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} = 10 mm		Δc_{dev} = 10 mm	
Bügel	$c_{min,b}$ = 10 mm		$c_{min,b}$ = 10 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ = 20 mm		$c_{nom,b}$ = 20 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ = 14 mm	*5	$c_{min,l}$ = 12 mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ = 20 mm		$c_{v,b}$ = 20 mm	
zul. Rissbreite	w_{max} = 0.40 mm		w_{max} = 0.40 mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0 = 22.5	cm		
Luftfeuchte	LU = 40	%	Zement Typ SL	
Normalbeton	f_{ck} = 25	N/mm2		
Belastungsalter	t_0 = 28	Tage	t= unendlich	
Kriechzahl	$\varphi(t_0,t)$ = 3.33			
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$ = -0.48	‰		

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm		oben = 3.0 cm	
	links = 3.0 cm		rechts = 3.0 cm	
Bewehrungslagen	unten = 4.5 cm		oben = 4.5 cm	

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

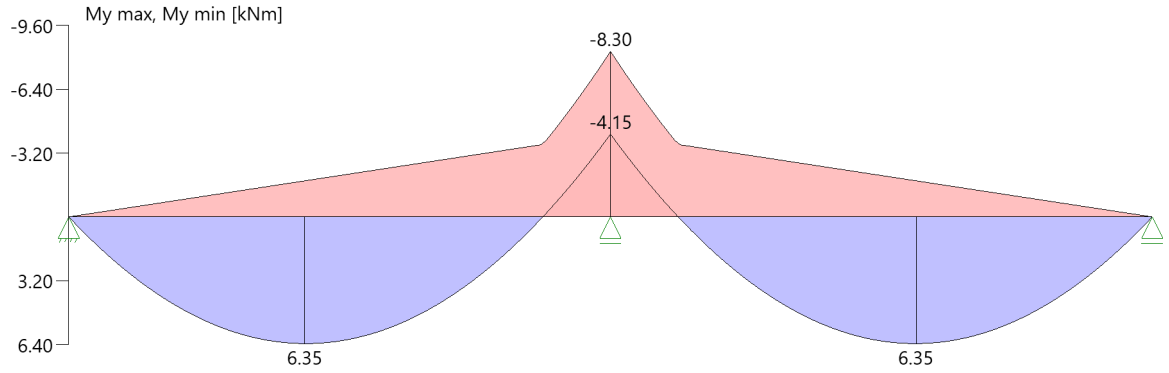
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 24.0 cm

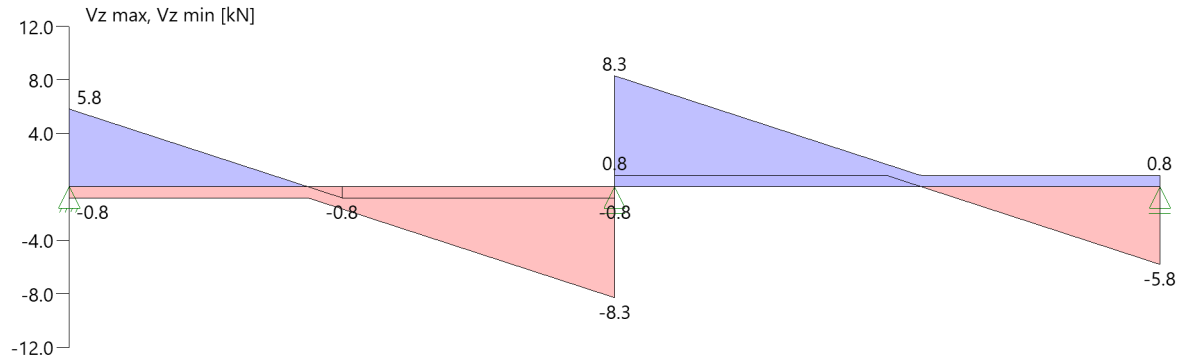
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	5.8	1
	0.00	0.00	0.00	-0.8	2
	2.19	2.19	6.35	0.0	1
	5.00	5.00	-8.30	-8.3	3
	5.00	5.00	-4.15	-7.5	1
	5.00	5.00	-4.15	-0.8	2
Feld 2	0.00	5.00	-4.15	0.8	1
	0.00	5.00	-8.30	8.3	3
	2.81	7.81	6.35	0.0	2
	5.00	10.00	0.00	0.8	1
	5.00	10.00	0.00	-5.8	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
25.0/17.5	3.27	0.6	-3.27	0.6
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	2.19	2.19	6.35	6.35	13.0	0.14	1.1	0.0		1
	4.37	4.37	0.03	0.03	13.0	0.01	0.6	0.0	1	1
	4.38	4.38	-3.63	-3.63	13.0	0.09	0.0	0.6		3
	4.64	4.64	-5.45	-5.45	13.0	0.12	0.0	1.0		3
Feld 2	0.37	5.37	-5.45	-5.45	13.0	0.12	0.0	1.0		3
	2.82	7.82	6.35	6.35	13.0	0.14	1.1	0.0		2
	4.68	9.68	1.75	1.75	13.0	0.05	0.6	0.0	1	2

Am ersten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			3
2	links	0.00	5.00	-8.30	-7.82	-6.65	15.0	13.0	0.15		1.2	3
	rechts	0.00	5.00	-8.30	-7.82	-6.65	15.0	13.0	0.15		1.2	3
3	links	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.48	5.6	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.21	0.21	0.48	5.3	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	1
	*	0.34	0.34	0.48	4.9	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	1
2	links	0.12	4.88	0.48	-8.0	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	links	0.25	4.75	0.48	-7.6	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	*	0.38	4.62	0.48	-7.3	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	rechts	0.12	5.12	0.48	8.0	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.25	5.25	0.48	7.6	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	*	0.38	5.38	0.48	7.3	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
3	links	0.08	9.92	0.48	-5.6	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	links	0.21	9.79	0.48	-5.3	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	2
	*	0.34	9.66	0.48	-4.9	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	2

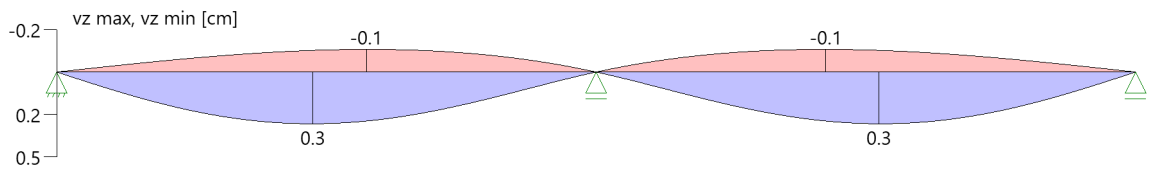
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	1,37	1,37	1,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
1,37	7,50	6,13	1,1	3,1	3,1	2Ø14[1]
7,50	10,00	2,50	1,1	3,1	3,1	2Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,64	0,64	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,64	6,86	6,22	1,2	3,1	3,1	2Ø14[1]
6,86	9,53	2,67	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
9,53	10,00	0,47	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,15	2,40	2,55	2,1	6,7	Ø8/15
2,47	5,62	3,15	2,1	6,7	Ø8/15
5,71	7,81	2,10	2,1	6,7	Ø8/15
7,87	10,12	2,25	2,1	6,7	Ø8/15
10,01	10,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
10,01	10,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
10,01	10,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
10,01	10,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
10,01	10,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	Windlasten	-0.6	3.9		
2	5.00	Windlasten		11.1		
3	10.00	Windlasten	-0.6	3.9		

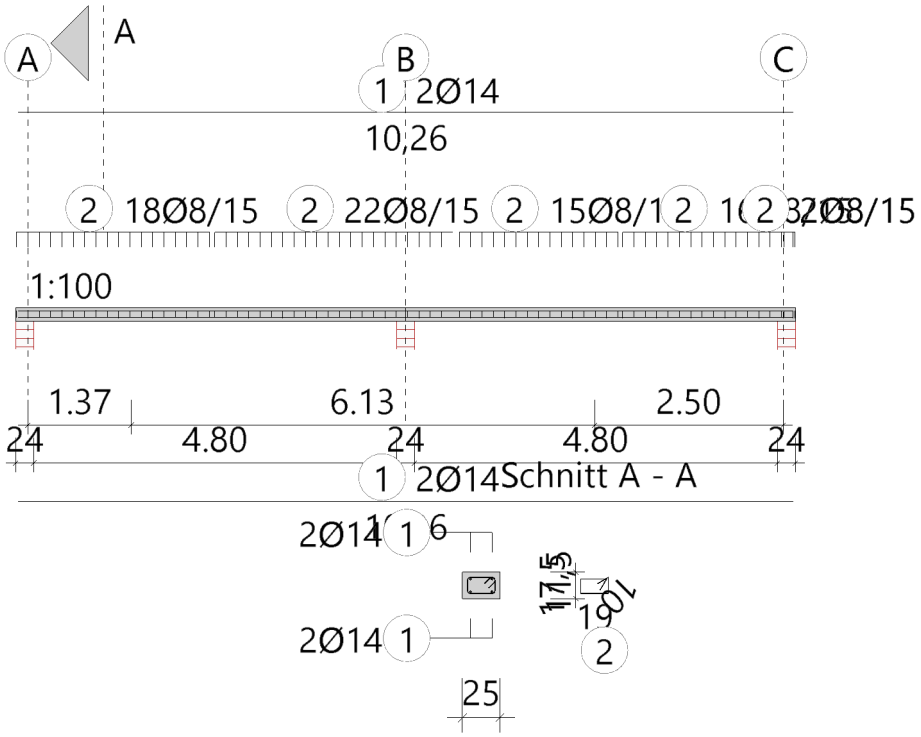
Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	1	Wind	1	1.77	1.77	0.00	5.00
L 2	2	Wind	1	1.77	1.77	0.00	5.00

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	**1.50**		**1.50**
L 2		**1.50**	**1.50**

Bewehrung


A
A
B
C
1 2Ø14
10,26
2 18Ø8/15
2 22Ø8/15
2 15Ø8/1
2 1(
2 3
Ø8/15
1:100
1.37
6.13
2.50
24
4.80
24
4.80
24
1 2Ø14
Schnitt A - A
2Ø14
1
6
17,5
19
2
2Ø14
1
25

44. Position: 4.2 .Ringanker

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

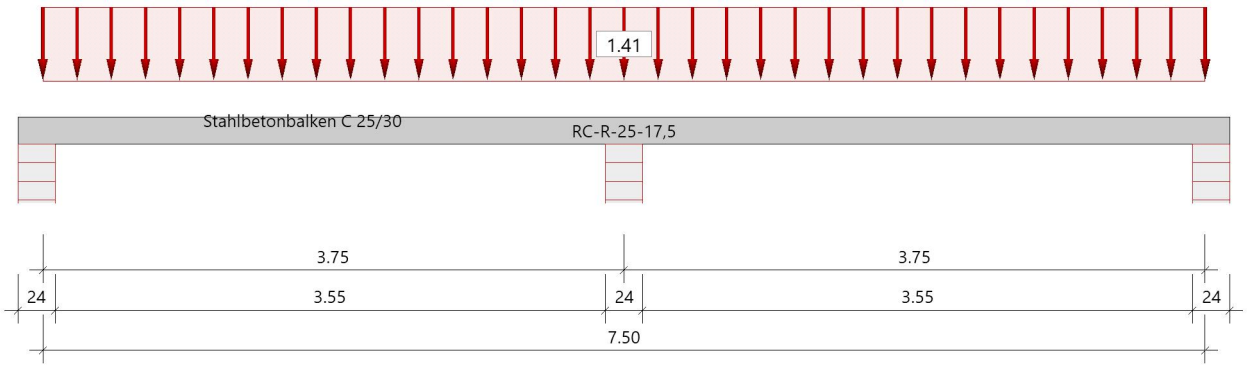
Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			25.0	17.5		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	7.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.50		1.41		Ja	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	berücksichtigt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben		unten	
Betonangriff	X0		X0	
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1	
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20	
Bügel	$d_{s,b}$ = 8 mm			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ = 14 mm		$d_{s,l}$ = 12 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} = 10 mm		Δc_{dev} = 10 mm	
Bügel	$c_{min,b}$ = 10 mm		$c_{min,b}$ = 10 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ = 20 mm		$c_{nom,b}$ = 20 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ = 14 mm	*5	$c_{min,l}$ = 12 mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ = 20 mm		$c_{v,b}$ = 20 mm	
zul. Rissbreite	w_{max} = 0.40 mm		w_{max} = 0.40 mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	22.5	cm	
Luftfeuchte	LU	=	40	%	Zement Typ SL
Normalbeton	f_{ck}	=	25	N/mm2	
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\varphi(t_0,t)$	=	3.33		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.48	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	3.0 cm	oben	=	3.0 cm
	links	=	3.0 cm	rechts	=	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten	=	4.5 cm	oben	=	4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

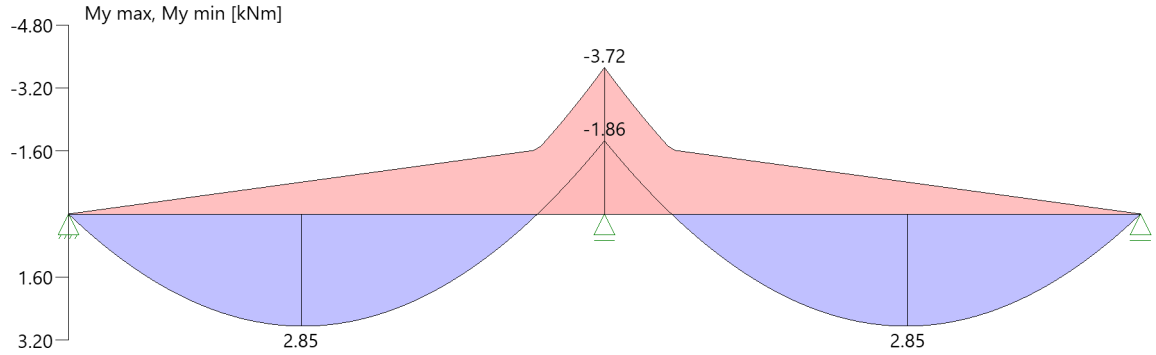
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 24.0 cm

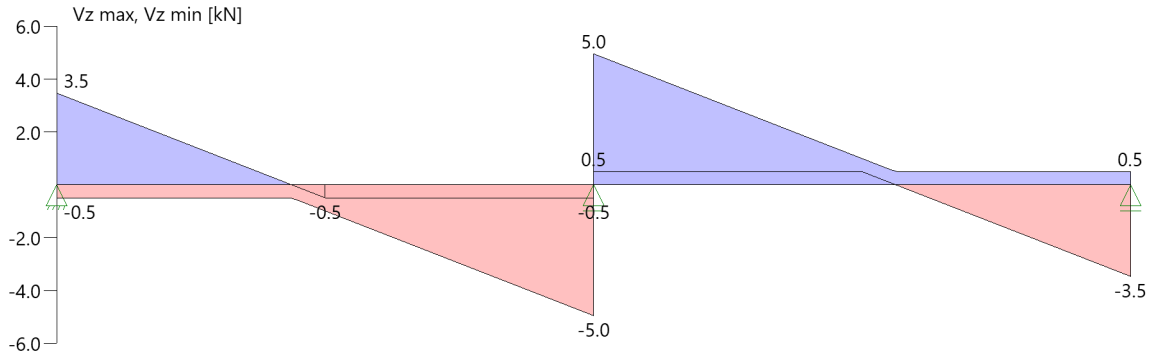
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	3.5	1
	0.00	0.00	0.00	-0.5	2
	1.64	1.64	2.85	0.0	1
	3.75	3.75	-3.72	-5.0	3
	3.75	3.75	-1.86	-4.5	1
	3.75	3.75	-1.86	-0.5	2
Feld 2	0.00	3.75	-1.86	0.5	1
	0.00	3.75	-3.72	5.0	3
	2.11	5.86	2.85	0.0	2
	3.75	7.50	0.00	0.5	1
	3.75	7.50	0.00	-3.5	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm^2]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm^2]
25.0/17.5	3.27	0.6	-3.27	0.6
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	0.29	0.29	13.0	0.02	0.6	0.0	1	1
	0.26	0.26	-0.13	-0.13	13.0	0.01	0.0	0.6	1	2
	1.64	1.64	2.85	2.85	13.0	0.07	0.6	0.0	1	1
	3.28	3.28	0.004	0.004	13.0	0.00	0.6	0.0	1	1
	3.29	3.29	-1.64	-1.64	13.0	0.05	0.0	0.6	1	3
Feld 2	0.30	4.05	-2.33	-2.33	13.0	0.06	0.0	0.6	1	3
	0.47	4.22	0.004	0.004	13.0	0.00	0.6	0.0	1	2
	2.11	5.86	2.85	2.85	13.0	0.07	0.6	0.0	1	2
	3.49	7.24	0.83	0.83	13.0	0.04	0.6	0.0	1	2

Am ersten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				2
2	links	0.00	3.75	-3.72	-3.44	-2.92	15.0	13.0	0.07		0.6	1	3
	rechts	0.00	3.75	-3.72	-3.44	-2.92	15.0	13.0	0.07		0.6	1	3
3	links	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00			0.00				1

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.48	3.3	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.21	0.21	0.48	3.0	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	1
	*	0.34	0.34	0.48	2.8	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	1
2	links	0.12	3.63	0.48	-4.7	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	links	0.25	3.50	0.48	-4.4	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	*	0.38	3.37	0.48	-4.2	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	rechts	0.12	3.87	0.48	4.7	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.25	4.00	0.48	4.4	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
	*	0.38	4.13	0.48	4.2	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	3
3	links	0.08	7.42	0.48	-3.3	18.4	18.7	49.4	VRd,max > VEd		
	links	0.21	7.29	0.48	-3.0	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	2
	*	0.34	7.16	0.48	-2.8	18.4	18.7	49.4	12.3	2.05[1]	2

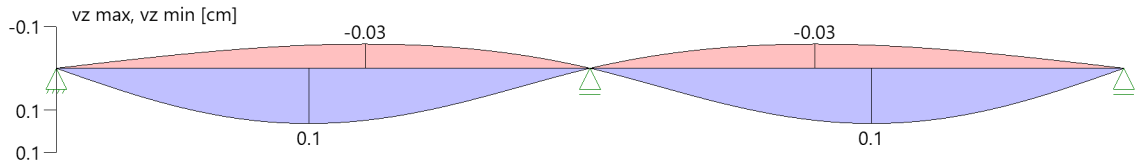
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	5,00	5,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
5,00	7,50	2,50	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	4,36	4,36	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
4,36	7,03	2,67	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]
7,03	7,50	0,47	0,6	3,1	3,1	2Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,15	2,40	2,55	2,1	6,7	Ø8/15
2,47	5,62	3,15	2,1	6,7	Ø8/15
5,70	7,65	1,95	2,1	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
7,51	7,66	0,15	0,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	Windlasten	-0.3	2.3		
2	3.75	Windlasten		6.6		
3	7.50	Windlasten	-0.3	2.3		

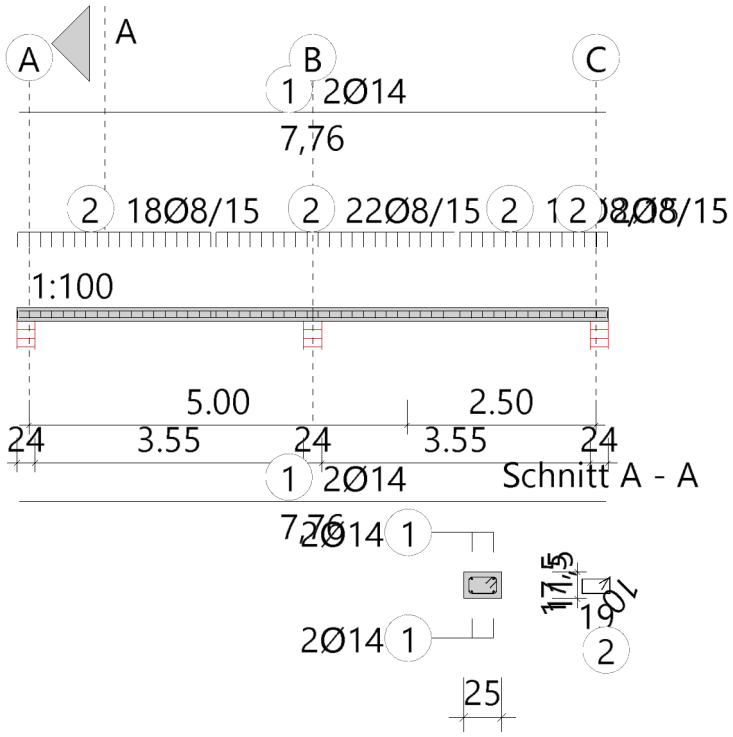
Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	1	Wind	1	1.41	1.41	0.00	3.75
L 2	2	Wind	1	1.41	1.41	0.00	3.75

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	**1.50**		**1.50**
L 2		**1.50**	**1.50**

Bewehrung


A
A
B
C
1 2Ø14
7,76
2 18Ø8/15
2 22Ø8/15
2 12
1:100
5.00
2.50
24
3.55
24
3.55
24
1 2Ø14
Schnitt A - A
7,76
2Ø14 1
2Ø14 1
2
25

45. Position: 5 Stb.-Sturz

Durchlaufträger (x64) DLT+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

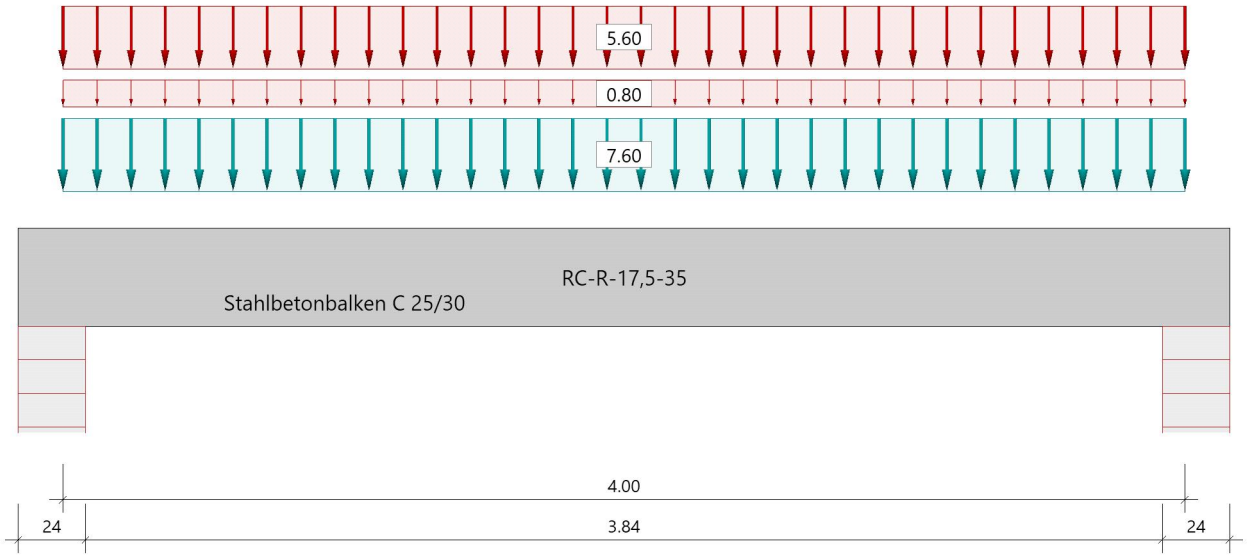
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm} =	31000	N/mm²
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s =	200000	N/mm²
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk} =	25.0	‰ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			17.5	35.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		4.00		7.60		Nein	ständig		
	2	GL		4.00		0.80		Ja	Wind		
	3	GL		4.00		5.60		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	berücksichtigt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben		unten	
Betonangriff	X0		X0	
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1	
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20	
Bügel	$d_{s,b}$ = 8 mm			
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ = 14 mm		$d_{s,l}$ = 12 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev} = 10 mm		Δc_{dev} = 10 mm	
Bügel	$c_{min,b}$ = 10 mm		$c_{min,b}$ = 10 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$ = 20 mm		$c_{nom,b}$ = 20 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ = 14 mm	*5	$c_{min,l}$ = 12 mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1	$c_{nom,l}$ = 28 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ = 20 mm		$c_{v,b}$ = 20 mm	
zul. Rissbreite	w_{max} = 0.40 mm		w_{max} = 0.40 mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0 = 22.5 cm		
Luftfeuchte	LU = 40 %	Zement Typ SL	
Normalbeton	f_{ck} = 25 N/mm2		
Belastungsalter	t_0 = 28 Tage	t= unendlich	
Kriechzahl	$\varphi(t_0,t)$ = 3.26		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$ = -0.47 ‰		

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	3.0 cm	oben	=	3.0 cm
	links	=	3.0 cm	rechts	=	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten	=	5.8 cm	oben	=	4.5 cm

Abminderung der Stützmomente <= 15 %

Bemessungseinstellungen

- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze kx < .45 wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal cot(Theta)/2.

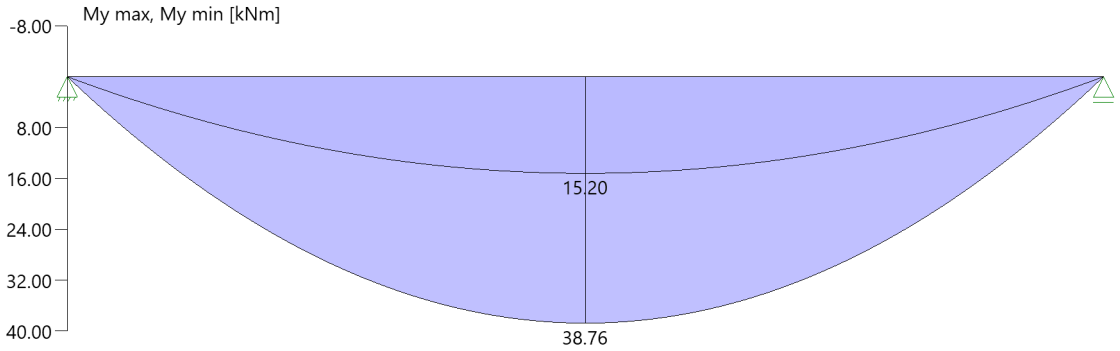
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 24.0 cm

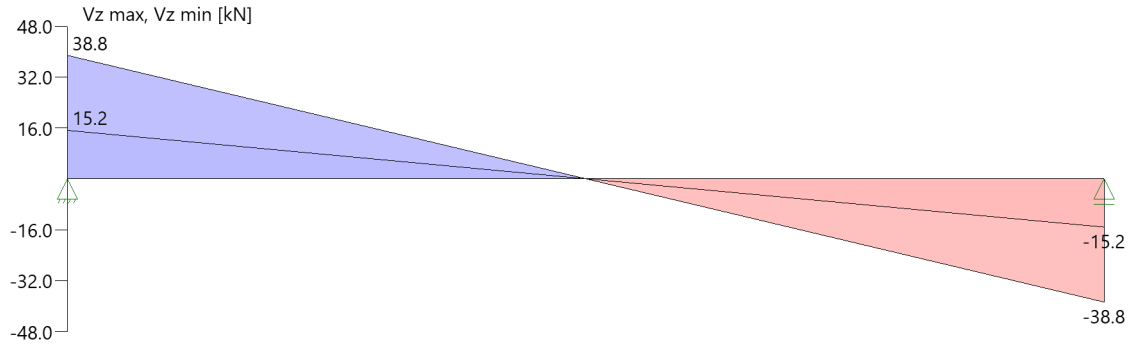
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	38.8	1
	0.00	0.00	0.00	15.2	2
	2.00	2.00	38.76	0.0	1
	4.00	4.00	0.00	-15.2	2
	4.00	4.00	0.00	-38.8	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
17.5/35.0	9.16	0.7	-9.16	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	2.00	2.00	38.76	38.76	29.2	0.25	3.4	0.0	1
	3.73	3.73	9.93	9.93	29.2	0.07	0.8	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.5 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 1.5 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.77	37.2	18.4	28.9	125.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.37	0.37	0.77	31.6	18.4	28.9	125.0	24.5	1.44 [1]	1
	*	0.66	0.66	0.77	25.9	18.4	28.9	125.0	24.5	1.44 [1]	1
2	links	0.08	3.92	0.77	-37.2	18.4	28.9	125.0	VRd,max > VEd		
	links	0.37	3.63	0.77	-31.6	18.4	28.9	125.0	24.5	1.44 [1]	1
	*	0.66	3.34	0.77	-25.9	18.4	28.9	125.0	24.5	1.44 [1]	1

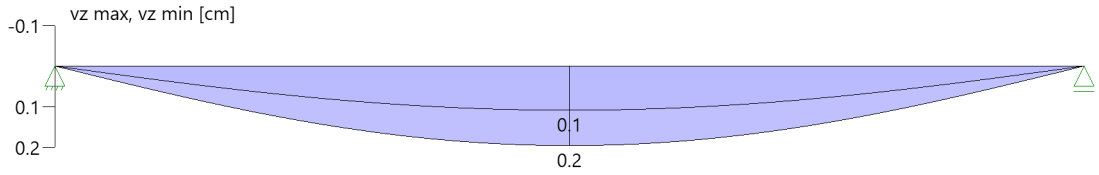
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination quasi-ständig

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.00	0.0	0.1	3

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm²]	Aso [cm²]	σS(t=∞) [N/mm²]	σC(t=0) [N/mm²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.02	6.0	3.1	0.61	-0.04	16	100	3
	1.68	14.82	6.0	3.1	99.93	-6.46	16	100	3
	2.00	15.20	6.0	3.1	102.49	-6.62	16	100	3
	2.32	14.82	6.0	3.1	99.93	-6.46	16	100	3
	4.00	0.02	6.0	3.1	0.61	-0.04	16	100	3

Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,7	6,0	6,0	3Ø16[1]
0,00	0,00	0,00	0,7	6,0	6,0	3Ø16[1]
0,00	0,00	0,00	0,7	6,0	6,0	3Ø16[1]
0,00	1,50	1,50	3,2	6,0	6,0	3Ø16[1]
1,50	4,00	2,50	3,4	6,0	6,0	3Ø16[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	0,00	0,00	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,00	0,00	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,00	0,86	0,86	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
0,86	3,53	2,67	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]
3,53	4,00	0,47	0,0	3,1	3,1	2Ø14[1]

1 : erste Lage durchlaufend

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,15	2,40	2,55	1,4	6,7	Ø8/15
2,46	4,11	1,65	1,4	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15
4,01	4,16	0,15	0,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	15.2	15.2 1.6 11.2		
2	4.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	15.2	15.2 1.6 11.2		

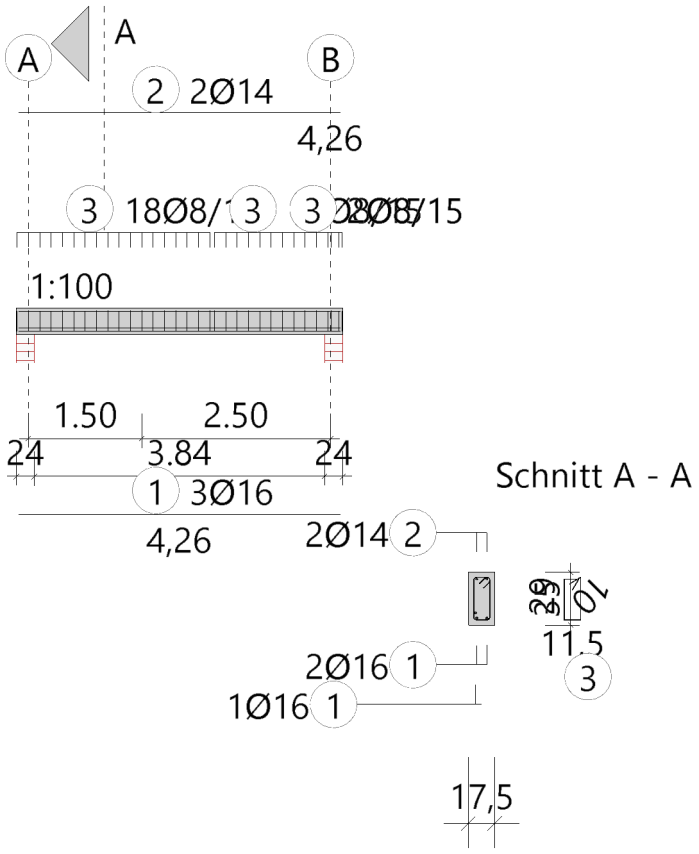
Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	7.60	7.60	0.00	4.00
L 2	1	Wind	2	0.80	0.80	0.00	4.00
L 3	1	Schnee	3	5.60	5.60	0.00	4.00

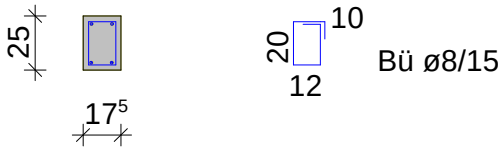
gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	0.90		
L 3	**1.50**		

Bewehrung


A
A
B
2 2Ø14
4,26
3 18Ø8/
3
15
1:100
1.50
2.50
24
3.84
24
1 3Ø16
4,26
2Ø14 2
Schnitt A - A
39
7Ø
11,5
2Ø16 1
3
1Ø16 1
17,5

Pos. 4.1 : Ringanker - Traufe b/d = 17,5/25 cm

Beton C25/30, XC1



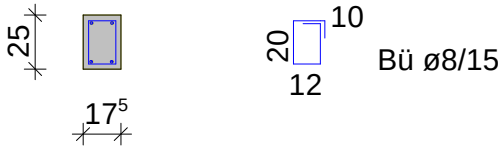
Bü ø8/15

2 ø 14 oben u. unten

Halfenschiene HTA 28/15 zur Verankerung
der Dachkonstruktion einbetonieren
(alternativ aufgespreizte Flachstahlanker 4*40*350 mm)
(Ecken rahmenartig)

Pos. 4.2 : Ringanker - Giebel b/d = 17,5/25 cm

Beton C25/30, XC1

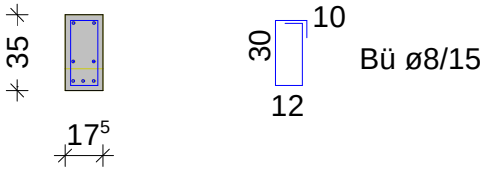


Bü ø8/15

2 ø 14 oben u. unten

Pos. 5 : Torsturz - Traufe b/d = 17,5/35 cm

Beton C25/30, XC1



Bü ø8/15

2 ø 14 oben u. "mittig" wie Pos. 4.1
3 ø 16 unten

Pos. 6 : Stb.-Aussteifungsstütze, b/d = 35/20 cm

Beton C25/30, XC1

Belastung :

Aus Ringanker pos. 4.1 : H = 11,1 kN am Kopf

Aus Wind : 0,51 * 5,00 wd = 2,55 kN/m untere Häfte der Stütze

System : Stütze Kragarm mit l = 3,0 m

48. Position: 6 Stb.-Stützen

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P05)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

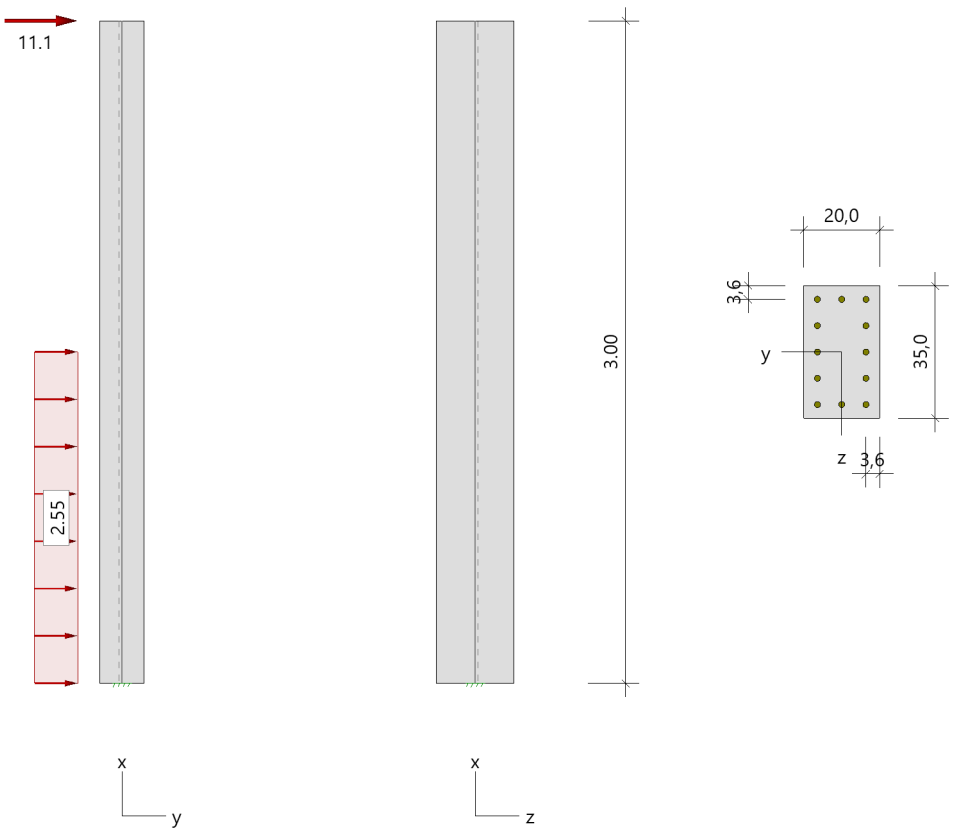
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 34.3



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			X0		
Bewehrungskorrosion			XC1		
Mindestbetonklasse			C 16/20		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	10	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	10	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	16	mm	*5
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	28	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	20	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.40	mm	

*1: mit cmin,b
*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	
Endkriechzahl	$\varphi(t_0,\infty)$	=	2.83		

Materialauswahl

Beton C 25/30	f_{ck}	=	25.00	N/mm²	E_{cm}	=	31000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	=	500.00	N/mm²	E_s	=	200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	=	1.05		ε_{uk}	=	25.0	‰	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 α_{cc} = 0.85 α_{ct} = 0.85			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l	=	3.00	m
Querschnitt	b_y/d_z	=	20.0/35.0	cm
	b_1/d_1	=	3.6/3.6	cm
Bewehrungsanordnung			umfangsverteilt	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	φ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	φ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf					11.1				Wind		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stütze	in y		2.55	1.50	2.55	Wind		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.3							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($\zeta_{t,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

Zugglied oder Biegebauteil, kein Stabilitätseinfluss

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00
Fy = 11,1 kN (Wind)	**1.50**	**1.50**	**1.50**	**1.50**			
py = 2,55 kN/m (Wind)	**1.50**	**1.50**			**1.50**		
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1							

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
2	1	Stütze	0.00	0.00	0.0	0.0	219.9	219.9	0.0	0.0	2.834	1.000

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituat

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	3.00	-5.3	0.00	0.00	3.45	24.1	24.1	Querschnitt
	2.50	-5.3	0.00	8.33	3.45	24.1	24.1	
	2.00	-5.2	0.00	16.65	3.45	24.1	24.1	
	1.50	-5.2	0.00	24.98	3.45	24.1	24.1	
	1.50	-5.3	0.00	24.98	3.45	24.1	24.1	
	1.00	-5.3	0.00	33.78	3.45	24.1	24.1	
	0.50	-5.3	0.00	43.54	3.45	24.1	24.1	
	0.00	-5.3	0.00	54.25	3.45	24.1	24.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	5.3	0.0	0.00	0.0	0.00	7
		7.1	22.4	54.25	0.0	0.00	1
		5.3	22.4	54.25	0.0	0.00	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	24.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
Fy = 11,1 kN (Wind)	**1.00**	**1.00**		
py = 2,55 kN/m (Wind)	**1.00**		**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.00	-5.3	0.00	0.00	3.2	0.0			
1	2.50	-5.3	0.00	5.59	2.4	0.0			
1	2.00	-5.2	0.00	11.18	1.7	0.0			
1	1.50	-5.3	0.00	16.76	1.0	0.0			
1	1.00	-5.3	0.00	22.66	0.5	0.0			
1	0.50	-5.3	0.00	29.18	0.1	0.0			
1	0.00	-5.3	0.00	36.34	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.00	-5.3	0.00	0.00	3.2	0.0			
1	2.50	-5.3	0.00	5.59	2.4	0.0			
1	2.00	-5.2	0.00	11.18	1.7	0.0			
1	1.50	-5.3	0.00	16.76	1.0	0.0			
1	1.00	-5.3	0.00	22.66	0.5	0.0			
1	0.50	-5.3	0.00	29.18	0.1	0.0			
1	0.00	-5.3	0.00	36.34	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.00	-5.3	0.00	0.00	0.00	0.003	0.55	400.00	0.00
1	2.50	-5.3	0.00	5.59	0.00	0.169	33.88	400.00	0.08
1	2.00	-5.2	0.00	11.18	0.00	0.351	70.20	400.00	0.18
1	1.50	-5.3	0.00	16.76	0.00	0.533	106.66	400.00	0.27
1	1.00	-5.3	0.00	22.66	0.00	0.725	145.04	400.00	0.36
1	0.50	-5.3	0.00	29.18	0.00	0.938	187.52	400.00	0.47
1	0.00	-5.3	0.00	36.34	0.00	1.170	234.06	400.00	0.59

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	φ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$[1] [N/mm²]	η
1	3.00	-5.3	0.00	0.00	0.00	0.003	0.55	400.00	0.00
1	2.50	-5.3	0.00	5.59	0.00	0.169	33.88	400.00	0.08
1	2.00	-5.2	0.00	11.18	0.00	0.351	70.20	400.00	0.18
1	1.50	-5.3	0.00	16.76	0.00	0.533	106.66	400.00	0.27
1	1.00	-5.3	0.00	22.66	0.00	0.725	145.04	400.00	0.36
1	0.50	-5.3	0.00	29.18	0.00	0.938	187.52	400.00	0.47
1	0.00	-5.3	0.00	36.34	0.00	1.170	234.06	400.00	0.59

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]
Stützeneigengewicht Fy = 11,1 kN (Wind) py = 2,55 kN/m (Wind)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1] [N/mm²]	vorh $f_{\varphi,nl}$	erf $f_{\varphi,nl}$	η
1	3.00	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	2.50	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	2.00	-5.2	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	1.50	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	1.00	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.50	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00
1	0.00	-5.3	0.00	0.00	0.001	0.00	-11.25	1.00		0.00

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

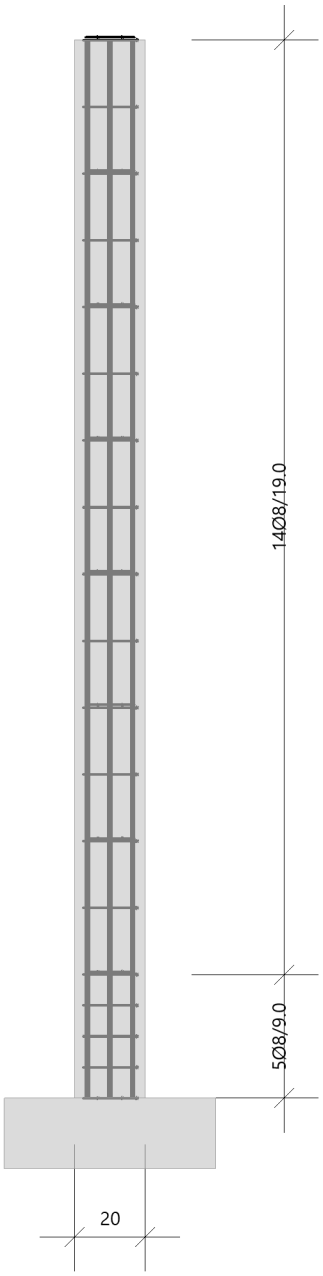
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 28Ø8 mm	1	16	2.0	-6.4	-13.9
	2	16	2.0	6.4	-13.9
	3	16	2.0	6.4	13.9
	4	16	2.0	-6.4	13.9
	5	16	2.0	0.0	-13.9
	6	16	2.0	0.0	13.9
	7	16	2.0	-6.4	-7.0
	8	16	2.0	6.4	-7.0
	9	16	2.0	-6.4	0.0
	10	16	2.0	6.4	0.0
	11	16	2.0	-6.4	7.0
	12	16	2.0	6.4	7.0
			24.1		

Realisierte Betondeckung

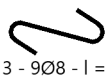
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	2.8	2.0

Bewehrungsbilder

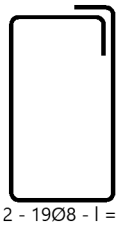
Maßstab 1 : 21.5



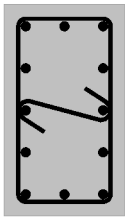
Hilfsbügel im Abstand a < 38.4 cm!



Pos 3 - 9Ø8 - l = 0.25



Pos 2 - 19Ø8 - l = 1.15



Pos. G1 : Bodenplatte als Industriesohle

gew.: d = 20 cm,

C 25/30, XC3, Bew.: Q 335 A oben und unten durchgehend mit lü >= 50 cm . Unter der Sohle ist eine Sauberkeitsschicht aus 5 cm Magerbeton vorzusehen.
Zwischen unterer und oberer Bewehrungslage sind geeignete Abstandshalter z.B. SBA 10 oder „Schlangen“ einzubauen

Die Sohle ist im Bereich Halle mit ausreichenden Fugen herzustellen

Unter der Stb.-Sohlplatte ist eine ca. 20 cm Schottertagschicht einzubauen (abhängig vom Untergrund)

Der Untergrund unter der Tragschicht muss eine gleichmäßige Zusammensetzung unter der ganzen Fläche haben. Der EV2-Wert für den Untergrund muss >= 60 MN/qm sein.

Die Tragschicht muss ein EV2-Wert von >= 120 MN/qm erreichen
Sowohl Untergrund als auch Tragschicht müssen gut verdichtet sein undein Verhältnis von EV2/EV1 <= 2,5 haben.

Pos. G2 : Bodenplatte außen

gew.: d = 20 cm,

C 25/30, XC3, Bew.: Q 524 A oben und unten durchgehend mit lü >= 50 cm, sonst wie vor.

Pos. G3 : Stb.-Streifenfundamente

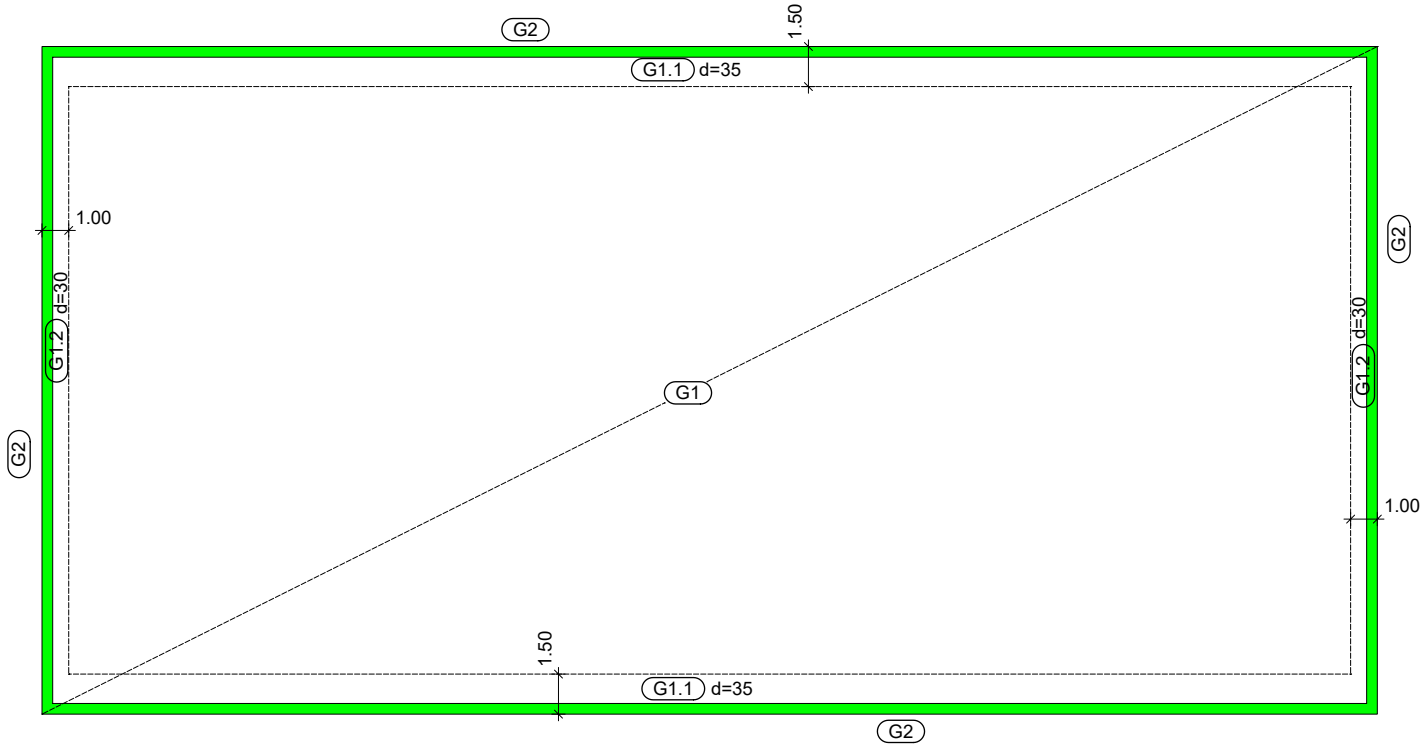
gew.: b/d = 40/60 cm

Beton C25/30, XC2

Bewehrung : Bügel R188A

3 ø 12 unten und oben

Positionsplan Gründung



Pos. G1 : Stb.-Sohle, d = 20 cm
Pos. G1.1 : Stb.-Sohle, d = 35 cm, 1,50 m breit
Pos. G1.2 : Stb.-Sohle, d = 30 cm, 1,00 m breit
Pos. G2 : Stb.-Streifenfundamente, b/h = 40/60 cm

BAUSTOFFE:			
BETON			Beton C25/30, XC2
			Beton C35/45, XA3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M

Index	Art der Änderung	Datum

Objekt	Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25) An den Teichen 27 49393 Lohne
Bauherr	Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne
Bauteil	Positionsplan Gründung Halle 1 (Nr.24)
Datum	06.06.2025
Planung	Dipl.-Bauing. Udo Stindt Kreiennest 15 49413 Dinklage Tel.: 04443/91310
Maßstab	1/100
Plannummer	P 1

Stindt Ingenieurbüro

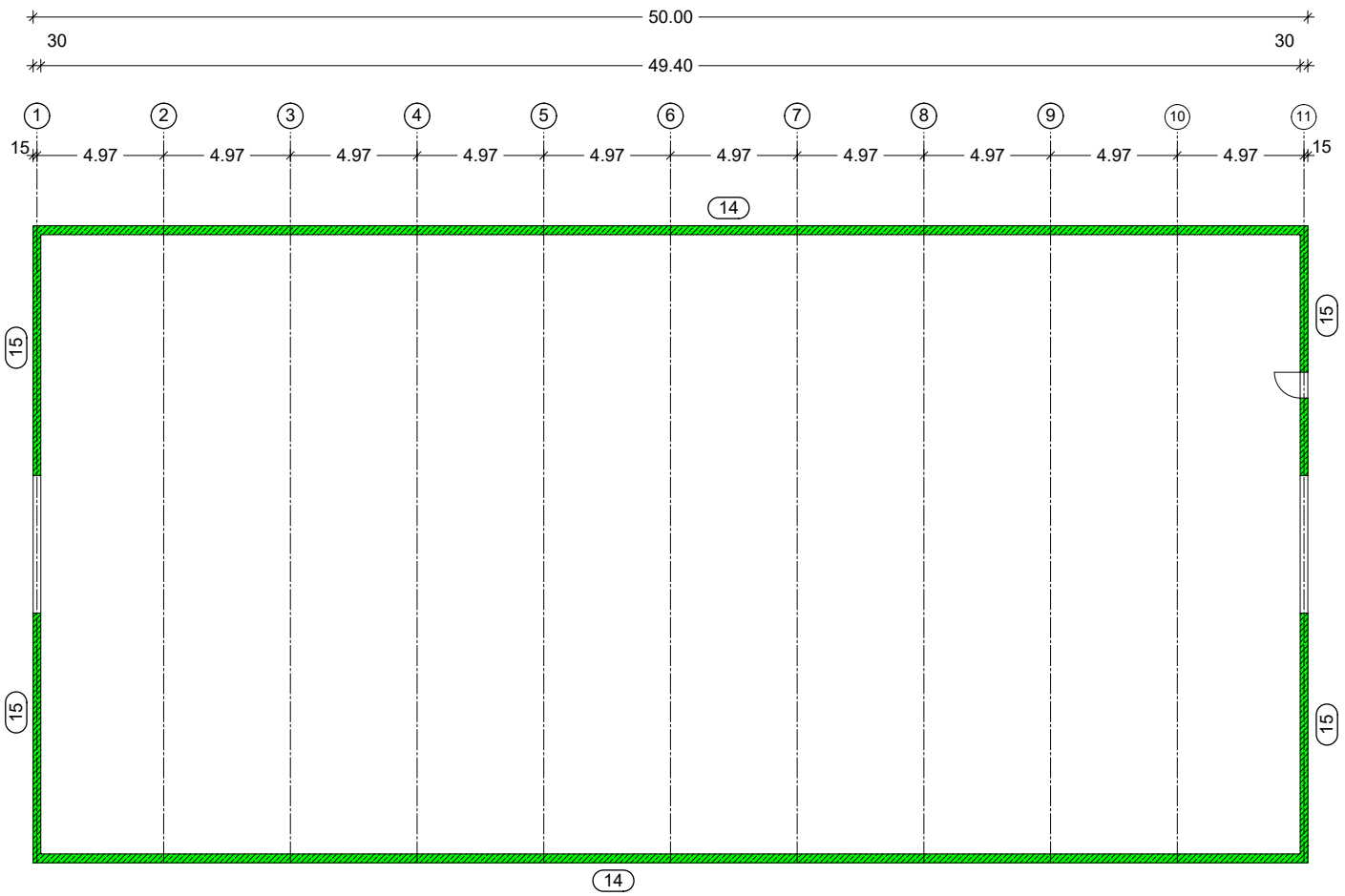
Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

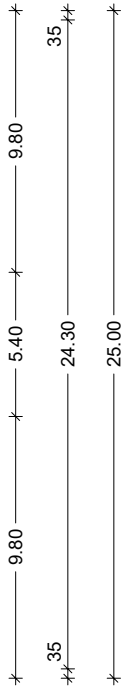
1021/1038

H/B = 594 / 841 (0.50m²)

Allplan 2024

Positionsplan Erdgeschoss





Pos. 14 : Stb.-Wände - Traufe, d = 35 cm
Pos. 15 : Stb.-Wände - Giebel, d = 30 cm

BAUSTOFFE:			
BETON			
		Wände	Beton C35/45, XA3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M

Index	Art der Änderung	Datum

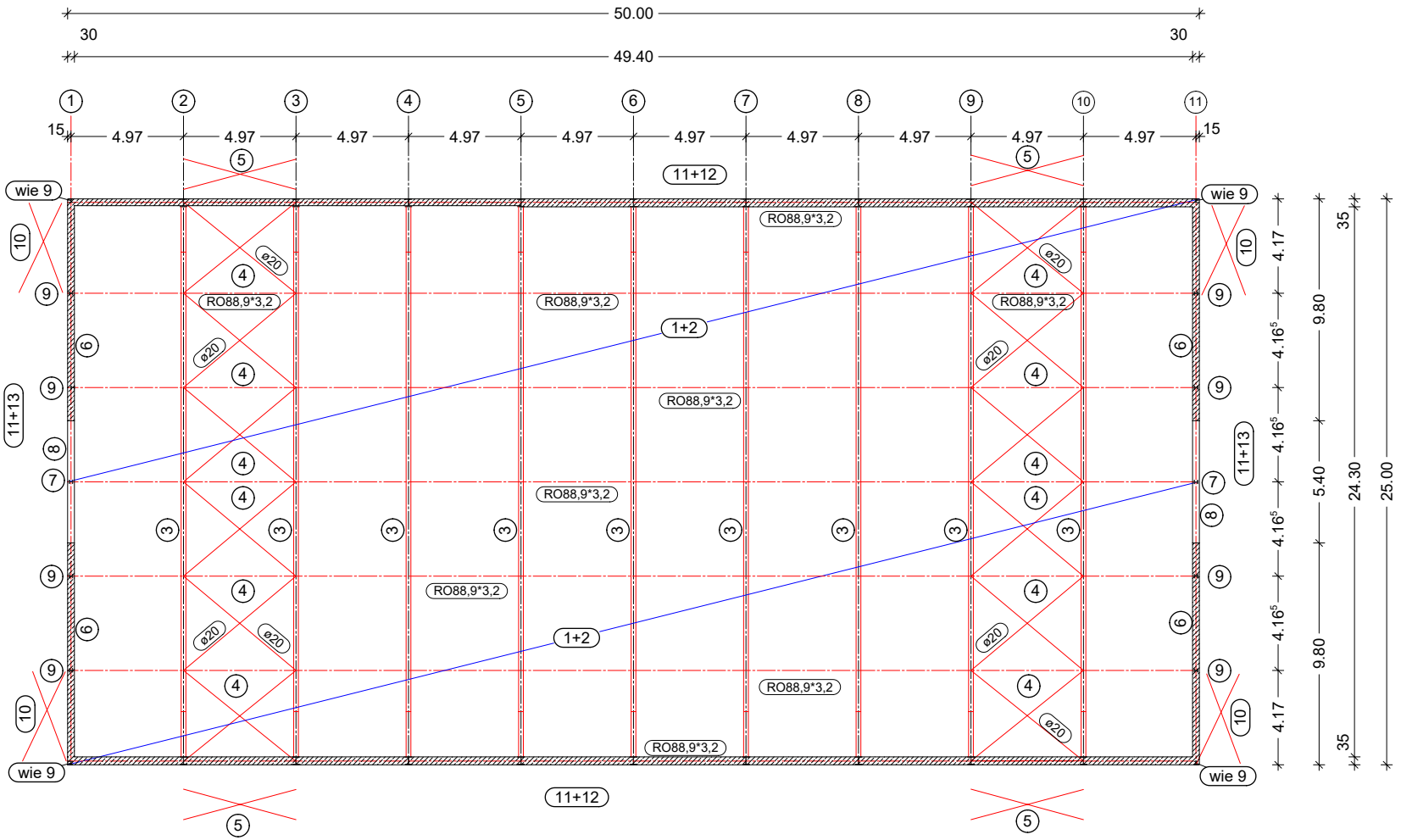
Objekt	Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25) An den Teichen 27 49393 Lohne
Bauherr	Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne
Bauteil	Positionsplan Erdgeschoss Halle 1 (Nr.24)
Datum	06.06.2025
Planung	Dipl.-Bauing. Udo Stindt Kreiennest 15 49413 Dinklage Tel.: 04443/91310
Maßstab	1/100
Plannummer	P 2

Stindt Ingenieurbüro

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

H/B = 594 / 841 (0.50m²)
Allplan 2024

Stahlkonstruktion Halle



BAUSTOFFE:			
BETON			
		Wände	Beton C35/45, XA3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M
			NH C24
			S 235

Pos. 1 : Dacheindeckung Faserzement-Wellplatten
Pos. 2 : Koppelpfetten, NH C24, b/h = 8/20 cm, e = 1,15 cm
Pos. 3 : Stahlrahmen
- Stützen HEA 360
- Riegel IPE 550
- Riegelvouten, b/h = 2,00/0,30 m

Pos.4 : Dachverband :
Diagonalen ø 20
Vertikalstäbe RO 88,9*3,2 cm , durchlaufend von Achse 1-Ache 11
Pos. 5 : Windverband Traufe RND24
Pos. 6 : Pfette Giebelrahmen HEA 16
Pos. 7 : Giebelstütze HEA 160
Pos. 8 : Träger unter Pos. 7 - HEA 160
Pos. 9 : Giebelstüzen HEA 160
Pos. 10 : Windverband Traufe RND 16
Pos. 11 : Wandverkleidung - Faserzement-Wellplatten, sekrecht montiert
Pos. 12 : Wandriegel Traufe, NH C24, b/h = 18/12 cm, e = 1,15 m
Pos. 13 : Wandriegel Giebel, NH C24,b/h = 16/10 cm, e = 1,15 m

Index	Art der Änderung	Datum

Objekt: Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25)
An den Teichen 27
49393 Lohne

Bauherr: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Bauteil: Positionsplan Stahlkonstr. Halle 1 (Nr.24)
Datum: 06.06.2025

Planung: Dipl.-Bauing. Udo Stindt
Kreiennest 15
49413 Dinklage
Tel.: 04443/913 10

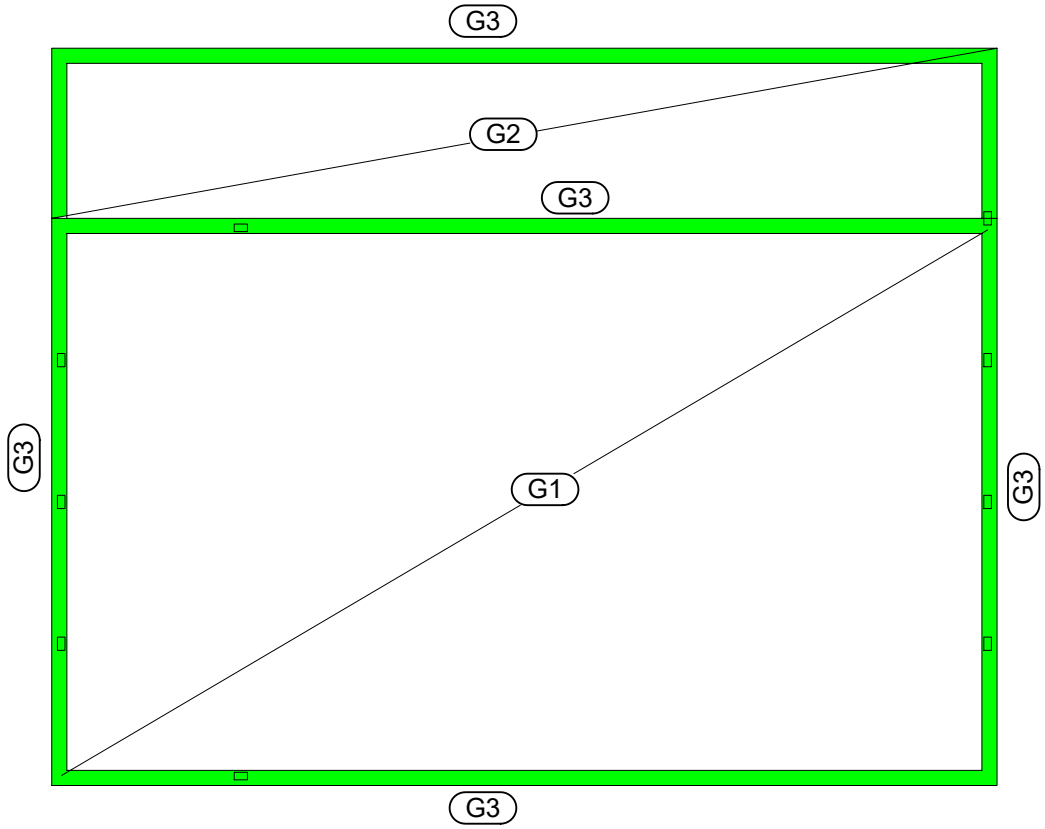
Maßstab: 1/100
Plannummer: P 3

Stindt Ingenieurbüro

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

1023/1038

Positionsplan Gründung



Pos. G1 : Stb.-Sohle, d = 20 cm
Pos. G2 : Stb.-Sohle, d = 20 cm
Pos. G3 : Stb.-Streifenfundamente, b/d = 40/60 cm

Anschluß: Mauerwerk an Stb.-Stütze
Halfen HTA 28/15, Maueranschlußanker, o.g.

Nicht tragende Wände, Fenster-und Türöffnungen: s.Architektenpläne

BAUSTOFFE:

BETON			Beton C25/30, XC1, XC2
			Beton C25/30, XC1, XC3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M
MAUERWERK		Innenwände	17,5 er KS-P 12/1,4
HOLZ			NH C24
PROFILSTAHL			S 235

Index	Art der Änderung	Datum

Objekt: Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25)
An den Teichen 27
49393 Lohne

Bauherr: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Bauteil: Positionsplan Gründung Halle 2 (Nr.25)

Datum: 06.06.2025

Planung: Dipl.-Bauing.
Udo Stindt
Kreiennest 15
49413 Dinklage
Tel.: 04443/913 10

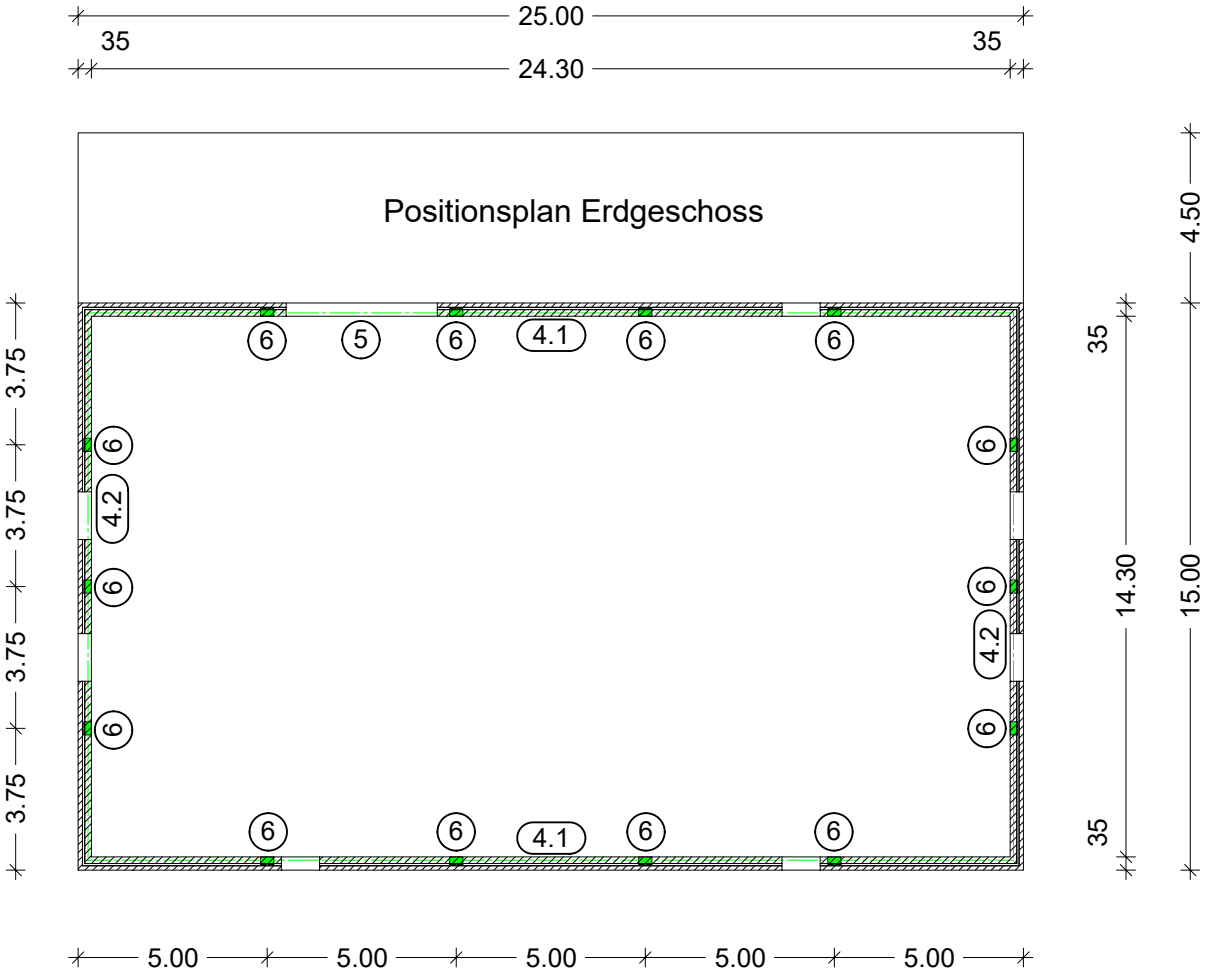
Maßstab: 1/100

Plannummer: P 4

Stindt Ingenieurbüro

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

1024/1038



Pos. 4 : Stb.-Ringanker, b/h = 17,5/25 cm
Pos. 5 : Stb.-Sturz, b/h = 17,5/35 cm
Pos. 6 : Stb.-Stützen, b/d = 35/20 cm

Anschluß: Mauerwerk an Stb.-Stütze
Halfen HTA 28/15, Maueranschlußanker, o.g.

Nicht tragende Wände, Fenster-und Türöffnungen: s.Architektenpläne

BAUSTOFFE:

BETON			Beton C25/30, XC1, XC2
			Beton C25/30, XC1, XC3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M
MAUERWERK		Innenwände	17,5 er KS-P 12/1,4
HOLZ			NH C24
PROFILSTAHL			S 235

Index	Art der Änderung	Datum

Objekt: Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25)
An den Teichen 27
49393 Lohne

Bauherr: Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Bauteil: Positionsplan Erdgeschoss Halle 2 (Nr.25)

Datum: 06.06.2025

Planung: Dipl.-Bauing.
Udo Stindt
Kreiennest 15
49413 Dinklage
Tel.: 04443/91310

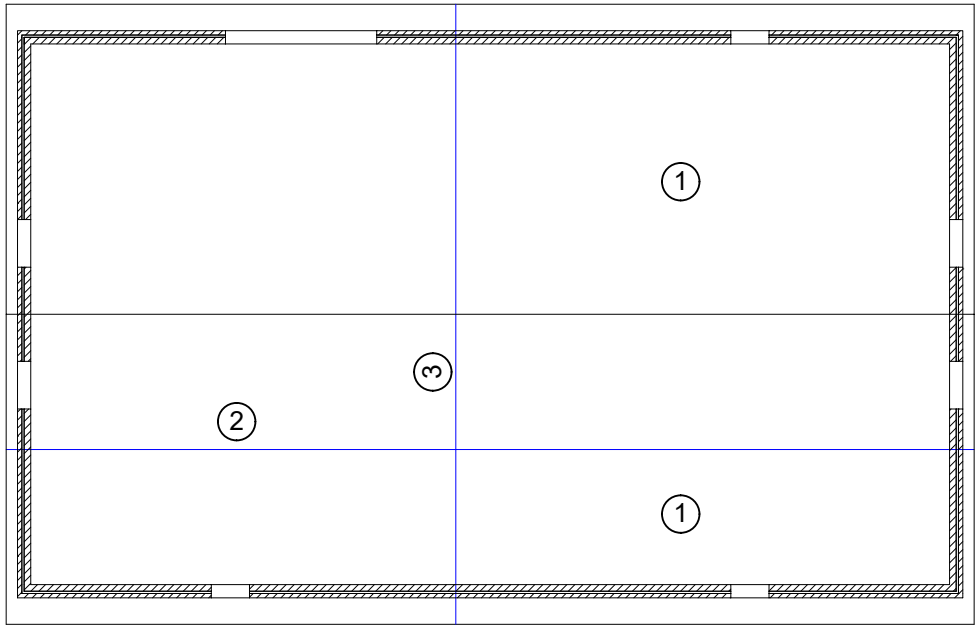
Maßstab: 1/100

Plannummer: P 5

Stindt Ingenieurbüro

	Anschluß: Mauerwerk an Stb.-Stütze Halfen HTA 28/15, Maueranschlußanker, o.g.		
Nicht tragende Wände, Fenster-und Türöffnungen: s.Architektenpläne			
BAUSTOFFE:			
BETON			Beton C25/30, XC1, XC2
			Beton C25/30, XC1, XC3
BETONFERTIGTEIL			
BETONSTAHL			B 500 S/M
MAUERWERK		Innenwände	17,5 er KS-P 12/1,4
HOLZ			NH C24
PROFILSTAHL			S 235

Positionsplan Dachkonstruktion



Pos.1 : Dacheindeckung Faserzement-Wellplatten,
Pos. 2 : Dachlatten, b/h = 6/6 cm, e <= 1,15 m
Pos. 3 : Binder, e <= 1,25 m

Index	Art der Änderung	Datum

Objekt	Neubau einer Lagerhalle für feste Gärreste (Nr. 24) und Neubau einer Technikhalle (Nr. 25) An den Teichen 27 49393 Lohne	
Bauherr	Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co.KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne	
Bauteil	Positionsplan Dachkonstr. Halle 2 (Nr.25)	Datum 06.06.2025
Planung	Dipl.-Bauing. Udo Stindt Kreiennest 15 49413 Dinklage Tel.: 04443/913 10	Maßstab 1/100 Plannummer P 6

Stindt Ingenieurbüro

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

1026/1038

H/B = 420 / 594 (0.25m²)

Allplan 2024

12.6.4 Nachweis zum Brandschutz

Allgemein

Im Rahmen der geplanten Änderungen an der vorhandenen Biogasanlage sind keine weiteren besonderen Brandschutzvorkehrungen zu treffen.

Für die geänderte und erweiterte Biogasanlage gelten unverändert die Maßnahmen des allgemeinen, des baulichen, des organisatorischen, des technischen und des abwehrenden Brandschutzes der vorhandenen Biogasanlage.

Schutzmaßnahmen

Bei der Errichtung der neuen Anlagenteile werden die in der TRAS 120 genannten Schutzabstände zu anderen Anlagenteilen der Biogasanlage und Sicherheitsabständen zur Grundstücksgrenze berücksichtigt und eingehalten.

Zur Sicherstellung des Schutzziels Brandausbreitung werden Abstandsflächen von mindestens 3,00 m zu Grundstücksgrenzen und Gebäuden eingehalten.

Löschwasserversorgung

Westlich des Anlagengrundstücks befindet sich im Bereich der unmittelbar angrenzenden Tierhaltungsanlage ein Löschwasserteich, über den auch die Löschwasserversorgung der bestehenden Biogasanlage sichergestellt wird. Der bestehende Löschwasserteich steht auch für die erweiterte Anlage weiterhin für die Löschwasserversorgung zu Verfügung.

Mit der örtlichen Feuerwehr wurde darüber hinaus abgestimmt, dass zusätzlich Löschwasser aus dem südlich gelegenen Buschmannsee entnommen werden kann. Die Entfernung zur zukünftigen Grundstücksgrenze beträgt ca. 110 m.

Bewegungsflächen für Feuerwehr- und Löschkräfte

Die Feuerwehrzufahrt erfolgt weiterhin von der nördlich zur Biogasanlage gelegenen öffentlichen Straße Märschendorfer Damm und die dort angeschlossene Zuwegung zur Tierhaltungsanlage und zur Biogasanlage.

Durch freigelassene Brandgassen ist die Anlage von allen Seiten anfahrbar. Die lt. Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken geforderten lichten Breiten der Zu- oder Durchfahrten von mindestens 3,00 m und die geforderten lichten Höhen von mindestens 3,50 m werden eingehalten.

Flucht- und Rettungswege

In den geplanten Gebäuden und Containern sind ausreichend Türen und/ oder Tore vorgesehene, so dass die Räume bei Gefahr schnell verlassen werden können. Türen öffnen grundsätzlich nur nach außen.

Feuerlöscheinrichtungen

Im Technik- und Pumpengebäude und im Container der Gasaufbereitungsanlage werden Feuerlöscheinrichtungen installiert und gebrauchsfertig gehalten. Sie werden so installiert, dass sie weder durch Witterungseinflüsse, Vibrationen oder andere äußere Einwirkungen in ihrer Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden. Die von Hand zu betätigenden Feuerlöscheinrichtungen können jederzeit schnell und leicht erreicht werden. Die Feuerlöscheinrichtungsstellen werden deutlich erkennbar und dauerhaft gekennzeichnet.

Bezüglich der Ausrüstung mit Feuerlöschern wird die BGR 133 Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern berücksichtigt. Weitergehende Brandschutzmaßnahmen werden mit der zuständigen Feuerwehrstelle abgestimmt.
ne, so dass die Räume bei Gefahr schnell verlassen werden können. Türen öffnen grundsätzlich nur nach außen.

Rauchmelder

Das Technik- und Pumpengebäude und der Container der Gasaufbereitungsanlage werden zur Branddetektion mit Rauchmeldern ausgestattet. Bei Aktivierung des Rauchmelders wird ein Alarm über die Rufweiterschaltung zum Betreiber abgesetzt.

12.8.1 Bauvorlageberechtigung

Anlagen:

- 12.8.1 Bauvorlageberechtigung.pdf

Ingenieurkammer Niedersachsen

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Der Präsident

Hohenzollernstraße 52
30161 Hannover

Telefon +49 511 39789 0
Telefax +49 511 39789 34

kammer@ingenieurkammer.de
www.ingenieurkammer.de

Ingenieurkammer Niedersachsen · Hohenzollernstraße 52 · 30161 Hannover

Frau
Dipl.-Ing. (FH) Sabine Geuker
c/o von Lehmden Planungsbüro GmbH
Boschstr. 2
48369 Saerbeck

Ihr/e Ansprechpartner/in:
Manuela Grünewald

Telefon: 05113978939
E-Mail: Manuela.Gruenewald@Ingenieurkammer.de
Unser Zeichen grü

Hannover, 18. Januar 2019

Bestätigung

Sehr geehrte Frau Geuker,

hiermit bestätige ich Ihnen, dass Sie seit 06.09.2018 in die bei der Ingenieurkammer Niedersachsen geführte Liste der freiwilligen Mitglieder unter der Nummer **19725** eingetragen sind.

Ferner sind Sie seit dem 10.12.2018 unter der Nummer 19725 nach § 19 Niedersächsisches Ingenieurgesetz (NIngG) in die bei mir geführte Liste der Entwurfsverfasserinnen und Entwurfsverfasser eingetragen und im Sinne des § 53 NBauO uneingeschränkt bauvorlageberechtigt.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Grünewald
Sachbearbeiterin

Kein Ding ohne ING.

12.9 Sonstiges

Anlagen:

- 12.9.1.1 Berechnung Abstandsflächen.pdf
- 12.9.1.2 Berechnung Rohbau- und Herstellungskosten.pdf
- 12.9.1.3 Berechnung Mindestflächen PV-Anlagen.pdf
- 12.9.2.1 Antrag auf Eintragung einer Baulast.pdf
- 12.9.2.2 Lageplan zum Antrag auf Baulasteintragung.pdf

12.9.1 Berechnung der Abstandsflächen

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Baumaßnahme: **Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage**

Allgemeines

Gemäß § 5 Abs. 1 NBauO müssen Gebäude und bauliche Anlagen, von denen Wirkungen wie von Gebäuden ausgehen, mit allen auf ihren Außenflächen oberhalb der Geländeoberfläche gelegenen Punkten von den Grenzen des Baugrundstücks Abstand halten. Der Abstand ist zur nächsten Lotrechten über der Grenzlinie zu messen. Er richtet sich jeweils nach der Höhe des Punktes über der Geländeoberfläche (H). Der Abstand darf auf volle 10 cm abgerundet werden.
Entsprechend § 5 Abs. 2 NBauO beträgt der Abstand 0,4 H, mindestens jedoch 3,00 m.

Warmwasserspeicher (Nr. 17b)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	*x*	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	16,89 m	=	6,76 m
Abstandsfläche T17b					**=**	**6,70 m**

Einhausung für Feststoffdosierer (Nr. 18)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	*x*	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	5,51 m	=	2,20 m
rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	*x*	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	3,50 m	=	1,40 m
Mindetsabstandsfläche T18					**=**	**3,00 m**

Hochfermenter (Nr. 19)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	*x*	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	22,56 m	=	9,02 m
Abstandsfläche T19					**=**	**9,00 m**

Gärrestspeicher (Nr. 20)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	*x*	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	19,60 m	=	7,84 m
Abstandsfläche T20					**=**	**7,80 m**

Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	3,53 m	=	1,41 m
Mindestabstandsfläche T21					**=**	**3,00 m**

Auffangbunker für separierte feste Gärreste (Nr. 23)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	2,00 m	=	0,80 m
Mindestabstandsfläche T23					**=**	**3,00 m**

Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	10,88 m	=	4,35 m
Mindestabstandsfläche $T24_G$					**=**	**4,30 m**

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	8,210 m	=	3,28 m
Mindestabstandsfläche $T24_T$					**=**	**3,20 m**

Technikhalle (Nr. 25)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	5,54 m	=	2,22 m
Mindestabstandsfläche T25					**=**	**3,00 m**

Container für Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	2,996 m	=	1,20 m
Mindestabstandsfläche T27					**=**	**3,00 m**

Container für Sauerstoffgenerator (Nr. 30)

rechnerische Abstandsfläche	=	*0,4*	x	*Höhe H*		
rechnerische Abstandsfläche T	=	0,4	x	2,996 m	=	1,20 m
Mindestabstandsfläche T30					**=**	**3,00 m**

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

12.9.2 Berechnung der Rohbau- und Herstellungskosten

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Vorhaben: **Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage**

	Rohbaukosten	technische Einrichtung		Herstellungs-kosten
Herrichten des Grundstücks / Erdarbeiten / Verkehrsflächen	100.000,00 €	0,00 €	=	100.000,00 €
Warmwasserspeicher (Nr. 17b)	110.000,00 €	40.000,00 €	=	150.000,00 €
Einhausung Feststoffdosierer (Nr. 18)	60.000,00 €	190.000,00 €	=	250.000,00 €
Hochfermenter (Nr. 19)	500.000,00 €	100.000,00 €	=	600.000,00 €
Gärrestspeicher (Nr. 20)	350.000,00 €	150.000,00 €	=	500.000,00 €
Abfüllplatte für Gärrestspeicher (Nr.20)	2.000,00 €	3.000,00 €	=	5.000,00 €
Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)	15.000,00 €	85.000,00 €	=	100.000,00 €
Auffangbunker (Nr. 23) mit Aufstellfläche für Separator	10.000,00 €	0,00 €	=	10.000,00 €
Lagerhalle (Nr. 24) für feste Gärreste	400.000,00 €	0,00 €	=	400.000,00 €
Technikhalle (Nr. 25) mit Aufstellfläche (Nr. 26) - *für die später geplante CO2-Verflüssigungsanlage*	80.000,00 €	0,00 €	=	80.000,00 €
Container Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27)	75.000,00 €	700.000,00 €	=	775.000,00 €
Rohgasvorbehandlung (Nr. 28)	1.500,00 €	90.000,00 €	=	91.500,00 €
RTO-Anlage (Nr. 29)	1.500,00 €	180.000,00 €	=	181.500,00 €
Container Sauerstoffgenerator (Nr. 30)	2.500,00 €	35.000,00 €	=	37.500,00 €
Rohrleitungsbau	0,00 €	125.000,00 €	=	125.000,00 €
netto	1.707.500,00 €	1.698.000,00 €		**3.405.500,00 €**
inkl. 19 % MwSt	2.031.925,00 €	2.020.620,00 €		**4.052.545,00 €**

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

12.9.3 Berechnung der Mindestflächen für Photovoltaikanlagen gemäß § 32a NBauO

(Nachweis der Photovoltaikpflicht gemäß § 32a NBauO)

Bauherr: **Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG**
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Baumaßnahme: **Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage**

Allgemeines

Gemäß § 32a NBauO sind bei der Errichtung von Gebäuden, die mindestens eine Dachfläche von 50 m² aufweisen mindestens 50 Prozent der Dachfläche mit Photovoltaikanlagen auszustatten.

Einhausung für Feststoffdosierer (Nr. 18)

Dachfläche (Pultdach)		12,84	m	x	9,10	m			
	+	9,21	m	x	8,70	m	=	196,97	m²
Mindestfläche Pholtovoltaikanlage	=	0,5		x	196,97	m²	=	98,49	m²
Mindestfläche Photovoltaikanlage							**=**	**98,49**	**m²**

Technik- und Pumpengebäude (Nr. 21)

Dachfläche (Pultdach)		10,60	m	x	6,25	m	=	66,25	m²
Mindestfläche Pholtovoltaikanlage	=	0,5		x	66,25	m²	=	33,13	m²
Mindestfläche Photovoltaikanlage							**=**	**33,13**	**m²**

Lagerhalle für separierte feste Gärreste (Nr. 24)

Dachflächen (Satteldach)		12,89	m	x	50,70	m	x	2	=	1.307,05	m²
Mindestfläche Pholtovoltaikanlage	=	0,5		x	1.307,05	m²			=	653,52	m²
Mindestfläche Photovoltaikanlage									**=**	**653,52**	**m²**

Technikhalle (Nr. 25)

Dachflächen (Satteldach)		25,60	m	x	8,65	m	x	2	=	442,88	m²
Mindestfläche Pholtovoltaikanlage	=	0,5		x	442,88	m²			=	221,44	m²
Mindestfläche Photovoltaikanlage									**=**	**221,44**	**m²**

Bei allen vier Gebäuden ist eine maximale Belegung der Dachflächen mit Photovoltaik-Modulen vorgesehen, so dass auch unter Berücksichtigung von nicht belegbaren Randbereichen oder ggf. erforderlicher Bereiche für technische Gebäudeausrüstungen sichergestellt wird, dass die ermittelten Mindestflächen sicher eingehalten werden können.

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

Landkreis Vechta
Amt für Bauordnung, Planung und Immissionsschutz
Ravensberger Straße 20
49377 Vechta

Eingangsstempel Bauordnungsamt

Antrag auf Eintragung einer Baulast

Antragstellerin / Antragsteller bzw. Gebührenpflichtige / Gebührenpflichtiger

Firma / Name		Vorname
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG		
Straße, Hausnummer	PLZ	Ort
Dinklager Landstraße 4	49393	Lohne
Telefon (mit Vorwahl)	Fax (mit Vorwahl)	E-Mail
04443 3599	04443 2263	franz.timphaus@ewetel.net

Angaben zum belasteten Grundstück

Grundstücksbezeichnung		
Ort, Straße, Hausnummer, ggf. Ortsteil		
Lohne, An den Teichen 27		
Gemarkung	Flur	Flurstück
Lohne	3	20/28, 20/29, 20/30

Eigentümerin / Eigentümer		
Name / Firma		Vorname
Landschwein GmbH & Co. KG		
Straße, Hausnummer	PLZ	Ort
Dinklager Landstraße 4	49393	Lohne OT Märschendorf
Telefon (mit Vorwahl)	Fax (mit Vorwahl)	E-Mail

Angaben zum begünstigten Grundstück

Grundstück (Ort, Straße, Hausnummer, ggf. Ortsteil)		
Lohne, An den Teichen 27		
Gemarkung	Flur	Flurstück
Lohne	3	20/17, 20/24, 20/27

Die Baulast ist erforderlich für die Erteilung einer

		Aktenzeichen bzw. Register-Nr.
☒	**Baugenehmigung**	
☐	**Teilungsgenehmigung**	Aktenzeichen bzw. Register-Nr.
☐	**Entwässerungsgenehmigung**	Aktenzeichen bzw. Register-Nr.
☐	**Sonstiges**	

Art der Baulast

☐ Abstandsfläche ☒ Vereinigungsbaulast ☐ Geh- und Fahrrecht

☐ Leitungsrecht ☐ Grenzbebauung ☐ Stellplätze Anzahl

☐ Rückbaubaulast ☐ ☐

Weitere Beteiligte

(z. B. Erbbauberechtigte, Auflassungsberechtigte, Miteigentümer, Nacherben des zu belastenden Grundstücks)

Firma / Name		Vorname
Straße, Hausnummer	PLZ	Ort
Telefon (mit Vorwahl)	Fax (mit Vorwahl)	E-Mail

als (z. B. Erbbauberechtigte/Erbbauberechtigter/Auflassungsberechtigte/Auflassungsberechtigter)

Firma / Name		Vorname
Straße, Hausnummer	PLZ	Ort
Telefon (mit Vorwahl)	Fax (mit Vorwahl)	E-Mail

als (z. B. Erbbauberechtigte/Erbbauberechtigter/Auflassungsberechtigte/Auflassungsberechtigter)

Die für die Baulasteintragung erforderliche(n) Verpflichtungserklärung(en) wird/werden unterzeichnet

☒ vor dem Bauordnungsamt ☐ vor einer Notarin/einem Notar

Anlagen

☒ Lageplan -fach ☐ Grundbuchauszug ☐

☐ Grundriss -fach ☐ Handelsregisterauszug o. ä. ☐

☐ Katasterplan -fach ☐ Vollmacht ☐

Datum und Unterschrift der Antragstellerin / des Antragstellers

LEGENDE

- Vorhandene öffentl. Verkehrsflächen
- geplante private Verkehrsflächen
- vorhandene private Verkehrsflächen
- Vorhandene Wohn-, Büro- und Geschäftsgebäude u.s.w.
- Vorhandene Wirtschafts- und Werksgebäude, unbew. Nebengebäude, Garagen u.s.w.
- geplante bauliche Anlagen
- Abbruch bauliche Anlage
- geplante Grünflächen
- vorhandene Grünflächen
- Biogasleitung
- Grundstücksgrenze
- Vereinigungsbaulast

Legende Biogas:

8	Gärrestspeicher II
9	Gärrestspeicher I (gasdicht)
10	Fermenter
11	Technikgebäude
12	Fahrzeugwaage
13	Fahrsiloanlage
14	Notfackel
15	Löschwasserteich
16	BHKW-Gebäude
17	drei Warmwasserspeicher
17b	Warmwasserspeicher
18	Einhausung Feststoffdosierer
19	Hochfermenter
20	Gärrestspeicher III (gasdicht)
21	Technik- und Pumpengebäude
22	Notfackel
23	Auffangbunker
23a	Aufstellfläche Separator
24	Lagerhalle
25	Technikhalle
26	Aufstellfläche
27	Gasaufbereitungsanlage
28	Rohgasvorbehandlung
29	RTO-Anlage
30	Sauerstoffgenerator
31	befestigte Fläche
32	Erdwall

Legende Tierhaltung:

1	Ferkel- und Sauenstall
2	Ferkel- und Sauenstall
3	Ferkel- und Sauenstall
4	Ferkel- und Sauenstall
6	Güllehochbehälter
7	Ferkelstall

Legende Einspeiseanlage:

1	BioMethanQualitätsVermessungsEinrichtung (BMQVE)
2	BioGasMessKonditionierOrtsnetzAnlage (BGMKOA)
3	Flüssiggaslagertank
4	Befüllstation LPG
5	BioGasFackelAnlage (BGFA)
6	BioGasSchaltWarte (BGSW)
7	Trafo
8	Regenrückhaltebecken

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Lageplan
Vereinigungsbaulast

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.LP25A/1-00	GEZEICHNET:	26.03.2025 S.Winter
MASSTAB:	1:500	GEPRÜFT:	26.03.2025 S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELAGEN BESTEHT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

13.1 Angaben zum Betriebsgrundstück und zur Wasserversorgung sowie zu Natur, Landschaft und Bodenschutz

1. Betriebsgrundstück:	vorhanden	zukünftig	
1.1 Gesamtgröße	13.538	27.170	m^2
1.2 Überbaute Fläche:	5.803	9.934	m^2
1.3 Befestigte Verkehrsfläche:	3.399	6.274	m^2

Sind Sie Eigentümer [X]
oder Nutzungsberechtigter [ ] des Betriebsgrundstückes?

2. Liegt das Betriebsgrundstück

- [X] im Bereich eines gültigen Bebauungsplanes, § 8 ff BauGB
- [ ] innerhalb des im Zusammenhang bebauten Ortsteiles, für den kein Bebauungsplan aufgestellt ist, § 34 BauGB
- [ ] im Außenbereich, § 35 BauGB

3. Derzeitige Nutzung der Vorhabensfläche

- [ ] Wiese/Weide
- [X] Acker
- [ ] Ackerbrache
- [ ] Forst- und Fischereiwirtschaft
- [ ] Ruderalfläche/brachliegende Rohbodenfläche natürlichen oder menschlichen Ursprungs
- [ ] Industriegebiet
- [ ] Gewerbegebiet
- [ ] Siedlungsgebiet
- [ ] Landwirtschaftliche Betriebsfläche
- [ ] Öffentliche Nutzung (z. B. Verkehr, Ver- und Entsorgung):
- [X] Sonstige Nutzung: Betriebsgelände der bestehenden Biogasanlage

4. Vegetation auf der Vorhabensfläche

- [X] Dem Typ nach eher trocken
- [ ] Dem Typ nach eher feucht
- [ ] Geschlossener Baumbestand
- [X] Strauch- und Baumhecken an den derzeitigen Grundstücksgrenzen

5. Bodenart mit Grundwasserstand auf der Vorhabensfläche

- [X] Sandboden
- [ ] Lehmboden
- [ ] Moorboden

Grundwasserflurabstand: 0,5 m

6. Wasserversorgung des Betriebes/der Anlage

- [X] öffentliches Netz
- [ ] Selbstversorger aus
  - [ ] Grundwasser
  - [ ] Oberflächenwasser

Wasserrechtliche Zulassung vorhanden

- [ ] Nein

☒ Ja
erteilt am:
durch:
Aktenzeichen:

7. Angaben zur früheren Nutzung, durch die Altlasten oder sonstige Boden- oder Grundwasserveränderungen entstanden sein könnten:

Eine frühere andere Nutzung ist nicht bekannt.
Es liegen keine Erkenntnisse über Altlasten oder sonstige Boden- oder Grundwasserveränderungen vor.

8. Ist das Grundstück im Altlasten- und Bodenschutzkataster (-verzeichnis) des Landes aufgeführt?

☒ Nein
☐ Ja
☐ teilweise
Erläuterung:

9. Bestehen auf Grund der Vornutzung Anhaltspunkte dafür, dass eine Altlast im Sinne des § 2 (5) BBodSchG oder schädliche Bodenveränderungen vorliegen?

☒ Nein
☐ Ja

falls ja

☐ Eine Gefährdungsabschätzung fehlt, wird aber vom Antragsteller bereits durchgeführt / ist in Auftrag gegeben.
☐ Eine Gefährdungsabschätzung hat aus dem beigefügten/nachzureichenden Gutachten Gefährdungen für die Umwelt aufgezeigt.

10. Qualitätskriterien (Reichtum, Qualität, Regenerationsfähigkeit)

Liegen in Bezug auf die nachfolgenden Schutzgüter besondere Merkmale im Einwirkungsbereich der Anlage vor? Zutreffendes bitte ankreuzen und erläutern.

☐ Wasser:
☐ Boden:
☒ Natur und Landschaft: Landschaftsschutzgebiet Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche (LSG VEC 00075), ca. 75 m süd-westlich des zukünftigen Betriebsgrundstücks

11. Schutzkriterien (Belastbarkeit der Schutzgüter)

Sind folgende Gebiete oder Objekte im Einwirkungsbereich der Anlage vorhanden?

☐ Europ. Vogelschutzgebiete nach § 7 (1) Nr. 7 BNatSchG
☐ Naturschutzgebiete nach § 23 BNatSchG
☐ Nationalparke, Nationale Naturmonomente nach § 24 BNatSchG
☐ Biosphärenreservate nach § 25 BNatSchG
☐ Biotope nach § 30 BNatSchG
☒ Landschaftsschutzgebiete nach § 26 BNatSchG
☐ Geschützte Landschaftsbestandteile nach § 29 BNatSchG
☐ Natura 2000 Gebiete § 32 BNatSchG
☐ Naturdenkmäler nach § 28 BNatSchG
☐ Wasserschutzgebiete (§ 51 WHG), Heilquellenschutzgebiete (§ 53 WHG), Risikogebiete (§ 73 WHG) und Überschwemmungsgebiete (§ 76 WHG)
☐ Gebiete, in denen die in Gemeinschaftsvorschriften festgelegten Umweltqualitätsnormen nach EG-Luftqualitätsrichtlinie bereits überschritten sind
- Grenzwerte nach EG-Luftqualitätsrichtlinie
- Messwerte für das Beurteilungsgebiet oder vergleichbare Gebiete

☐ Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte (§ 2 (2) Nr. 2 und 5 des ROG)

☐ Denkmale oder Gebiete, die als archäologisch bedeutende Landschaft eingestuft sind

☐ Sonstige Schutzkriterien

12. Liegt eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung oder Befreiung vor?

☒ Nein

☐ Ja

Erläuterung:

13.2 Vorprüfung nach § 34 BNatSchG - Allgemeine Angaben

1. Allgemeine Angaben

1.1. Bezeichnung des Vorhabens:

1.2. Lage des Vorhabens?

- [x] außerhalb von Natura 2000-Gebieten
- [ ] innerhalb eines oder mehrerer Natura 2000-Gebiete
- [ ] Rohrleitung innerhalb der Gebiete oder diese querend
- [ ] Freileitung innerhalb der Gebiete oder diese querend

1.3. Möglicherweise vom Vorhaben betroffene Natura 2000-Gebiete:

	Gebietsnummer	Gebietsname	Meldedatum	Erhaltungsziele	Entfernung zum Vorhaben
1.3.1.					

Füllen Sie bitte für jedes Gebiet das Formular 13.3 aus.

13.4 Formular zum Ausgangszustandsbericht für Anlagen nach der IE-RL

Stoffbeschreibung					Stoff- und Mengenrelevanz (gemäß § 3 (10) BImSchG)						Einsatz und Lagerung			Teilbereiche (§ 4a (4) Satz 4 9. BImSchV)			Relevanz	
Lfd. Nr.	Art des Stoffes	Bezeichnung des Stoffs / Verwendungs-zweck des Stoffs	CAS-Nr.	Aggregats-zustand	Stoff nach CLP-VO	H- und R-Sätze	Inhaltstoffe bei Gemischen	WGK	Menge in der Anlage [kg/a] oder [l]	Mengen-schwellenwert-überschreitung	Einsatzort	Lagerort	Lagerart	Umgang des Stoffs in AwSV-Anlagen / Raum-inhalt bei oberirdischen AwSV-Anlagen[l]	Mengen-schwellenwert-überschreitung Raumin halt	Umgang des Stoffs außerhalb von AwSV-Anlagen	Relevanz des Stoffs für AZB	Begründung, sofern Stoff als nicht relevant für den AZB angesehen wird
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	H	Frostschutzmittel / Glykosol		flüssig	☒	H302, H373	Ethandiol	1	< 1.000 Liter	☐	Überund Unterdrucksicherungen der gasdichten Behälter	keine Lagerung	keine Lagerung		☐	☐	☐	relevante Mengenschwellen werden unterschritten
2	H	Frostschutzmittel / Frostox		flüssig	☒	H302, H373	Ethandiol, 2-Ethylhexansäure, Dinatriumtetraborat (wasserfrei)	1	< 1.000 Liter	☐	Kühlkreislauf BHKW	keine Lagerung	keine Lagerung		☐	☐	☐	relevante Mengenschwellen werden unterschritten
3	H	Transformatorenöl / Nytro Taurus		flüssig	☒	H304	Destillate (Erdöl), Schmieröle (Erdöl)	1	< 500 Liter	☐	Isolieröl der Transfomatoren	keine Lagerung	keine Lagerung		☐	☐	☐	relevante Mengenschwellen werden unterschritten

13.4.1 Ausgangszustandsbericht – Relevanzprüfung

Allgemeines

Gemäß § 10 Absatz 1a BImSchG hat der Antragsteller, der beabsichtigt eine Anlage nach der Industrieemissions-Richtlinie zu betreiben, in der relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, mit den übrigen Antragsunterlagen einen Bericht über den Ausgangszustand vorzulegen, wenn und soweit eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück durch die relevanten gefährlichen Stoffe möglich ist.

Dies gilt unmittelbar ab Inkrafttreten der Regelungen zur Umsetzung der IE-RL für Neuanlagen. Bei einem Antrag auf Erteilung einer Änderungsgenehmigung ist ab dem 07.01.2014 bzw. ab dem 07.07.2015 (vgl. § 67 Absatz 5 BImSchG) ein Ausgangszustandsbericht (AZB) immer dann erforderlich, wenn mit der Änderung erstmals oder neue relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden oder die Erhöhung der Menge erstmals dazu führt, dass die Mengenschwelle zur Relevanz überschritten wird oder die Stoffe an anderen Stellen eingesetzt werden.
Befand sich eine Anlage, in der relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt wurden, bereits vor dem Inkrafttreten der Regelungen zur Umsetzung der IE-RL am 02.05.2013 in Betrieb oder war sie genehmigt oder lag ein vollständiger Genehmigungsantrag vor, ist bei der ersten Änderungsgenehmigung ab dem 07.01.2014 („alte“ IVU-Anlagen gemäß Richtlinie 2008/1/EG) bzw. ab dem 07.07.2015 („neue“ IE-RL-Anlagen, die vor dem 02.05.2013 keine IVU-Anlagen waren) ein Ausgangszustandsbericht für die relevanten gefährlichen Stoffe hinsichtlich der gesamten Anlage zu erstellen, auch wenn die Änderung nicht die Verwendung, Erzeugung oder Freisetzung von relevanten gefährlichen Stoffe betrifft (vgl. § 67 Absatz 5 BImSchG). Dieser Erst-AZB ist dann bei weiteren genehmigungsbedürftigen Änderungen zu ergänzen, wenn im Rahmen der Änderung neue oder erstmals relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden oder die vorhandenen relevanten gefährlichen Stoffe an anderen Stellen des Anlagengrundstücks eingesetzt werden.

Der Ausgangszustandsbericht soll den Zustand des Bodens und des Grundwassers auf dem Anlagengrundstück darstellen. Er dient als Beweissicherung und Vergleichsmaßstab für die Rückführungspflicht bei Anlagenstillegung nach § 5 Absatz 4 BImSchG.

Das Erfordernis der Erstellung eines Ausgangszustandsbericht hängt neben der grundsätzlichen Fähigkeit eines Stoffes eine Verschmutzung des Bodens oder des Grundwassers verursachen zu können, auch von der Menge des Stoffes ab.

Gemäß Art. 22 IED bzw. § 5 (4) BImSchG ist zur Ermittlung relevanter gefährlicher Stoffe die Charakterisierung der gefährlichen Eigenschaften von Stoffen oder Gemischen entsprechend Artikel 3 der CLP-Verordnung vorzunehmen. Danach gelten Stoffe oder Gemische als gefährlich und sind in die entsprechenden Gefahrenklassen und -kategorien einzustufen, wenn sie den vorgegebenen Kriterien für physikalische Gefahren, Gesundheitsgefahren oder Umweltgefahren entsprechen (Anhang 1 Teile 2 bis 5 der CLP-Verordnung).

Ab welcher Mengenschwelle ein Stoff relevant ist, hängt auch von den Eigenschaften des Stoffes, insbesondere seiner Gefährlichkeit für die menschliche Gesundheit und Umwelt ab. Die Relevanz in Bezug auf die Menge ergibt sich nach dem Durchsatz oder aus der Lagerkapazität und der Wassergefährdungsklasse des Stoffes.

Grundlage für die Prüfung, ob ein Ausgangszustandsbericht erforderlich ist, ist die *Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser* der *Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), der Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser*

(LAWA) und der Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 16.08.2018.

Relevanzprüfung

Gemäß den Angaben im Formular 3.5 (Auflistung der verwendeten, erzeugten und freigesetzten Stoffe) kann geprüft werden, ob in der Anlage gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden, die eine stoffliche Relevanz für eine Boden- und/ oder Grundwasserverschmutzung darstellen oder für eine solche mengenrelevant sind und somit die Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes rechtfertigen.

Nach Art. 1 Abs. 3 CLP-Verordnung gilt „Abfall“ im Sinne der RL 2006/12/EG (RL über Abfälle) nicht als Stoff, Gemisch oder Erzeugnis nach dieser Verordnung. Damit ist Abfall kein „gefährlicher Stoff“ im Sinne von § 3 Absatz 9 BImSchG und löst als solcher keine Verpflichtung nach § 10 Abs. 1a und in Folge von § 5 Abs. 4 BImSchG aus. Selbst wenn Abfälle aufgrund gefährlicher Inhaltstoffe als gefährliche Abfälle deklariert werden, sind die Vorgaben der CLP-Verordnung nicht anwendbar, d.h. Abfälle werden nicht in die entsprechenden Gefahrenkategorien nach CLP eingestuft.

(siehe Bericht Erstellung einer Arbeitshilfe für den Vollzug der nationalen Rechtsvorschriften zur Umsetzung der Industrie-Emissions-Richtlinie des UMK Ad-hoc-Arbeitskreises vom 08.08.2014)

Auf tierische und pflanzliche Substrate und deren Gärprodukte, auch wenn sie keine Abfälle darstellen, sind die Kriterien der CLP-Verordnung ebenso wie auf Abwasser nicht anzuwenden, da diese keine Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse im Sinne des Chemikalienrechts darstellen.

Fazit:

- Weder bei den Einsatzstoffen Maissilage, Gülle und Festmist noch bei den anfallenden Gärresten handelt es sich um Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse im Sinne des Chemikalienrechts. Die Kriterien der CLP-Verordnung sind nicht anwendbar.
- Biogas und Biomethan sind mit dem Gefahrenmerkmal H220 (extrem entzündbares Gas) gekennzeichnet. Das Gefahrenmerkmal ist in der LABO-LAWA-Arbeitshilfe nicht aufgeführt und wird daher als nicht relevant für eine Boden- und/ oder Grundwassergefährdung angesehen.
- Bei den Stoffen Altöl und Aktivkohle handelt es sich um Abfälle. Die Vorgaben der CLP-Verordnung sind nicht anwendbar. Der maßgebliche Rauminhalt der Lageranlage für Altöl beträgt weniger als 1.000 Liter.
- Die verwendeten Frostschutzmittel Glykosol und Frostox sowie das verwendete Transformatorenöl Nytro Taurus sind gemäß der zugehörigen Sicherheitsdatenblätter mit verschiedenen Gefahrenmerkmalen gekennzeichnet. Die verwendeten Betriebsstoffe erfüllen in Qualität und Quantität nicht die Kriterien der Erheblichkeit und Gefährlichkeit, die zu einer Pflicht der Erstellung eines Ausgangszustandsbericht führen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die geplante Änderung/ Erweiterung der Biogasanlage weder neue oder erstmals relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden noch eine Mengenerhöhung erfolgt, die erstmals dazu führt, dass die Mengenschwelle zur Relevanz überschritten wird.

13.5 Sonstiges

Anlagen:

- 13.5.1.1 Ergänzende Angaben zu Eingriffen.doc
- 13.5.1.2 Umweltbericht Bauleitplanung.pdf
- 13.5.1.3 Eingrünungsplan Bauleitplanung.pdf
- 13.5.2 Angaben zum Bodenschutz.doc

13.5.1.1 Ergänzende Angaben zu Eingriffen in den Naturhaushalt und das Landschaftsbild

Die geplante Errichtung der neuen Anlagenteile und innerbetrieblichen Verkehrswege führt durch die Neuversiegelung zu Eingriffen in den Naturhaushalt. Die neuen Anlagenteile führen durch die baulichen Höhen teilweise zu Eingriffen in das Landschaftsbild.

Eine grundsätzliche Vermeidung des Eingriffs ist nicht möglich, da eine Erweiterung der bestehenden Biogasanlage zum Ausbau der erneuerbaren Energien nur auf den direkt angrenzenden Flächen realisierbar ist.

Die neuen Anlagenteile und innerbetrieblichen Verkehrsflächen werden auf bisher nicht versiegelten Flächen bzw. auf teilweise mit Baum- und Strauchhecken versehenen Flächen errichtet. Die Flächen befinden sich auf dem derzeitigen Betriebsgrundstück bzw. grenzen unmittelbar an das vorhandene Betriebsgrundstück der Biogasanlage an. Die angrenzende Fläche wird bisher als intensiv bewirtschaftete Ackerfläche genutzt.

Zur Minimierung der Umwelteinwirkungen werden verschiedene Vermeidungs- und Verringerungsmaßnahmen zum Schutz einzelner Schutzgüter umgesetzt. Hierzu zählen im Hinblick auf die Schutzgüter Pflanzen und Tiere z.B. der Erhalt von vorhandenen Strauch- und Baumhecken sowie das Anlegen verschiedener Ausgleichsmaßnahmen. Des Weiteren wird unter Berücksichtigung des Schutzgutes Boden darauf geachtet, dass nur das unbedingt notwendige Maß an Flächen versiegelt wird. Hinsichtlich des Schutzgutes Landschaftsbild werden randliche Eingrünungen des Anlagengelände vorgesehen. Darüber hinaus wird anfallendes Wasser weitestgehend vor Ort entweder großflächig über die belebte Bodenzone der unversiegelten Flächen oder über eine Versickerungsmulde oder eine Versickerungsbecken versickert.

Trotz der vorgenannten Maßnahmen führt die Erweiterung zu einem Werteverlust der anzutreffenden Biotoptypen, so dass zusätzliche Ausgleichsmaßnahmen erforderlich sind.

Ermittlung der vorhandenen Eingriffsflächen

Güllehochbehälter (Nr. 8):	A =	(13,05 m)² x π	=	535,02	m²
- Entnahmeplatte	A =	6,47 m x 3,44 m	=	22,26	m²
- Entnahmeplatte	A =	7,91 m x 3,98 m	=	31,48	m²
Gärrestspeicher (Nr. 9):	A =	(13,05 m)² x π	=	535,02	m²
- Entnahmeplatte	A =	8,12 m x 3,84 m	=	31,18	m²
- Entnahmeplatte	A =	7,50 m x 3,00 m	=	24,75	m²
Fermenter (Nr. 10):	A =	(16,67 m)² x π	=	873,01	m²
Technikgebäude (Nr.11):	A =	17,39 m x 16,40 m	=	285,20	m²
- Güllevorlagebehälter:	A =	5,03 m x 3,69 m	=	18,56	m²
- Kühler:	A =	1,74 m x 3,00 m	=	5,22	m²
- Kühler:	A =	1,94 m x 3,20 m	=	6,21	m²
- Kühler:	A =	5,59 m x 2,28 m	=	12,74	m²
- Abgaskamin:	A =	2,50 m x 2,53 m	=	6,33	m²
Fahrzeugwaage (Nr. 12):	A =	18,42 m x 3,23 m	=	59,50	m²
Fahrsiloanlage (Nr. 13):	A =	47,86 m x 66,05 m	=	3.161,15	m²
Notfackel (Nr. 14):	A =	2,44 m x 2,43 m	=	5,93	m²
BHKW-Gebäude (Nr. 16):	A =	10,28 m x 8,34 m + 4,01 m x 3,70 m	=	100,57	m²
- Kühler:	A =	5,99 m + 3,41 m	=	20,43	m²
3 Pufferspeicher (Nr. 17):	A =	3 x ((1,97 m)² x π	=	36,57	m²
Separator Abwurffläche:	A =	6,58 m x 4,89 m	=	32,18	m²
befestigte Verkehrsflächen:		(Ermittlung mittels CAD)		3.398,61	m²
vorhandene bebaute und befestigte Fläche, gesamt:				**9.201,92**	**m²**

Ermittlung der geplanten Eingriffsflächen

Warnwasserspeicher (Nr. 17b):	A =	(1 + √ 2) x 2 x (4,06 m)²	=	79,59 m²
Einhausung Feststoffeintrag (Nr. 18)	A =	11,20 m x 8,40 m + 7,60 m x 8,80 m	=	160,96 m²
Hochfermenter (Nr. 19)	A =	(12,20 m)² x π	=	467,59 m²
Gärrestspeicher (Nr. 20)	A =	(20,47 m)² x π	=	1.316,39 m²
Abfüllplatte (Nr. 20a)	A =	10,00 m x 10,00 m	=	100,00 m²
Technik- u. Pumpengebäude (Nr. 24):	A =	10,00 m x 6,00 m	=	60,00 m²
Auffangbunker (Nr. 23)	A =	15,00 m x 7,50 m	=	112,50 m²
Lagerhalle (Nr. 24)	A =	50,00 m x 25,00 m	=	1.250,00 m²
Technikhalle (Nr. 25)	A =	25,00 m x 15,00 m	=	375,00 m²
Aufstellfläche Technikhalle (Nr. 26)	A =	25,00 m x 4,50 m	=	112,50 m²
Gasaufbereitungsanlage (Nr. 27):	A =	13,82 m x 2,54 m	=	35,10 m²
Rohgasvorbehandlung (Nr. 28):	A =	8,22 m x 4,38 m	=	36,00 m²
RTO-Anlage (Nr. 29)	A =	8,00 m x 2,20 m	=	17,60 m²
Sauerstoffgenerator (Nr. 30)	A =	3,09 m x 2,54 m	=	7,85 m²
befestigte Verkehrsflächen		(Ermittlung mittels CAD)	=	2.875,41 m²
geplante bebaute und befestigte Fläche, gesamt:				**7.006,49 m²**

Ermittlung der gesamten Eingriffsflächen

vorhandene bebaute und befestigte Flächen:	=	9.201,92 m²
geplante bebaute und befestigte Flächen:	=	7.006,49 m²
Eingriffsflächen, gesamt:		**16.208,41 m²**

Angaben zu geplanten Ausgleichsmaßnahmen

Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens zur Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“ wurde ein Eingrünungsplan erstellt, in dem die vorgesehenen Eingriffsflächen sowie die geplanten Ausgleichsmaßnahmen auf dem zukünftigen Betriebsgrundstück dargestellt sind. Neben dem Erhalt einer vorhandenen Strauch-Baumhecke sind zusätzlich Anpflanzungen sowie Sukzessions- und Brachflächen auf dem Betriebsgrundstück vorgesehen. Der Eingrünungsplan ist nachfolgend als Anlage beigefügt.

Ermittlung der erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen

Zur Ermittlung des erforderlichen Kompensationsbedarfs wurde im Zuge des Bauleitplanverfahrens durch die P3 Planungsteam GbR mbH, Oldenburg eine Bilanzierung auf Grundlage des *Osnabrücker Kompensationsmodells aus dem Jahr 2016* vorgenommen. Die Bilanzierung der erforderlichen Kompensationsmaßnahmen erfolgte unter Berücksichtigung einer Grundflächenzahl GRZ von 0,6 und somit mit einer maximalen Versiegelung in Höhe von 60 % des festgelegten räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplans. Die Größe des räumlichen Geltungsbereiches beträgt 27.170 m², so dass sich hieraus eine maximale Versiegelung von 16.300 m² ergibt.

Außerhalb des vorhandenen und zukünftigen Betriebsgrundstücks liegende frühere Kompensationsmaßnahmen wurden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Lediglich die auf dem Betriebsgrundstück östlich gelegene Strauch-Baumhecke wurde in Ansatz gebracht.

Da die hier beantragte Planung dem Vorhaben- und Erschließungsplan des Bauleitplanverfahrens entspricht, wird im Rahmen dieses Änderungsgenehmigungsverfahren auf die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen des Umweltberichts des Bauleitplanverfahrens verwiesen. Die dort angesetzte maximale Versiegelung beträgt 16.300 m² und liegt somit geringfügig über der hier ermittelten Eingriffsfläche von 16.209 m².

Der Umweltbericht zum vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“ ist nachfolgend als Anlage beigefügt.

Stadt Lohne

Landkreis Vechta

Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VIII

„Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“

Umweltbericht

Quelle: Luftbild, LGLN 2023

Entwurf (Vorabzug)

§ 3 Abs.1 BauGB Öffentlichkeitsbet.		§ 4 Abs. 1 BauGB Behördenbeteiligung		§ 3 Abs. 2 BauGB Öffentl. Auslegung		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Behördenbet.		§ 4a Abs. 3 BauGB Erneute Öffentl. Auslegung		§ 10 BauGB Satzung
x	x	x	x							

UMWELTBERICHT

1 **Einleitung** (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1) 1
1.1 Kurzdarstellung des Inhalts, der Ziele des Bauleitplans / der Vorhaben (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1a) 2
1.2 Darstellung der in einschlägigen Fachgesetzen und Fachplänen festgelegten Ziele des Umweltschutzes (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1b) 4
2 **Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen** (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB) 7
2.1 Prüfung der Schutzgüter (Anlage 1 zum BauGB) 7
2.1.1 Schutzgut Pflanzen (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 7
2.1.2 Schutzgut Tiere (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 10
2.1.3 Schutzgut Fläche (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 16
2.1.4 Schutzgut Boden (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 17
2.1.5 Schutzgut Wasser (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 18
2.1.6 Schutzgüter Luft und Klima (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 19
2.1.7 Schutzgut Landschaftsbild (§ 1(6) Nr. 7a BauGB) 20
2.1.8 Schutzgut Mensch (§ 1(6) Nr. 7c BauGB) 22
2.1.9 Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter (§ 1(6) Nr. 7d BauGB) 23
2.2 Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen 23
2.3 Wechselwirkungen (§ 1(6) Nr. 7i BauGB) 24
3 **Maßnahmen zur Vermeidung / Verringerung /Ausgleich der Auswirkungen** (Anlage 1 zum BauGB) 25
3.1 Vermeidungsmaßnahmen / Planungsalternativen (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2d) 25
3.2 Verringerungsmaßnahmen (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2 c) 25
3.3 Ausgleich und Ersatz (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2c) 26
4 **Zusätzliche Angaben** (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3) 28
4.1 Hinweise auf fehlende Kenntnisse (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3a) 28
4.2 Maßnahmen zur Überwachung (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3b) 28
4.3 Allgemein verständliche Zusammenfassung (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3c) 28
4.4 Referenzliste der Informationsquellen (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3d) 29

1 Einleitung (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1)

Bei der Aufstellung von Bauleitplänen ist eine Umweltprüfung durchzuführen, in der die voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen der Planung ermittelt werden (§ 2 (4) BauGB). Der vorliegende Umweltbericht (§ 2a BauGB) beschreibt und bewertet die Umweltauswirkungen, damit eine sachgerechte Abwägung der Planung erfolgen kann. Die Abwägung der einzelnen umweltrelevanten Sachverhalte erfolgt regelmäßig nicht im Umweltbericht, sondern nur in der Begründung zur Planung.

Der nachfolgende Umweltbericht gilt sowohl für die Flächennutzungsplanänderung Nr. 90, als auch für den vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII. Die Plangebiete sind in ihren Geltungsbereichen identisch. Sie werden im Parallelverfahren bearbeitet (§ 8 (3) BauGB).

1.1 Kurzdarstellung des Inhalts, der Ziele des Bauleitplans / der Vorhaben (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1a)

Ziele

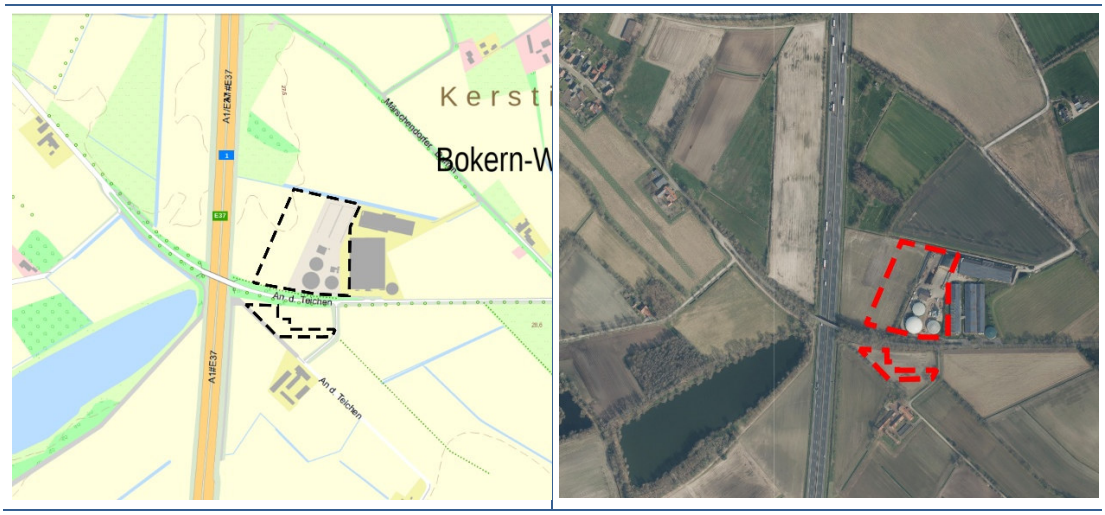
Ziel der Planung ist es, durch die Festsetzung eines sonstigen Sondergebiets die bestehende Biogasanlage planungsrechtlich zu sichern und deren Erweiterung zu ermöglichen. Die regenerative, umweltfreundliche Erzeugung von Strom und Wärme soll somit planungsrechtlich an einem sehr gut geeigneten Standort ermöglicht und gesichert werden.

Standort/Größe

Das Plangebiet befindet sich im Nordwesten des Stadtgebiets Lohne. Das Plangebiet wird durch die Straße *An den Teichen* in einen nördlichen und einen südlichen Teilgeltungsbereich getrennt. Unmittelbar im Westen des Plangebiets verläuft die Bundesautobahn A1. An das Plangebiet grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Der Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans besteht aus zwei Teilgeltungsbereichen, die zusammen eine Fläche von rd. 30.040 m² umfassen. Dies entspricht der Flächengröße des Änderungsbereichs des Flächennutzungsplanes.

Abb 1 Umgrenzung des Plangebietes – (eigene Darstellung auf Grundlage Karten, Luftbild LGLN 2023)



Bestand

Der nördliche Teilgeltungsbereich wird größtenteils bereits als Biogasanlage genutzt. Derzeit befinden sich im nördlichen Teilgeltungsbereich ein Güllehochbehälter, ein gasdichter Gärrestspeicher, ein Fermenter, eine Technikhalle, eine Fahrzeugwaage, eine Fahrsiloanlage, zwei Blockheizkraftwerke sowie drei Warmwasserspeicher. Der südliche Teilgeltungsbereich sowie der westliche Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs umfassen Ackerflächen.

Abb 2 Blick auf das Plangebiet (eigene Darstellung auf Grundlage LGLN 2023)

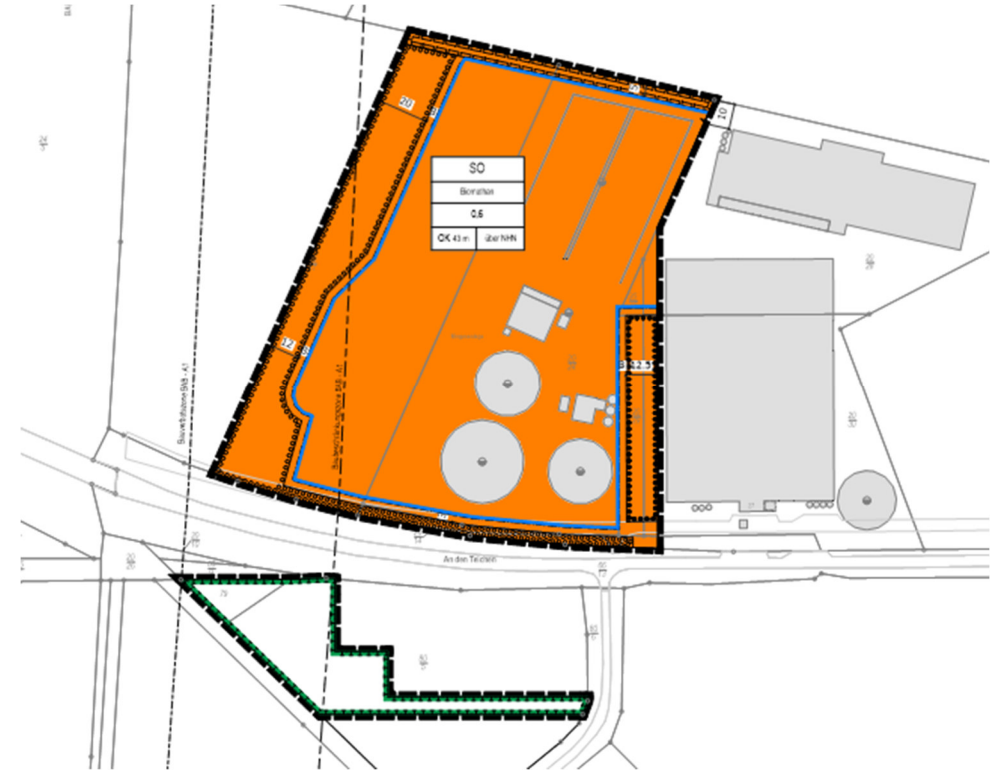
Die Umgebung ist vorwiegend durch die Landwirtschaft geprägt. Direkt an den nördlichen Teilgeltungsbereich grenzen Tierhaltungsanlagen des Vorhabenträgers an. Im Westen des Plangebiets verläuft in unmittelbarer Nähe die Bundesautobahn 1. Westlich der Autobahn befinden sich zwei ruhende Gewässer. In der Umgebung finden sich vereinzelt Einzelhäuser und Hofstellen.

Planung

Der vorhabenbezogene Bebauungsplan Nr. VIII setzt im nördlichen Teilgeltungsbereich ein Sonstiges Sondergebiet (SO) mit der Zweckbestimmung Biomethan fest. Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Zur Entwicklung von Natur und Landschaft festgesetzt.

Auf Ebene des Flächennutzungsplans werden im nördlichen Teilgeltungsbereich Sonderbauflächen mit der Zweckbestimmung Biomethan und im südlichen Teilbereich eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Zur Entwicklung von Natur und Landschaft dargestellt.

Abb 3 Plandarstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes (Auszug zur Übersicht)



Das Vorhaben der Erweiterung und Änderung der Biogasanlage stellt sich wie folgt dar:

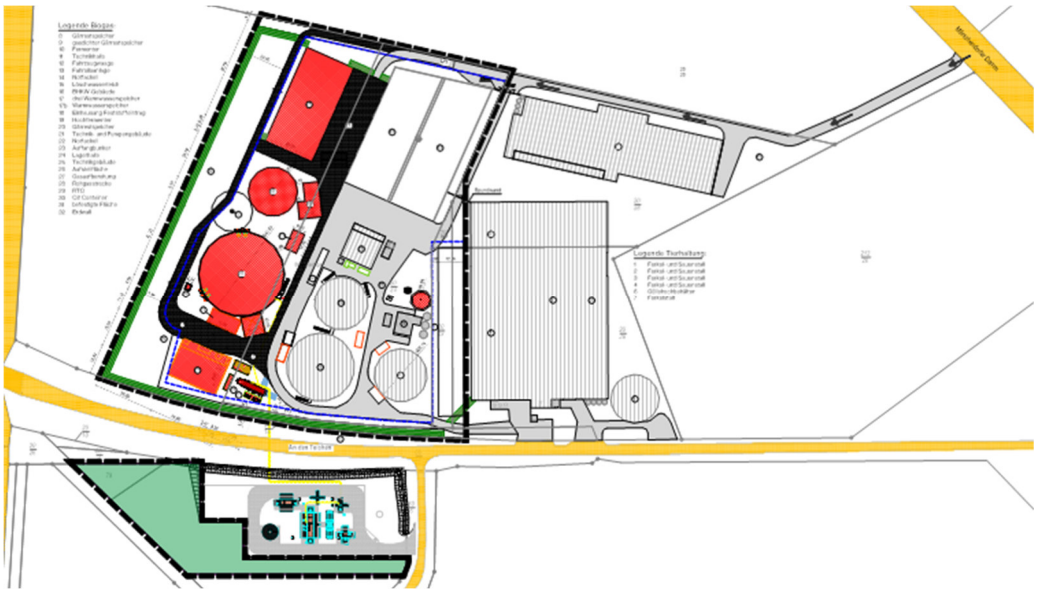
Die bestehende Biogasanlage soll erweitert werden. Im Zuge der Erweiterung werden im Wesentlichen ein Hochfermenter, ein Gärrestspeicher sowie eine Lager- und ein Technikhalle neu errichtet. Hinzu kommen notwendigen Nebenanlagen, wie z.B. ein Auffangbunker oder ein Technik- und Pumpengebäude sowie weitere technische Bauwerke, wie Schaltraum und Anlagen zur Gasaufbereitung. (siehe Vorhaben- und Erschließungsplan)

Durch die zuvor erläuterten baulichen Änderungen und Erweiterung der Biogasanlage kann die Produktion von 2,3 Mio. Normkubikmeter (Nm^3) im Jahr auf 6,31 Mio. (Nm^3) gesteigert werden. Gegenwärtig erzeugt die Anlage Strom entsprechend des Bedarfs im öffentlichen Netz und gleicht damit Schwankungen in der Stromproduktion aus. Die anfallende Abwärme wird zur Beheizung der Biogasanlage selbst, von vorhandenen Stallgebäuden sowie von Wohngebäuden in der Umgebung genutzt. Mit der nun angedachten Änderung und Erweiterung der vorhandenen Biogasanlage soll zukünftig 2,75-mal so viel Biogas erzeugt werden wie bisher. Zudem ist eine Umwandlung in Biomethan geplant, um dieses in das öffentliche Gasnetz einzuspeisen und ggf. einen Teil indirekt zum Ausbau des Fernwärmenetzes im Ortsteil Märschendorf zu nutzen, wenn die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen und effizienten Ausbau gegeben sind. Hierdurch würde eine Nutzung der verfügbaren thermischen und elektrischen Energie von bis zu 95 % erreicht werden.

Derzeit wird die Biogasanlage als sogenannte „NaWaRo-Anlage“ betrieben, das heißt, es werden ausschließlich nachwachsende Rohstoffe und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zulässige organische Rohstoffe wie Wirtschaftsdünger vergoren.

Der geplante Input in die erweiterte Biogasanlage wird sich von 18.000 t/a auf 46.000 t/a erhöhen. Der benötigte Maisanateil steigt von 5.000 t/a auf 8.000 t/a an. Die angestrebte Biogas- bzw. Biomethanproduktion soll vorwiegend aus Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung erfolgen. Die zum Einsatz kommende Menge an Schweinegülle u. Sauenmist (zusammen 17.500 t) stammen aus der eigenen Tierhaltung. Die übrigen zusätzlichen Wirtschaftsdünger stammen von Tierhaltungsbetrieben aus der näheren Umgebung bzw. der Region.

Abb 4 Vorhaben- und Erschließungsplan (Auszug zur Übersicht)



1.2 Darstellung der in einschlägigen Fachgesetzen und Fachplänen festgelegten Ziele des Umweltschutzes (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 1b)

Fachgesetze

Der Gesetzgeber fordert mit dem BauGB und den einschlägigen Fachgesetzen und Fachplanungen zu einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung (§ 1 Abs. 5 BauGB) und zu einem sparsamen und umweltschonenden Umgang mit Grund und Boden (§ 1a Abs. 2 BauGB) sowie den sonstigen Schutzgütern auf. Insbesondere sind dabei die Möglichkeiten zur Wiedernutzbarmachung von Flächen, zur Nachverdichtung und Innenentwicklung (§ 1a Abs. 2 BauGB) zu nutzen. Im vorliegenden Planfall handelt es sich um eine Erweiterung einer bestehenden Biogasanlage, d.h. ein Großteil der Fläche des Geltungsbereichs ist bereits versiegelt und entspricht der geplanten Nutzung, sodass die Inanspruchnahme von Grund und Boden sowie die Eingriffe in die sonstigen Schutzgüter vergleichsweise minimal ausfallen.

Im vorliegenden Planverfahren ist die Eingriffsregelung nach Naturschutzrecht (§ 1a Abs. 3 BauGB i. V. m. § 18 BNatSchG) zu beachten. Mögliche erhebliche Eingriffe infolge der Planung sind darzulegen, zu vermeiden, zu minimieren und/oder bei Bedarf an anderer Stelle wieder auszugleichen. Bei dieser Planung werden folgende Fachgesetze berücksichtigt:

Abb 5 Für die Planung relevante Gesetze

BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
NAGBNatSchG	Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
NBodSchG	Niedersächsisches Bodenschutzgesetz

Fachplanungen

- Liegen Landschaftspläne oder sonstige Pläne (§ 1 (6) Nr. 7g BauGB) vor, so sind deren Bestandsaufnahmen und Bewertungen in der Umweltprüfung heranzuziehen (§ 2 (4) BauGB).

Landschaftsrahmenplan (LRP)[1] – Der Landschaftsrahmenplan des Landkreises Vechta von 2005 wird derzeit fortgeschrieben. Da eine aktuelle Fassung nicht vorliegt wird der Landschaftsrahmenplan von 2005 herangezogen, der folgende Darstellungen zum Plangebiet aufweist, die bei der Bestandsbeschreibung und der Bewertung der jeweiligen Schutzgüter berücksichtigt werden:

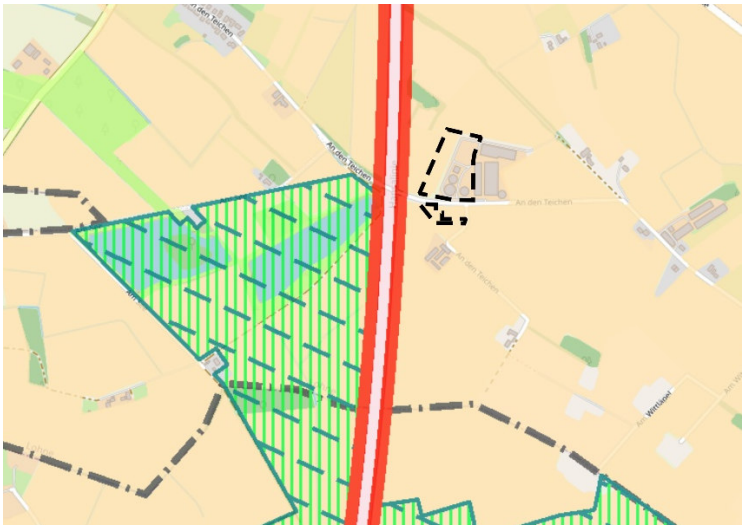
Karte	Darstellungen
Karte 1: Biotopkomplexe und Biotoptypen	Landwirtschaftlich genutzte Gebiete mit einem hohen Anteil an Gehölzen Trocken- und Magerrasen sowie Heiden (einschl. Brachen)
Karte 1a: Biotoptypen und Biotopkomplexe (Bewertung u. wichtige Bereiche)	Grundbedeutung für den Arten- und Biotopschutz
Karte 2: Landschaftsbild (Vielfalt, Eigenart, Schönheit)	Landschaftsräume mit dominierender Ackernutzung. Kleinräumiger Landschaftscharakter mit relativ kleinflächigen Schlägen und gliedernden Landschaftselementen
Karte 2a: Landschaftsbild (Bewertung u. wichtige Bereiche)	Mittel (Grundvoraussetzungen für das Landschaftserleben vorhanden) Lärmbelästigung im Bereich der Autobahn A1; zugleich optische Störungen durch Zerschneidungseffekte und geruchliche Störungen durch Abgase
Karte 3: Boden	Gley-Podsol (Sand, glazifluviale und fluviale Ablagerungen)
Karte 3a: Boden (Wert)	Eingeschränkte Leistungsfähigkeit / geringe Bedeutung 7=alle weiteren intensiv genutzten bzw. = stark beeinträchtigten Böden
Karte 4.1: Grundwasser	**Grundwasserneubildungsrate**: >100-200 mm/a (mittel) **Schutzfunktion der Grundwasserdeckschicht:** gering (Sand <5 m / gut durchlässige Lockergesteine, Kies; somit hohe Grundwassergefährdung
Karte 4.2: Oberflächenwasser	-
Karte 5: Klima	Ackerklimatope, Ackernutzung mit Gehölzen, Restwaldflächen, Gehöften etc. Mäßig windoffen, Kaltuftentstehungsgebiete, zeitweise Luftbelastungen durch Gülle
Karte 6: Zielkonzept	**Zieltypen:** Mindestanforderungen des Naturschutzes und der Landschaftspflege **Naturräumliche Einheit:** Vechtaer Mark **Zu erhaltende bzw. zu entwickelnde Biotopkomplexe, Ökosystemtypen:** E = Auen/Niederungen/Talungen mit hohem Dauervegetationsanteil M = Agrargebiete mit gewässer- und bodenschonender ackerbaulicher Nutzung
Karte 7: Umsetzung Zielkonzept	-

Landschaftsplan (LP) – Für die Stadt Lohne besteht kein Landschaftsplan.

1 Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, 2005

Regionales Raumordnungsprogramm (RROP)[2] - Die Aussagen im aktuellen Regionalen Raumordnungsprogramm des Landkreises Vechta (RROP) werden in der Planung berücksichtigt.

Abb 6 Plangebiet im Regionalen Raumordnungsprogramm



Eigene Darstellung auf Grundlage RROP 2021, Landkreis Vechta

Der Untersuchungsraum ist als Vorbehaltsgebiet Landwirtschaft dargestellt. Auch die Umgebung weist diese Darstellung auf. Demnach ist das Plangebiet vorrangig für die Landwirtschaft zu nutzen. Im Westen liegt die Bundesautobahn 1, die als Vorranggebiet Autobahn ausgewiesen ist. Südwestlich der BAB 1 grenzt ein Vorranggebiet Biotopverbund sowie ein Vorranggebiet für Natur und Landschaft an. Die Belange des RROP stehen dem Vorhaben nicht entgegen.

Schutzgebiete

Die nachfolgende Übersicht zeigt die in Fachplänen und durch gesetzliche Regelungen gesicherten, geschützten Gebiete und Strukturen im Umfeld des Plangebiets. Von der Planung werden keine Schutzgebiete tangiert.

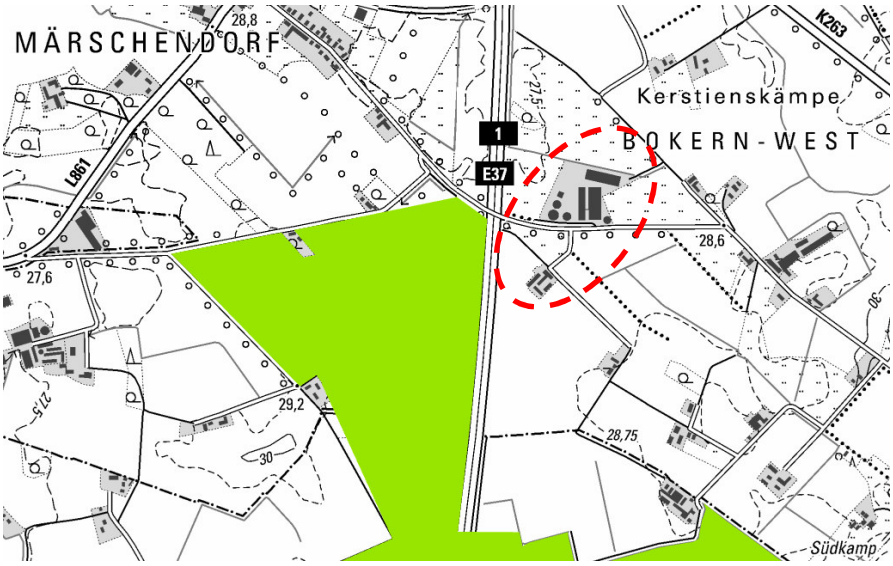
Abb 7 Vorkommen von Schutzgebieten im Plangebiet bzw. der Umgebung

Fachplanung	Definition	Schutzweck	Lage im Plangebiet	Lage außerhalb*
Natura 2000 (§ 32 BNatSchG)	-	-	-	-
Naturschutzgebiete (§ 23 BNatSchG)	-	-	-	-
Nationalparke (§ 24 BNatSchG)	-	-	-	-
Biosphärenreservate (§ 25 BNatSchG)	-	-	-	-
Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG)	LSG VEC 00075	Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche	nein	SW – 0,15 km
Naturparke (§ 27 BNatSchG)	-	-	-	-
Naturdenkmäler (§ 28 BNatSchG)	-	-	-	-
Geschützte Landschaftsbestandteile (§ 29 BNatSchG)	-	-	-	-
Gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG)	-	-	-	-

* Himmelsrichtung und Entfernung

2 Landkreis Vechta – Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) 2021

Abb. 8 Schutzgebiete im Umgebungsbereich des Plangebiets (Lage rot umrandet)



Kartengrundlage LGLN 2023

2 Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB)

Nachfolgend wird der derzeitige Umweltzustand (Basisszenario) dargestellt und eine Prognose über die Entwicklungen des Umweltzustands bei Durchführung der Planung vorgenommen. Soweit möglich, werden auch die wahrscheinlich auftretenden erheblichen Auswirkungen während der Bau- und Betriebsphase berücksichtigt. Zudem wird eine Nullvariante, also die wahrscheinliche Entwicklung bei Nichtdurchführung der Planung, skizziert.

Die Beschreibung des derzeitigen Zustandes sowie der Prognose der Entwicklung des Umweltzustandes bei (Nicht-)Durchführung der Planung erfolgt einzeln für die Schutzgüter Pflanzen, Tiere, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Landschaftsbild. Weiterhin werden potentielle umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie auf Kultur- und sonstige Sachgüter geprüft.

2.1 Prüfung der Schutzgüter (Anlage 1 zum BauGB)

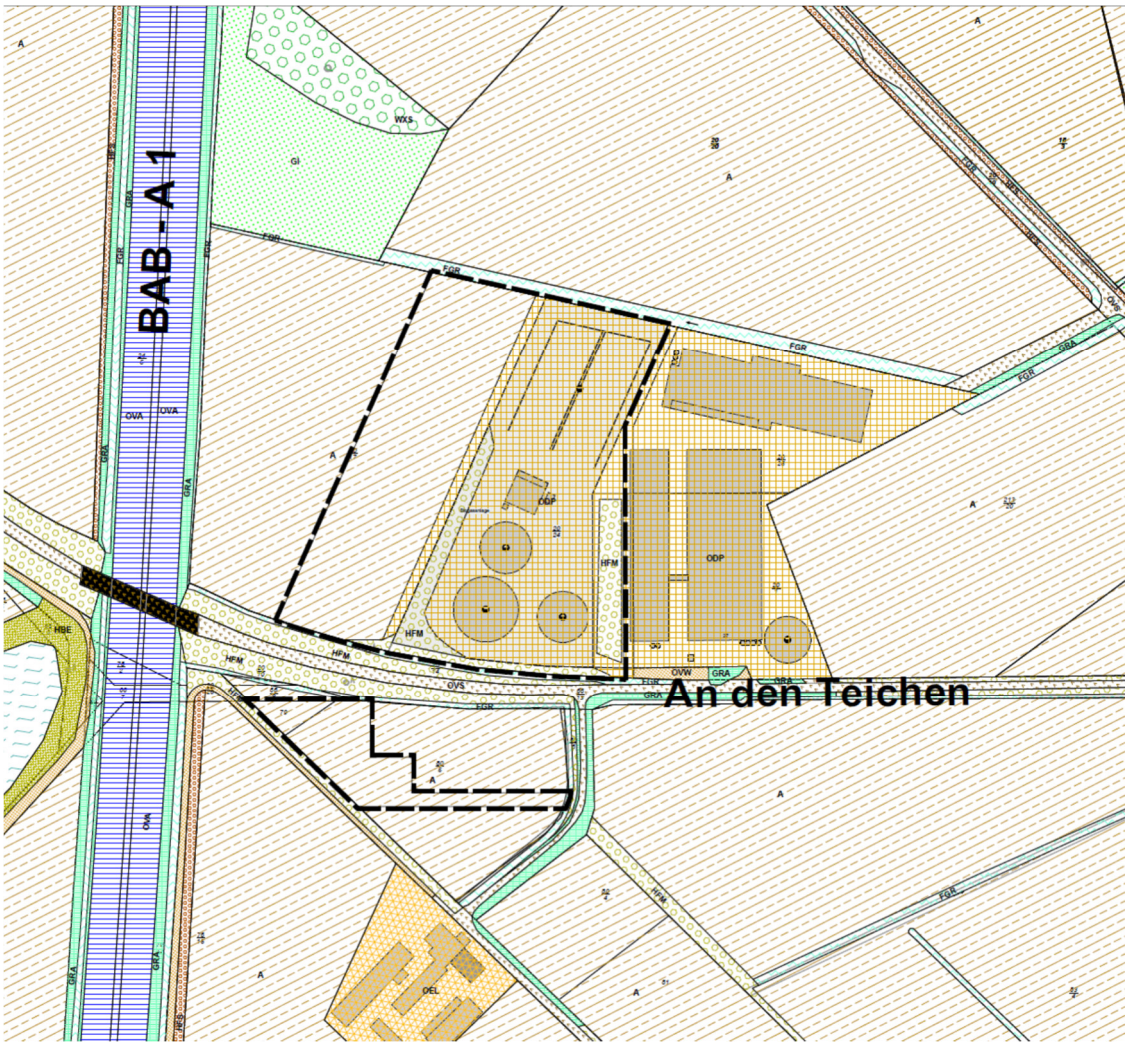
2.1.1 Schutzgut Pflanzen (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand / Biotoptypen

Die Beschreibung der Biotoptypen erfolgt auf der Grundlage des Kartierschlüssels für Biotoptypen in Niedersachsen auf Grundlage einer Luftbildauswertung.[3] Die Bewertung erfolgt nach dem Osnabrücker Kompensationsmodell.[4] Der Untersuchungsraum umfasst den Geltungsbereich des Bebauungsplanes und den Änderungsbereich des Flächennutzungsplans, betrachtet jedoch auch angrenzende Strukturen.

3 Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen, Olaf v. Drachenfels, 2020
4 Osnabrücker Kompensationsmodell 2016 Arbeitshilfe zur Vorbereitung und Umsetzung der Eingriffsregelung, Landkreis Osnabrück

Abb 9 Biotoptypenkartierung



b 11 Legende zur Biotoptypenkartierung

2		**GEBÜSCHE UND GEHÖLZBESTÄNDE**
HFS	2.10.1	Strauchhecke (HFS)
HFB	2.10.3	Baumhecke (HFB)
HBE	2.13.1	Sonstiger Einzelbaum / Baumgruppe (HBE)
HBA	2.13.3	Allee/Baumreihe (HBA)
HFM	2.10.2	Strauch-Baumhecke (HFM)
WXS	1.21.5	Sonstiger Laubforst aus eingeführten Arten (WXS)
		Baumarten: Bu=Rotbuche; Ea=Roteiche; Ei=Stieleiche; Es=Esche
13		**GEBÄUDE, VERKEHRS- UND INDUSTRIEFLÄCHEN**
OVS	13.1.1	Straße (OVS)
OVW	13.1.11	Weg (OVW)
OVA	13.1.2	Autobahn/Schnellstraße (OVA)

4		**BINNENGEWÄSSER**
FGR	4.13.3	Nährstoffreicher Graben (FGR)
SEZ	4.18.5	Sonstiges naturnahes nährstoffreiches Stillgewässer (SEZ)
9		**GRÜNLAND**
GI	9.6	Artenarmes Intensivgrünland (GI)
11		**ACKER UND GARTENBAU-BIOTOPE**
A	11.1	Acker (A)
12		**GRÜNANLAGEN**
GRA	12.1.2	Artenarmer Scherrasen (GRA)
OEL	13.7.2	Locker bebautes Einzelhausgebiet (OEL)
ODP	13.8.4	Landwirtschaftliche Produktionsanlage (ODP)
		Geltungsbereich B-Plan Nr. 51

Im Osten des nördlichen Teilgeltungsbereichs befindet sich die bestehende Biogasanlage, an die im Osten außerhalb des Geltunsgbereichs Tierhaltungsanlagen angrenzen. In der Gesamtheit stellt sich dieser Bereich als Landwirtschaftliche Produktionsanlage (ODP) dar. Der westliche Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs sowie der südliche Teilgeltungsbereich zeichnen sich durch Ackernutzung (A) aus. Zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich zwischen Ackernutzung und bestehender Biogasanlage sowie am östlichen Rand des Geltungsbereichs zwischen Biogasanlage und Tierhaltungsanlagen befinden sich Strauch-und Baumhecken (HFM).

Die Straße *An den Teichen* sowie der südliche Teilgeltungsbereich sind ebenfalls durch Strauch- und Baumhecken (HFM) eingefasst. Die Gehölzstrukturen befinden sich außerhalb des Gletungsbereichs. Im Norden grenzt ein Nährstoffreicher Graben an das Plangebiet an. Im Westen des Plangebiets verläuft die Bundesautobahn A1 (OVA). Südlich des Plangebiets befindet sich eine weitere landwirtschaftliche Produktionsanlage (ODP). Die Umgebung des Plangebiets ist darüber hinaus insbesondere durch großflächige Ackernutzung (A) geprägt. Vereinzelt sind kleinere Flächen von artenarmen Intensivgrünland (GI) zu finden.

Biologische Vielfalt

Die biologische Vielfalt im Plangebiet ist gering. Der östliche Teil des nördlichen Teilgeltungsbereichs ist durch die bestehende Biogasanlage und die angrenzenden Tierhaltungsanlagen stark anthropogen überformt und weitgehend versiegelt. Die intensiv genutzten Ackerflächen im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs und im südlichen Teilgeltungsbereich sind durch die intensive Landnutzung in ihrer ökologischen Bedeutung deutlich eingeschränkt.

Vorbelastungen

Das gesamte Plangebiet ist infolge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Form von Ackerland sowie des Betriebs einer Biogasanlage vorbelastet. Auf den Ackerflächen kann es durch den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemittel sowie Gülledüngung zu messbaren Belastungen kommen. Durch die unmittelbar angrenzende Autobahn kann es zu weiteren Vorbelastungen durch Feinstaubimmissionen kommen. Auch die umliegenden Flächen sind durch intensive landwirtschaftliche Nutzungen als vorbelastet zu bewerten.

Auswirkung

Die Planung bereitet im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs die bauliche Inanspruchnahme bisher unbebauter Ackerflächen vor. Im Osten des nördlichen Teilgeltungsbereichs wird der bestehende Standort der Biogasanlage planungsrechtlich gesichert. Auf Bebauungsplanebene wird ein Sonstiges Sondergebiet mit der Zweckbestimmung „Biomethan“ sowie eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0,6 ohne Überschreitungsmöglichkeiten festgesetzt. Es wird eine Versiegelung von bis zu 60 % der Flächen ermöglicht. Dies entspricht dem derzeitigen Versiegelungsgrad im Bereich der bestehenden Biogasanlage und ermöglicht im Bereich der Ackerflächen die weitgehende Überplanung der bestehenden Biotopstrukturen.

Die Strauch- und Baumhecken entlang der Straße *An den Teichen* sowie der Grenzen des südlichen Teilgeltungsbereichs werden wegen der Lage außerhalb des Geltungsbereichs vollumfänglich erhalten. Die Strauch- und Baumhecke an der östlichen Gebietsgrenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs wird ebenso erhalten. Die Strauch- und Baumhecke zentral im Plangebiet kann im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage nicht erhalten werden. Die Hecke ist Teil der Kompensationsmaßnahmen der bestehenden Biogasanlage. An der südlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs entlang der Straße *An den Teichen* sowie der westlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs ist eine Gebietseingrünung in Form eines Walles im Umfang von rd. 1.115 m² vorgesehen. Zusätzlich werden im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs Grünflächen im Umfang von rd. 2.800 m² als Sukzessions-/ Brachfläche in der Substratrückhaltung entwickelt (siehe VEP).

Im südlichen Teilgeltungsbereich wird eine Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft im Umfang von rd. 2.870 m² festgesetzt. Die bestehenden Ackerflächen werden durch die gezielte Anpflanzung von Bäumen und der langfristigen Entwicklung eines naturnahen Feldgehölzes erheblich aufgewertet. In Kombination mit dem Erhalt bestehender Grünstrukturen sowie neuer Eingrünungsmaßnahmen können die Eingriffe durch die geplante Anlagenerweiterung, insbesondere der Verlust einer Strauch- und

Baumhecke sowie die Versiegelung bisher unversiegelter Ackerflächen, vollständig ausgeglichen werden.

Mit der vorliegenden Planung werden Ackerflächen und anthropogen stark überformte Flächen einer bestehenden landwirtschaftlichen Produktionsanlage überplant. Diese können für das Schutzgut Pflanzen aufgrund der hohen Vorbelastungen sowie des hohen Versiegelungsgrads im Bereich der landwirtschaftlichen Produktionsanlage als ökologisch wenig bedeutsam bewertet werden.

Durch die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhöht sich die Menge an zu verarbeitenden entzündbaren und klimaschädlichen Gasen sowie die Menge an Input- und Outputstoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten. Mit einer Umwallung gem. § 37 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) wird sichergestellt, dass wassergefährdenden Stoffe und Schadstoffe im Schadensfall zurückgehalten werden und negative Auswirkungen auf angrenzende Biotopstrukturen vermieden werden können.

Arten- und Biotopschutz

Im Plangebiet finden sich keine nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope. Ein Vorkommen besonders geschützter Pflanzenarten ist nicht bekannt und aufgrund der vorherrschenden intensiven Landwirtschaft auch nicht wahrscheinlich.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung wäre von einer weiteren Bewirtschaftung der Ackerflächen sowie dem Fortbestand der landwirtschaftlichen Produktionsanlage im östlichen Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs auszugehen. Es wären keine Veränderungen zu erwarten. Die ökologische Qualität bzw. die biologische Vielfalt dieser Flächen würden sich aufgrund der weiterhin bestehenden Vorbelastungen und durch die intensive Bewirtschaftung (Mahd, ggf. auch Düngung oder Pflanzenschutzmittel) voraussichtlich nicht verbessern.

2.1.2 Schutzgut Tiere (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Für den Geltungsbereich liegt ein faunistischer Fachbeitrag[5] vor, in dessen Rahmen eine Potenzialansprache für die Artengruppen der Fledermäuse und Brutvögel durchgeführt wurde, die die Besonderheiten des Planungsraumes und die artspezifischen Habitatansprüche der dort potenziell vorkommenden Arten berücksichtigt. Im Rahmen der Untersuchung wurde das Plangebiet insgesamt dreimal hinsichtlich der Lebensraumeignung für Fledermäuse und Brutvögel vor Ort überprüft. Im Rahmen der Begehungen wurden die im Planungsraum vorhandenen Strukturelemente, insbesondere die Gehölzbestände und Gebäude, selektiv auf für Fledermäuse potenziell vorhandene Quartiermöglichkeiten untersucht und im Hinblick auf eine mögliche Eignung als Baum- bzw. Gebäudequartiere eingeschätzt. Weiterhin wurde die potenzielle Qualität des Planungsraumes als Nahrungshabitat für diese Tiergruppe begutachtet, und die im Gebiet vorhandenen Lebensräume wurden auf das Vorkommen von Brutvögeln überprüft.

Eine weitergehende Prüfung ist in Anbetracht der im Plangebiet zu erwartenden begrenzten faunistischen Wertigkeiten nicht erforderlich.

Bestand

Avifauna – Im Plangebiet sowie den unmittelbar angrenzenden Flächen wurden insgesamt 25 Brutvögel nachgewiesen bzw. für diesen Standort als potenzielle Brutvögel definiert. Sämtliche 25 Brutvogelarten gehören dem festen Artenbestand des Landkreises Vechta an. Im Hinblick auf die geringe Strukturvielfalt im Plangebiet ist die Artenzahl der Avifauna begrenzt. Es finden sich vornehmlich ubiquitäre Arten mit weitem Verbreitungsspektrum in Nordwestdeutschland. Dazu zählen u.a. Amsel, Buchfink, Kohlmeise, Ringeltaube, Rotkehlchen, Zilpzalp. Siedlungsschwerpunkte sind die Gehölzstrukturen im Plangebiet und der näheren Umgebung.

Zudem sind mit Dorngrasmücke und Goldammer zwei Kennarten des Halboffenlandes zu erwarten, die auf spezielle Brutbiotope angewiesen sind. Die Arten zeichnen sich durch eine

[5] Faunistischer Fachbeitrag zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“, Fauna – Flora – Landschaft Dipl. Biologe Jörg Fittje, März 2024

enge Bindung an bestimmte Lebensräume aus. Sie finden in der Strauchhecke westlich der bestehenden Biogasanlage und in den Feldhecken am Rande des südlichen Teilgeltungsbereichs geeignete Nisthabitate vor.

Im Bereich der bestehenden Biogasanlage sind zudem obligatorische Gebäudebrüter wie Hausrotschwanz und Haussperling sowie fakultative Gebäudebrüter zu den u.a. Feldsperling und Star gehören nachgewiesen worden.

Aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung sowie der bestehenden Biogasanlagen sind Offenlandarten, wie z.B. Feldlerche, Kiebitz und/oder Wiesenpieper nicht zu erwarten.

Abb. 11 Potenziell im Untersuchungsraum jagende Fledermausarten

BRUTVÖGEL [AVES]	Vor-kommen	Nist-weise	RL T-W	RL Nds.	RL D	Schutz-status
Ringeltaube, *Columba palumbus*	●	b	/	/	/	§
Hohltaube, *Columba oenas*	●	b, c	/	/	/	§
Buntspecht, *Dendrocopos major*	O	b	/	/	/	§
Rabenkrähe, *Corvus corone*	●	b	/	/	/	§
Blaumeise, *Cyanistes caeruleus*	O	b	/	/	/	§
Kohlmeise, *Parus major*	●	b	/	/	/	§
Schwanzmeise, *Aegithalos caudatus*	O	b	/	/	/	§
Zilpzalp, *Phylloscopus collybita*	●	a	/	/	/	§
Mönchsgrasmücke, *Sylvia atricapilla*	●	b	/	/	/	§
Dorngrasmücke, *Sylvia communis*	O	a	/	/	/	§
Zaunkönig, *Troglodytes troglodytes*	●	a	/	/	/	§
Star, *Sturnus vulgaris*	●	b, c	3	3	3	§
Amsel, *Turdus merula*	●	b	/	/	/	§
Singdrossel, *Turdus philomelos*	O	b	/	/	/	§
Rotkehlchen, *Erithacus rubecula*	●	a	/	/	/	§
Heckenbraunelle, *Prunella modularis*	●	b	/	/	/	§
Gartenrotschwanz, *Phoenicurus phoenicur.*	●	b	/	/	/	§
Hausrotschwanz, *Phoenicurus ochruros*	●	c	/	/	/	§
Haussperling, *Passer domesticus*	●	c	/	/	/	§
Feldsperling, *Passer montanus*	●	b, c	V	V	V	§
Bachstelze, *Motacilla alba*	●	a, c	/	/	/	§
Buchfink, *Fringilla coelebs*	●	b	/	/	/	§
Gimpel, *Pyrrhula pyrrhula*	●	b	/	/	/	§
Stieglitz, *Carduelis carduelis*	O	b	V	V	/	§
Goldammer, *Emberiza citrinella*	O	a	V	V	/	§
∑ 25 spp.						

Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse wird dem Untersuchungsgebiet insgesamt eine allgemeine Bedeutung als Vogelbrutgebiet zugeordnet. Die Mehrzahl der Vogelpaare brütet in den Gehölzen und an Gebäuden des Plangebiets, Offenlandbrüter kommen nicht vor.

Fledermäuse - Von den 19 in Niedersachsen vorkommenden Fledermausarten können aufgrund ihrer natürlichen Verbreitung potenziell maximal 13 Arten im Untersuchungsraum angetroffen werden. Bei den aufgelisteten Spezies handelt sich um Arten, die potenziell im Gebiet jagen könnten. Die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens im Plangebiet erfolgte aufgrund der in den vergangenen Jahren aus der näheren Umgebung vorliegenden Daten sowie auf der Grundlage der für Fledermäuse festgestellten Habitateignung des Plangebietes.

Von den maximal 13 potenziell vorkommenden Arten ist trotz der geringen Strukturvielfalt ein Vorkommen von neun Arten grundsätzlich möglich. Hierzu zählen die im Kreis Vechta häufig vertretenen Spezies Großer Abendsegler, Breitflügel-, Wasser- und Zwergfledermaus. Auch das Vorkommen von Bartfledermäusen, Braunem Langohr, Fransenfledermaus, Kleinabendsegler

sowie Rauhautfledermaus ist möglich, da es sich hierbei um weit verbreitete Arten in Niedersachsen handelt, die jedoch mit geringer Frequenz nachgewiesen werden.

Das Vorkommen der Wasserfledermaus ist aufgrund fehlender Jagdhabitate unwahrscheinlich. Die Arten Bechsteinfledermaus, Großes Mausohr und Mückenfledermaus dürften insgesamt nur punktuell im Landkreis Vechta auftreten. Aufgrund der Strukturen ist ein Vorkommen dieser Arten ebenfalls unwahrscheinlich.

Abb. 11 Potenziell im Untersuchungsraum jagende Fledermausarten

FLEDERMÄUSE	CHIROPTERA	RL D 2020	Quartiere			Vorkommen im Plangebiet
			Baum-höhlen	Ge-bäude	Keller	
Breitflügelfledermaus	*Eptesicus serotinus*	3		SQ/WQ	WQ	möglich
Bechsteinfledermaus	*Myotis bechsteinii*		SQ	SQ	WQ	unwahrscheinl.
Große Bartfledermaus	*Myotis brandtii*	/	SQ	SQ		möglich
Kleine Bartfledermaus	*Myotis mystacinus*	/	SQ	SQ	WQ	möglich
Wasserfledermaus	*Myotis daubentonii*	/	SQ		WQ	unwahrscheinl.
Großes Mausohr	*Myotis myotis*	/		SQ		unwahrscheinl.
Fransenfledermaus	*Myotis nattereri*	/	SQ		WQ	möglich
Kleinabendsegler	*Nyctalus leisleri*	D	SQ/WQ	WQ		möglich
Großer Abendsegler	*Nyctalus noctula*	V	SQ/WQ	WQ		möglich
Rauhautfledermaus	*Pipistrellus nathusii*	/	SQ/WQ	SQ		möglich
Zwergfledermaus	*Pipistrellus pipistrellus*	/		SQ/WQ	WQ	möglich
Mückenfledermaus	*Pipistrellus pygmaeus*	/	SQ/WQ	SQ/WQ		unwahrscheinl.
Braunes Langohr	*Plecotus auritus*	3	SQ	SQ	WQ	möglich

Bedeutung der Abkürzungen: RL D: Rote Liste der in Deutschland gefährdeten Fledermausarten, Gefährdungsgrade: 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste, D = Daten unzureichend, / = nicht gefährdet (Angaben nach MEINIG et al. 2020).

Aufgrund der allgemeinen Strukturierung des Untersuchungsraumes mit einem sehr begrenzten Anteil an Gehölzen und Grünflächen wird im räumlichen Kontext für diesen Standort von einer überwiegend geringen Frequenz jagender Fledermäuse ausgegangen. Die Ackerflächen und das Betriebsgelände der Biogasanlage könnten lediglich sporadisch zur Nahrungssuche genutzt werden. Aufgrund der nur punktuellen Gehölzvorkommen und deren Qualität ist nicht davon auszugehen, dass Fledermäuse regelmäßig in größerer Zahl im Plangeltungsbereich jagen. Im Allgemeinen haben Fledermäuse große Aktivitätsbereiche für die Nahrungssuche, sodass das Plangebiet wahrscheinlich lediglich einen kleinen Teil eines wesentlich größeren Lebensraumkomplexes darstellt.

Die an den Geltungsbereich angrenzenden Gehölzreihen entlang der Straße *An den Teichen* sind potenziell sehr gut geeignete Jagdhabitate für mehrere Fledermausarten. Sie dienen vermutlich auch als Flugroute zur Überquerung der Autobahntrasse.

Auch das Quartierspotenzial kann im Plangebiet als eher gering eingestuft werden, da innerhalb des Geltungsbereiches nur wenige Bäume mit einem Stammdurchmesser von min. 0,3 m zu finden sind. Die Überprüfung dieser Bäume ergab nur an der südwestlichen Grenze des südlichen Teilgeltungsbereichs den Nachweis einer Spechthöhle, die potenziell als Balzquartier geeignet sein könnte. Sonstige Hinweise auf Strukturen, die als Sommer- oder Winterquartiere für Fledermäuse in Frage kommen, liegen nicht vor. Einzelstrukturen könnten allenfalls sporadisch als Tagesversteck genutzt werden. Grundsätzlich können Quartiere an den baulichen

Anlagen der Biogasanlage nicht ausgeschlossen werden. Ein Vorkommen ist jedoch unwahrscheinlich.

Insgesamt kommen dem Geltungsbereich und der näheren Umgebung als Lebensraum für Fledermäuse eine allgemeine Bedeutung zu. Die Gehölzstrukturen entlang der Straße *An den Teichen* fungiert wahrscheinlich als Habitat verbindende Leitstruktur zur Querung der angrenzenden Autobahn, sodass diesen eine hohe Bedeutung für Fledermäuse zukommt. Da die Strukturen außerhalb des Geltungsbereichs liegen sind keine Eingriffe zu erwarten.

Biologische Vielfalt

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten bietet der Geltungsbereich durchschnittliche Habitatqualität und ein übliches Nahrungsangebot für Brutvögel und Fledermäuse.

Vorbelastung

Das Plangebiet ist hinsichtlich seiner Habitatqualität für die Avifauna und für Fledermäuse durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung sowie die bestehende Biogasanlage erheblich vorbelastet. Weitere Vorbelastungen bestehen durch die Lage an der Autobahn. Verkehrsbewegungen und Lärm üben regelmäßig eine Scheuchwirkung auf Tiere, insbesondere auch die Avifauna, aus.

Auswirkung

Avifauna – Durch die vorliegende Planung werden Ackerflächen, Gehölzstrukturen sowie bereits versiegelte und bebaute Flächen überplant, die potenziell als Brut- und Nahrungshabitate für die Avifauna dienen.

Die Ackerflächen im Plangebiet weisen hinsichtlich ihrer Qualität als Brut- und Nahrungshabitate für die Avifauna eine sehr geringe Bedeutung auf. Ein Großteil der Gehölzbestände im Plangebiet wird erhalten, sodass diese weiterhin als Brut- und Nahrungshabitate für die Avifauna zur Verfügung stehen. Die Gehölzstruktur zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich kann im Zuge der Erweiterung der Biogasanlage nicht erhalten werden. Mit dem Verlust der Gehölze geht ein Verlust von Brut- und Nahrungshabitaten von vorwiegend ubiquitären Brutvögeln einher, für die in der Umgebung eine Vielzahl ähnlicher Strukturen zu finden ist. Jedoch ist auch ein Vorkommen des auf der Vorwarnliste verzeichneten Stieglitz nicht auszuschließen. Weiterhin ist das Vorkommen von Einzelpaaren der beiden Halboffenlandbrüter Dorngrasmücke und Goldammer in den überplanten Randstrukturen möglich. Die Nisthabitate dieser Brutvögel gehen bei Realisierung des Vorhabens verloren.

Da die Bestandsgebäude und -anlagen vollumfänglich erhalten werden sind keine Auswirkungen auf die Nisthabitate der im Plangebiet vorkommenden Gebäudebrüter zu erwarten.

Strauch- und Baumhecken, die den südlichen Teilgeltungsbereich einfassen, können erhalten werden.

Zur Kompensation der Beeinträchtigungen von Brutvögeln (dauerhafter Verlust von Fortpflanzungs- und Nahrungshabitaten) sind Ersatzpflanzungen von Gehölzen vorzunehmen. Durch die geplanten Anpflanzungen auf den neu zu errichtenden Erdwällen an den westlichen und südlichen Grenzen des nördlichen Teilgeltungsbereichs sowie der Gehölzentwicklung im südlichen Teilgeltungsbereich werden die Beeinträchtigungen der Brutvögel innerhalb des Plangebietes ausgeglichen. Ersatzhabitate entstehen auch durch die Anlage einer Sukzessions-/Brachfläche im nördlichen Teilgeltungsbereich. Darüberhinausgehende Kompensationsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Auswirkungen auf empfindlich reagierende Brutvögel der näheren Umgebung des Plangebietes sind grundsätzlich nicht von vornherein auszuschließen, im vorliegenden Planfall jedoch nicht zu erwarten.

Fledermäuse – Mit der Planung werden vornehmlich Ackerflächen und bereits bebaute und versiegelte Flächen überplant, die lediglich eine geringe Bedeutung für Fledermäuse aufweisen. Die Mehrzahl an Gehölzen im Plangebiet wird erhalten, sodass diese auch weiterhin als Nahrungshabitate zur Verfügung stehen. Lediglich die Gehölzstruktur zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich, westlich der bestehenden Biogasanlage kann im Zuge der geplanten Erweiterung der Biogasanlage nicht erhalten werden. Der potenzielle Verlust von

Nahrungshabitaten von Fledermäusen kann durch Ersatzpflanzungen in Form einer neuen Wallbepflanzung sowie der Gehölzentwicklung im südlichen Teilgeltungsbereich ausgeglichen werden. Alle Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens 0,3 m und damit sämtliche Strukturen, die sich als Quartierstätten oder Tagesverstecke für Fledermäuse eignen könnten, bleiben erhalten.

Mit Realisierung des Vorhabens werden keine für Fledermäuse relevanten Leitstrukturen und Verbindungselemente in Form von z. B. Gehölzreihen verstellt und damit auch keine Flugkorridore zerschnitten und damit entwertet. Dies gilt auch für den Gehölzbestand an der Straße *An den Teichen*, dem eine potenziell hohe Bedeutung als Jagdhabitat für Fledermäuse und als Habitat verbindende Leitstruktur zugeordnet wird. Auch die Gehölzstrukturen entlang der Grenzen des südlichen Teilgeltungsbereichs werden aufgrund ihrer Lage außerhalb des Geltungsbereichs erhalten.

Für die bestehenden Gebäude, insbesondere der Biogasanlage, können Fledermausquartiere nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Da sämtliche Bestandsgebäude erhalten bleiben, sind keine Beeinträchtigungen zu erwarten.

Die Eingriffe durch die vorliegende Planung sind insgesamt nicht erheblich. Es geht weder Lebensraum verloren noch wird die Qualität des Plangebiets als Habitat für Fledermäuse gemindert.

Bau- und betriebsbedingte Auswirkungen

Bei Realisierung der Planung treten im Zuge der Baumaßnahmen für die Errichtung von Gebäuden, Betriebsflächen etc. im direkten Bauumfeld durch Baumaschinen und Baufahrzeuge ausgelöste visuelle Effekte und Lärmemissionen auf. Diese können für einzelne Fledermaus- und Brutvogelarten unter Umständen störend wirken. Daher sind im direkten Umfeld der Baumaßnahmen vorübergehende Scheucheffekte nicht auszuschließen. Im Extremfall kann eine baubedingte Verlärmung zur Verdrängung besonders störungsempfindlicher Arten führen. Eine erhöhte Störungsempfindlichkeit ist bei Arten mit weitem Hörspektrum, wie etwa den Fledermäusen, die Geräusche bis über 40 kHz wahrnehmen können, nicht auszuschließen.

Betriebsbedingt sind Störungen durch z. B. Anwesenheit von Personen und Transportverkehr zu erwarten, die eine Scheuchwirkung auf Vogelarten entfalten können. Weiterhin sind nächtliche Lichtemissionen aus Beleuchtungseinrichtungen möglich, die die vorkommenden Fledermäuse in ihrem Flug- und Jagdverhalten beeinträchtigen oder eine negative Wirkung auf bestehende Sommerquartiere haben können, andererseits aber auch durch den Anlockeffekt für Insekten eine Steigerung des Jagerfolges möglich.

Artenschutz

Durch die Planung dürfen die Verbotstatbestände (Tötungsverbot – § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG, Störungsverbot – § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG, Zerstörungsverbot – § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG) nicht berührt werden. Bei Umsetzung der Planung können insbesondere durch bau- und betriebsbedinge Lärmimmissionen temporäre Störungen auftreten, die geeignet sein können, Verbotstatbestände zu erfüllen. Auch erforderliche Schnitt- und Beseitigungsmaßnahmen an den vorhandenen Gehölzen können sich hier negativ auswirken.

Alle heimischen Brutvögel[6] sind durch internationales Recht, Europarecht und Bundesrecht entweder besonders oder sogar streng geschützt. Gleiches gilt für Fledermäuse.[7]

Nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG streng geschützte Vogelarten zählen nicht zu dem potenziellen Artenspektrum des Untersuchungsraumes. Nach der aktuellen Roten Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel (KRÜGER & SANDKÜHLER 2022) wird der Star als regional und landesweit gefährdet eingestuft, Feldsperling, Goldammer und Stieglitz sind auf den Vorwarnlisten verzeichnet. Dies sind Brutvögel, die aufgrund lokaler Bestandsrückgänge prophylaktisch in diese Listen aufgenommen wurden, sie gelten derzeit jedoch als (noch) nicht gefährdet. Bei Zugrundelegung der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands (RYSLAVY et al. 2020)

6 Richtlinie über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Richtlinie 79/409/EWG), kurz Vogelschutzrichtlinie

7 Anhang IV der Flora-Fauna Richtlinie 92/43/EWG / NLWKN (Hrsg.) (2008): Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten 03/2008

gilt der Star ebenfalls als gefährdet, der Feldsperling ist eine Art der bundesweiten Vorwarnliste. Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie treten nicht auf.

Mit der Planung werden keine Verbotstatbestände nach § 44 BNatSchG (Tötungsverbot - § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG / Störungsverbot - § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG / Zerstörungsverbot - § 33 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG) berührt:

- Es ist verboten, wildlebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG);

Es liegt kein Verstoß gegen das Tötungsverbot vor, wenn die Beeinträchtigung durch das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen Arten nicht signifikant erhöht wird und diese Beeinträchtigung bei Anwendung von Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann (§ 44 Abs. 5 Nr. 1 BNatSchG). Bau- und anlagebedingte Störungen bzw. Zerstörungen von Brutnestern bzw. damit einhergehende Tötungen von Individuen geschützter Vogelarten können vermieden werden, indem die Baufeldräumung nur außerhalb der Brut- und Aufzuchtzeit vom 01.03. bis zum 30.09. erfolgt. Sträucher sollten vor der Beseitigung fachkundig nach Nestern untersucht werden. So besteht kein Verstoß gegen das Tötungsverbot.

Baubedingte direkte Tötungen von Fledermäusen sind unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen nicht zu erwarten. Fledermäuse sind nachtaktiv und können, sofern Bautätigkeiten bis in die Nachtstunden andauern, bei ihrem Flug Baufahrzeugen ausweichen. Eine Gefährdung durch den Baubetreib ist daher nicht anzunehmen.

Sofern Baumfällungen erforderlich werden, sind diese außerhalb der Aktivitätsperiode der Fledermäuse vorzunehmen, d. h. entsprechende Arbeiten sollten sich auf den Zeitraum von November bis Februar beschränken. Unmittelbar vor dem Fällen der Bäume sind diese auf das Fledermausquartierpotenzial und besetzte Quartiere zu überprüfen. Bei einem Fledermausbesatz ist das weitere Vorgehen mit der Unteren Naturschutzbehörde das Landkreises Vechta abzustimmen.

- Es ist verboten, … wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG);

Es liegt kein Verstoß gegen das Störungsverbot vor, wenn sich der Erhaltungszustand der lokalen Population nicht verschlechtert oder wenn die Tiere oder ihre Entwicklungsformen im Rahmen einer erforderlichen Maßnahme beeinträchtigt werden und diese Beeinträchtigung unvermeidbar ist (§ 44 Abs. 5 Nr. 2 BNatSchG). Auch um diesen Verbotstatbestand nicht zu berühren, wird eine Baufeldräumung außerhalb der Brut- und Aufzuchtzeit der Avifauna empfohlen. Die Mauserzeiten der Vögel müssen ebenfalls beachtet werden.

Lärmemissionen sind auf die Bauzeit beschränkt und entfalten folglich keine dauerhafte Wirkung, so dass eine erhebliche Störung für Fledermäuse nicht anzunehmen ist. Kunstlicht, das in Form von Straßenleuchten und Gebäudebeleuchtung (z. B. Halogenstrahler) auf Flugwege und Jagdhabitate gerichtet ist, kann eine Barrierewirkung auf verschiedene Fledermausarten entfalten. Vor diesem Hintergrund ist auf Lichteinträge, die über das normale Maß der Beleuchtung der Betriebsflächen hinausgehen, zu verzichten und die Beleuchtungsanlagen sind vorsorglich fledermausfreundlich zu gestalten. Direkte nächtliche Ausleuchtung der Gehölzreihen, insbesondere jene entlang der Straße *An den Teichen* sind zu vermeiden.

- Es ist verboten, …. Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wildlebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG).

Es liegt kein Verstoß gegen das Zerstörungsverbot vor, wenn die ökologische Funktion der von dem Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt wird (§ 44 Abs. 5 Nr. 3 BNatSchG). Im vorliegenden Planfall werden potenzielle Fortpflanzungs- und Ruhestätten der Avifauna überplant. Die ökologische Funktion im räumlichen Zusammenhang kann weiterhin erfüllt werden. Es können auch mit der Planung genügend Fortpflanzungs- und Ruhestätten für die vorkommenden Tierarten angeboten werden. Nahrungshabitate der Avifauna und Jagdreviere der Fledermäuse unterliegen als solche nicht dem Zerstörungsverbot. Es besteht demnach kein Verstoß gegen das Zerstörungsverbot.

Es liegen keine Hinweise vor, dass die Planung artenschutzrechtliche Verbotstatbestände auslöst. Wie aufgezeigt, können diese im Planfall ggf. durch geeignete Maßnahmen abgewendet werden. Unter Berücksichtigung der vorgenannten Maßnahmen stehen die Aspekte des Artenschutzes der Planung nicht entgegen.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung blieben die Nahrungs- und potentiellen Bruthabitate der Avifauna und Fledermäuse voraussichtlich unverändert erhalten. Es bestünden jedoch weiterhin die beschriebenen Vorbelastungen und Einwirkungen auf das Plangebiet. Bei regelmäßiger Bewirtschaftung ist von Störwirkungen auszugehen.

2.1.3 Schutzgut Fläche (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand

Der Geltungsbereich hat eine Gesamtflächengröße von rd. 3 ha und teilt sich in zwei Teilgeltungsbereiche. Der Geltungsbereich des Bebauungsplans ist identisch mit dem Geltungsbereich der Änderung des Flächennutzungsplans. Das Plangebiet ist im geltenden Flächennutzungsplan als landwirtschaftliche Fläche dargestellt. Außerdem liegt das Plangebiet innerhalb eines ausgewiesenen Eignungsgebiets für Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse.

Der östliche Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs wird bereits durch eine Biogasanlage genutzt und ist somit großflächig bebaut und versiegelt. Die westlichen Flächen sowie die Flächen im südlichen Teilgeltungsbereich stellen sich als unbebaute Ackerflächen dar.

Vorbelastung

Die Flächen im nördlichen Teilgeltungsbereich sind durch die bestehende Biogasanlage bereits versiegelt und entsprechend als vorbelastet zu bewerten. Auf den unbebauten Ackerflächen bestehen keine Vorbelastungen hinsichtlich des Schutzgut Fläche.

Auswirkungen

Mit der Änderung des Flächennutzungsplans sowie der Aufstellung des Bebauungsplans wird eine erstmalige bauliche Inanspruchnahme von unbebauten Ackerflächen vorbereitet. Im Bereich der bestehenden Biogasanlage werden bereits bebaute und versiegelte Flächen überplant und es ergeben sich keine Auswirkungen auf das Schutzgut Fläche.

Festgesetzt wird ein Sonstiges Sondergebiet mit der Zweckbestimmung Biomethan. Für das Sondergebiet wird eine GRZ von 0,6 bestimmt. Eine Überschreitung der GRZ nach § 19 Abs. 4 BauNVO ist nicht zulässig. Dementsprechend wird ein Versiegelungsgrad von bis zu 60 % der Fläche angenommen. Im Bereich der bestehenden Biogasanlage entspricht dies dem bestehenden Versiegelungsgrad. Im südlichen Teilgeltungsbereich wird auf Ackerflächen ein naturnahes Feldgehölz entwickelt.

Die überplanten Ackerflächen stehen zukünftig nicht mehr als landwirtschaftliche Flächen zur Verfügung.

Eine genaue Flächenbilanzierung ist dem *Kapitel 3.3 Ausgleich und Ersatz* zu entnehmen.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung ergäben sich keine wesentlichen Veränderungen, da keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen umgesetzt würden.

2.1.4 Schutzgut Boden (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand

Das Plangebiet liegt in der Bodenregion Geest, der Bodengroßlandschaft der Talsandniederungen und Urstromtäler. Im gesamten Geltungsbereich ist der **Bodentyp** sehr tiefer Podsol-Gley vorherrschend.[8] Auch der Landschaftsrahmenplan gibt den Bodentyp Gley-Podsol an.

Das Plangebiet liegt nicht innerhalb eines **Suchraums für schutzwürdige Böden**.[9]

Die **Bodenfruchtbarkeit** (Ertragsfähigkeit) wird im Plangebiet als gering angegeben.[10]

Die standortabhängige **Verdichtungsempfindlichkeit** der Böden wird als „gering“ angegeben, die Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung als „gering gefährdet“.[11]

Relief – Das Plangebiet weist keine relevante Höhenentwicklung auf, sondern stellt sich als eben dar.

Altablagerungen – Es liegen keine Erkenntnisse über Altablagerungen vor.

Kampfmittel - Hinweise auf Bombardierungen während des Krieges und somit Rüstungsaltlasten im Gebiet oder der näheren Umgebung liegen nicht vor.[12] Aus Sicherheitsgründen werden regelmäßig seitens des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung in Niedersachsen Gefahrenerforschungsmaßnahmen (Luftbildauswertung) im Vorfeld von Baumaßnahmen empfohlen.

Rohstoffe - Das Plangebiet weist keine verzeichneten Rohstoffvorkommen auf.[13]

Bergbau- Das Plangebiet liegt innerhalb des Bergwerksfelds Münsterland. Aktueller Rechtsinhaber ist die OEG, Bodenschätze sind Kohlenwasserstoffe.[14]

Vorbelastung

Der Boden des Plangebiets ist durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs und im südlichen Teilgeltungsbereich sowie die bestehende Bebauung und den Betrieb einer Biogasanlage vorbelastet.

Auswirkung

Die Planung bereitet im Westen des nördlichen Teilgeltungsbereichs die bauliche Inanspruchnahme bisher unbebauter Ackerflächen vor. Im nördlichen Teilgeltungsbereich sind im Bereich der bestehenden Biogasanlage keine erheblichen Auswirkungen auf den Boden zu erwarten, da die Flächen bereits bebaut und zum Großteil versiegelt sind. Es sind keine Änderungen im Bereich der bestehenden Biogasanlagen vorgesehen. Im südlichen Teilgeltungsbereich werden auf Ackerflächen naturnahe Gehölzstrukturen entwickelt. Es ist von Verbesserungen für das Schutzgut Boden auszugehen. Mit der Festsetzung einer Grundflächenzahl (GRZ) von 0,6 für das Sonstige Sondergebiet ist von einer Versiegelung von bis zu 60 % auszugehen. Eingriffe in den natürlichen Bodenhaushalt werden so auf das notwendige Minimum reduziert. Dennoch ermöglicht die Planung erhebliche Eingriffe in das Schutzgut Boden, die sich auf die natürlichen Bodenfunktionen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG) auswirken können. Als erheblicher Eingriff im Sinne des Bodenschutzes ist zu werten, wenn die natürlichen Bodenstrukturen durch Bodenaustausch grundlegend ge- bzw. zerstört werden. Mit dem bei Bauvorhaben in der Regel zu erwartendem Abtrag zumindest des Oberbodens und Auftrag neuen Bodens bzw. der Überdeckung des vorhandenen Bodens mit Material, das in der Regel andere Eigenschaften als der bestehende Boden aufweist, können in Abhängigkeit von Art und

8 Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000, NIBIS-Kartenserver, 2017
9 Schutzwürdige Böden in Niedersachsen, NIBIS-Kartenserver, 2018
10 Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000 – Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit), NIBIS-Kartenserver, 2018, Revision 2019
11 Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000 – Standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit, NIBIS-Kartenserver, 2017, Revision 2019
12 Altablagerungen in Niedersachsen, NBIS-Kartenserver, 2000, Revision 2011 sowie Rüstungsaltlasten in Niedersachsen, NIBIS-Kartenserver, 1998
13 Rohstoffsicherungskarte von Niedersachsen 1 : 25.000, NIBIS-Kartenserver, 2000
14 Bergwerkseigentum, NIBIS-Kartenserver, 2007, Revision 2020

Mächtigkeit der Abtragung bzw. Überdeckung die ursprünglichen bzw. bisherigen Funktionen des Bodens erheblich beeinträchtigt werden. Verdichtung und Versiegelung lösen ebenfalls Beeinträchtigungen aus.

Durch die Erweiterung der bestehenden Biogasanlage erhöht sich zudem die Menge an entzündbaren und klimaschädlichen Gasen sowie die Menge an Input- und Outputstoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten, die in der Anlage verarbeitet werden. Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass es bei Störfällen zu erhöhten Eintragungen an Schadstoffen und wassergefährdenden Stoffen kommt, die sich negativ auf den natürlichen Bodenhaushalt auswirken können.

Durch das Befahren mit Baufahrzeugen und das Anlegen von Bauwegen und Lagerplätzen in der Bauphase können Bodenverdichtungen auch über die zukünftig bebauten Bereiche hinaus entstehen. Baubedingt können weitere Einträge (z. B. von den Baumaschinen) nie vollständig ausgeschlossen werden, wobei vom Einsatz des aktuellen Standes der Technik und der Einhaltung aller geltenden Gesetze, Vorgaben und Richtlinien ausgegangen werden kann. Mögliche Einträge können so vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden.

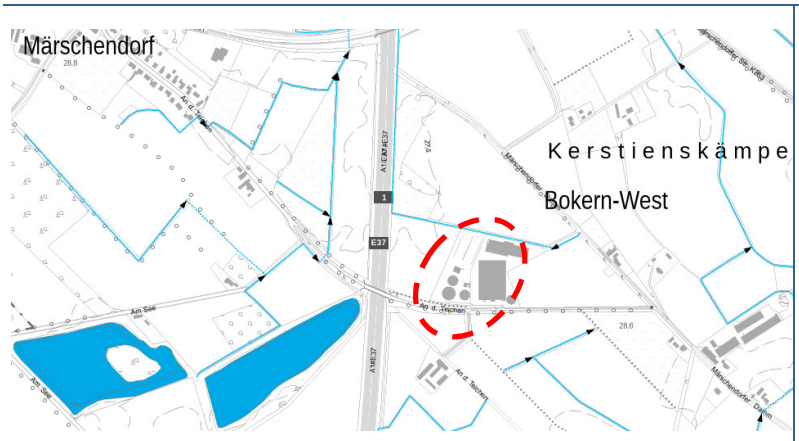
Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung bliebe die Bodensituation gegenüber dem heutigen Zustand weitgehend unverändert. Es ist davon auszugehen, dass die westlichen und südlichen Flächen weiterhin als Ackerfläche bewirtschaftet würden. Die dabei entstehenden, typischen Auswirkungen blieben erhalten. Die östliche Fläche würde weiterhin durch die bestehende Biogasanlage genutzt werden.

2.1.5 Schutzgut Wasser (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand

Abb. 11 Verlauf und Lage der Gewässer im Plangebiet (eigene Darstellung auf Grundlage von Karte aus umwelt.niedersachsen.de 2023)



Gewässer – Im Plangebiet befinden sich keine offenen Gewässer. Nördlich an das Plangebiet angrenzend verläuft ein Graben III. Ordnung. Südwestlich des Plangebiets, westlich der BAB 1, befinden sich zwei Stillgewässer.

Grundwasser – Der mittlere Grundwasserhochstand (MHGW) liegt bei 7 dm unter der Geländeoberfläche (u. GOF) und wird als abgesenkt angegeben. Der mittlere Grundwassertiefstand (MNGW) bei 14 dm u. GOF und wird ebenfalls als abgesenkt angegeben.[15]

Die **Grundwasseroberfläche** liegt bei >25 bis 27,5 m NHN.[16]

Das **Schutzpotenzial der Gewässerüberdeckung** wird als gering angegeben. Dementsprechend sind die Deckschichten über dem Grundwasser gut durchlässig und lassen Versickerung zu. Die Flurabstände zwischen Gelände und Grundwasseroberfläche sing gering, was kurze oder keine

15 Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000, NIBIS-Kartenserver, 2017
16 Hydrologische Karte von Niedersachsen 1 : 50.000 – Lage der Grundwasseroberfläche, 2008

Verweilzeiten von eingedrungenen Schadstoffen begünstigt. Stoffminderungsprozesse (Abbau, Adsorption) können kaum stattfinden.[17]

Schutzgebiete – Im Plangebiet oder der näheren Umgebung befinden sich keine Überschwemmungsgebiete, Wasserschutzgebiete oder andere Schutzgebiete.

Oberflächenentwässerung – Das anfallende Oberflächenwasser versickert derzeit auf den landwirtschaftlichen und sonstigen unversiegelten Flächen.

Vorbelastung

Die Oberflächengewässer und das Grundwasser des Plangebiets sind durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung sowie den Betrieb der bestehenden Biogasanlage vorbelastet. Während des Betriebs einer Biogasanlage fallen wassergefährdende Stoffe in Form von Gülle, Substraten und Gärresten an, die sich im Störfall negativ auf das Grundwasser und umliegende Gewässer auswirken können.

Auswirkung

In Folge der zu erwartenden Bebauung sowie eines hohen Versieglungsgrad im Bereich der Ackerflächen im nördlichen Teilgeltungsbereich kommt es zu erheblichen Eingriffen in den natürlichen Wasserhaushalt. Das anfallende Oberflächenwasser kann hier nicht länger flächenhaft versickern.

Zur Sicherung der Oberflächenentwässerung wurde ein Entwässerungsplan aufgestellt. Das anfallende unbelastete Niederschlagswasser kann im nördlichen Teilgeltungsbereich in den unversiegelten Freiflächen weiterhin ungehindert im Boden versickern. Ergänzend wird entlang der westlichen Grenze des nördlichen Teilgeltungsbereichs eine Versickerungsmulde bzw. ein längliches Versickerungsbecken hergestellt, um anfallendes unbelastetes Niederschlagswasser zurückzuhalten und zu versickern. Anfallendes Niederschlagswasser, dass potenziell verunreinigt sein kann, wird über Schmutzwasserleitungen in eine bestehende Güllegrube eingeleitet.

Im südlichen Teilgeltungsbereich kann anfallendes Oberflächenwasser weiterhin versickern.

Durch die Erweiterung der Biogasanlage erhöht sich auch die Menge an wassergefährdenden Stoffen in Form von Gülle, Substraten und Gärresten, die in der Anlage verarbeitet werden. Durch eine Umwallung gem. § 37 AwSV wird gewährleistet, dass im Schadensfall alle flüssigen wassergefährdenden Stoffe zurückgehalten werden, sodass negative Auswirkungen auf umliegende Gewässer vermieden und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt minimiert werden können.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung wären keine Auswirkungen auf die Gewässer zu erwarten. Die bestehenden Belastungen würden unverändert wirken. Für die Oberflächenentwässerung ergäben sich keine Veränderungen.

2.1.6 Schutzgüter Luft und Klima (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand

Großklima – Der Landschaftsrahmenplan des Landkreises Vechta beschreibt das Großklima als ozeanisch geprägtes Klima. Dieses zeichnet sich durch relativ kühle und feuchte Sommer sowie milde und feuchte Winter aus. Die Winde kommen vorwiegend aus Westen bis Südwesten. Der Jahresniederschlag ist in der Flachlandregion des oldenburgischen Münsterlandes mit 620 – 690 mm (Diepholzer Moorniederung) bis 670 – 780 mm (Bersenbrücker Land, Dammer Berge, Geest) als durchschnittlich zu bewerten. Die Jahrestemperatur liegt bei durchschnittlich 8,6 °C bis 9 °C.[18]

Lokales Klima – Das Plangebiet selbst liegt innerhalb von Ackerklimatopen, die dem Freilandklima zuzuordnen sind. Diese zeichnen sich durch Ackernutzung mit Gehölzen, Restwaldflächen und Gehöften aus. Ackerklimatope stellen häufig Kaltluftentstehungsgebiete

17 Schutzpotenzial der Gewässerüberdeckung, NIBIS-Kartenserver, 1982

18 Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, Kapitel 3.5.1.1 Beschreibung der klimatischen und lufthygienischen Verhältnisse im Landkreis Vechta, 2005

dar. In Abhängigkeit von Bodenart und Wärmekapazität des Bodens entstehen v.a. während windschwacher und wolkenfreier Nächte kalte Luftmassen. Kaltluftentstehungsgebiete sind als klimatische Ausgleichsflächen wichtig v.a. für klimatisch (thermisch) und lufthygienisch stärker belastete Gebiete - insbesondere für größere Siedlungskomplexe und Ballungsgebiete. Zeitweise ist in Raum der Ackerklimatope mit Luftbelastungen durch Gülle zu rechnen. [19]

Für die Stadt Lohne liegen keine Luftreinhaltepläne vor. Es liegen keine besonderen Bestandsdaten für das Schutzgut Luft vor.

Vorbelastung

Das Plangebiet ist hinsichtlich der Schutzgüter Klima und Luft durch die bestehende Biogasanlage und angrenzende Tierhaltungsanlagen erheblich vorbelastet. Weitere erhebliche Vorbelastungen bestehen durch die westlich verlaufende Bundesautobahn A1, die auch im Landschaftsrahmenplan als Hauptverkehrsstraße mit hohen bis sehr hohen straßenverkehrsbedingten Emissionen dargestellt ist.

Auswirkung

Durch die Planung werden westlich der bestehenden Anlage derzeit unbebaute Flächen in Anspruch genommen. Hieraus ergeben sich grundsätzlich immer kleinklimatische Veränderungen. Mit den getroffenen Festsetzungen eines Sondergebiets mit der Zweckbestimmung „Biomethan“ und einer GRZ von 0,6 ist von einer Versiegelung (einschließlich Bebauung) von bis zu 60 % der Fläche auszugehen. Bautypisch kann aufgrund von Versiegelungen kein Wasser mehr aus dem Boden verdunsten, was beispielsweise zur Kühlung der Luft beiträgt. Es ist von höheren Temperaturen und geringerer Luftfeuchtigkeit auszugehen. Dies betrifft insbesondere den westlichen, derzeit unbebauten Bereich des nördlichen Teilgeltungsbereichs. Hinsichtlich der bestehenden Vorbelastungen durch die angrenzende Bundesautobahn A1 sowie die bestehende Biogasanlage und angrenzende Tierhaltungsanlagen sind die Auswirkungen durch die Inanspruchnahme der unbebauten Ackerflächen als unerheblich zu bewerten. Durch die Erweiterung der bestehenden Anlage wird die Inanspruchnahme von Flächen in weniger vorbelasteten Bereichen mit klimatischen Ausgleichsfunktionen durch den Neubau einer neuen Anlage vermieden. Zudem werden die angrenzenden, großen offenen landwirtschaftlichen Nutzflächen im gesamten Umgebungsbereich weiterhin das Freilandklima prägen. Positive Effekte sind zudem durch die Entwicklung eines naturnahen Feldgehölzes im südlichen Teilgeltungsbereich zu erwarten.

Mit der Erweiterung der Biogasanlage sind zudem positive Klimaaspekte verbunden. Durch die Energieerzeugung durch Biomasse wird dem Ausstoß von Kohlenmonoxid- und Treibhausgasemissionen durch die konventionelle Energieerzeugung entgegengesteuert. Zudem wird der Ausbau der erneuerbaren Energien regional und nachhaltig gefördert.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung ergäben sich keine Veränderungen für das Schutzgut Luft und Klima. Die Flächen wären weiterhin durch die Bundesautobahn A1 sowie die bestehende Biogasanlage und Tierhaltungsanlagen vorbelastet.

2.1.7 Schutzgut Landschaftsbild (§ 1(6) Nr. 7a BauGB)

Bestand

Das Plangebiet ist der naturräumlichen Einheit der Vechtaer Mark im Naturraum des Bersenbrücker Landes zuzuordnen. Die Vechtaer Mark zeichnet sich durch Stieleichen-Birkenwälder als natürliche Vegetation aus, die heuet häufig durch Acker und Nadelholzaufforstungen überprägt sind. [20]

Bei der Landschaftsbildeinheit im Plangebiet handelt es sich nach dem Landschaftsrahmenplan des Landkreises Vechta um „Landschaftsräume mit dominierender Ackernutzung“, die den Landschaftsbildeinheiten der ebenen bis flachwelligen Naturräume zuzuordnen sind. Diese sind

[19] Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, Karte 5 Klima / Luft, 2005
[20] Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, Kapitel 1.2 naturräumliche Gliederung, 2005

geprägt durch einen kleinräumigen Landschaftscharakter mit relativ kleinflächigen Schlägen und gliedernden Landschaftselementen. [21]

Insgesamt wird das Plangebiet im Landschaftsrahmenplan hinsichtlich der Voraussetzungen der Landschaftsbildeinheiten für das Landschaftserleben als mittel bewertet. Es sind Grundvoraussetzungen für das Landschaftserleben vorhanden.[22]

Westlich des Plangebiets verläuft die Bundesautobahn A1 die als landschaftsprägendes Einzelobjekt mit visueller Zerschneidungswirkung und Lärmbelästigung sowie geruchliche Störungen dargestellt wird. In der Bewertung führt dies zu einer nachhaltigen Einschränkung des Landschaftserlebens.

Westlich der Autobahn befindet sich das Landschaftsschutzgebiet Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche (LSG VEC 00075) in rd. 150 m Entfernung zum Plangebiet.

Vorbelastung

Das Landschaftsbild bzw. das Landschaftserleben ist durch die im Westen verlaufende Bundesautobahn sowie die bestehende Biogasanlage mit angrenzenden Tierhaltungsanlagen erheblich vorbelastet.

Auswirkungen

Im Zuge der Erweiterung der bestehenden Biogasanlage sind Höhenentwicklung von bis zu 30 m bei technisch notwendigen Bestandteilen mit einer Grundfläche von max. 42 m x 42 m wie z.B. Hochfermenter möglich. Es sind somit Bauhöhen möglich, die sich deutlich vom Bestand abheben. Grundsätzlich können so raumwirksame Anlagen entstehen, die sich erheblich auf das Landschaftsbild auswirken.

Die Erweiterung der Biogasanlage erfolgt im nördlichen Teilgeltungsbereich zwischen der bestehenden Anlage im Osten sowie der Bundesautobahn A1 im Westen, auf Flächen, die aufgrund der Vorbelastungen lediglich einen geringen Wert für das Landschaftsbild aufweisen und vom umliegenden Landschaftsraum abgrenzt sind. Die bestehende Anlage ist durch Grünstrukturen eingefasst. Auch im Zuge der geplanten Erweiterung sind Eingrünungsmaßnahmen in Form einer Wallbepflanzung vorgesehen, die die Auswirkungen auf das Landschaftsbild minimieren. Durch die nahgelegene Autobahn sowie die landwirtschaftlichen Betriebe mit Tierhaltung kommt den Flächen aufgrund von Lärm- und Geruchsimmissionen keine relevante Bedeutung für das Landschaftserleben zu. Aufgrund der bestehenden Vorbelastungen sowie Eingrünungsmaßnahmen können die Auswirkungen auf das Landschaftsbild deutlich minimiert werden.

Das Landschaftsschutzgebiet *LSG VEC 00075 Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche* ist durch die Autobahn räumlich und visuell vom Plangebiet getrennt, sodass sich keine erheblichen Auswirkungen ergeben.

Insgesamt sind somit keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzziele des Landschaftsschutzgebiets und das Landschaftserleben infolge der vorliegenden Planung zu erwarten.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung wären keine wesentlichen Veränderungen auf das Schutzgut Landschaftsbild zu erwarten.

[21] Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, Karte 2 Landschaftsbild (Vielfalt, Eigenart, Schönheit), Landschaftsbildeinheiten, 2005

[22] Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, Karte 2a Landschaftsbild- Bewertung und wichtige Bereiche, 2005

2.1.8 Schutzgut Mensch (§ 1(6) Nr. 7c BauGB)

Bestand

Das Plangebiet wird im nördlichen Teilgeltungsbereich bereits zu einem Großteil als Biogasanlage genutzt von der schon heute Emissionen auf die Umgebung wirken. Bei den weiteren Flächen sowohl im nördlichen als auch im südlichen Teilgeltungsbereich handelt es sich um unbebaute Ackerflächen.

Schutzwürdige Nutzungen befinden sich in Form von Hofstellen mit integrierter Wohnnutzung sowie Wohnhäusern in Einzellage südlich, östlich, nördlich und westlich des Plangebiets. Nächstgelegene schutzwürdige Nutzung ist eine unmittelbar an den südlichen Teilgeltungsbereich angrenzende Hofstelle mit integrierter Wohnnutzung. Im Plangebiet selbst befinden sich keine schutzwürdigen Nutzungen.

Vorbelastung

Von der bestehenden Biogasanlage gehen durch den Betrieb der Anlage (Betrieb BHKW, Betrieb Feststoffannahme, Betrieb Gasaufbereitungstechnik) sowie einem hohen Verkehrsaufkommen bereits Lärmemissionen aus.

Auch Geruchsemissionen gehen durch die Lagerung und Verwertung von Biomasse betriebsbedingt von der bestehenden Anlage aus und wirken auf die Umgebung.

Von der nahegelegenen Bundesautobahn A1 wirken Lärmimmissionen auf das Plangebiet.

Auswirkungen

Durch die Erweiterung der Biogasanlage ist im Vergleich zur gegenwärtigen Situation grundsätzlich mit einer erhöhten Belastung für die umliegenden schutzwürdigen Nutzungen durch Lärm- und Geruchsimmissionen zu rechnen. Mit der Erweiterung der Anlage geht auch eine Erhöhung der Biomasse einher. Damit ist ein erhöhtes Verkehrsaufkommen, insbesondere während der Erntezeit, sowie eine vermehrte Geruchsbildung verbunden. Zur Klärung, ob durch die vorliegende Planung erhebliche Belastungen durch Lärm- und Geruchsimmissionen für die schutzwürdigen Nutzungen in der Umgebung des Plangebiets zu erwarten sind wurde sowohl ein Schallimmissionsgutachten[23] als auch eine Geruchsimmissionsprognose[24] erstellt. Die unabhängigen Gutachten zeigen im Ergebnis, dass weder durch Lärm- noch durch Geruchimmissionen erhebliche Belastungen der schutzwürdigen Nutzungen in der Umgebung zu erwarten sind.

Die Biogasanlage unterliegt der 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung). Die Biogasanlage ist als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung anzusehen,

Da nach der Erweiterung der bestehenden Anlage die maximal mögliche Biogasmenge zwischen den Mengeschwellen von 10 t und 50 t liegt, unterliegt die Biogasanlage der 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung) und ist als ein Betriebsbereich der unteren Klasse gemäß §2 Abs. 1 der Störfallverordnung anzusehen. Gemäß §8 der 12. der BImSchV wurde für die Anlage ein Störfallkonzept erstellt. Im Rahmen der Bauleitplanung ist insbesondere die Frage danach relevant, ob schutzbedürftige Objekte aufgrund der Auswirkungen von Störungsfällen und Dennoch-Störfällen in der Biogasanlage negativ beeinflusst werden. Zur Klärung wurde im Rahmen des Störfallkonzeptes eine Auswirkungsanalyse zur Ermittlung von angemessenen Abständen mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen erstellt.[25] Störfälle können bei einer Biogasanlage insbesondere durch die hohe Entzündlichkeit sowie die Fähigkeit zur Bildung von explosionsfähigen Gemischen durch das Biogas auftreten und so negativ auf die Umgebung sowie die schutzwürdigen Nutzungen wirken. Im Ergebnis der Berechnung zeigt sich, dass sich im aktuellen Planungsstand unabhängig von der Windrichtung, keine schutzbedürftigen Gebiete im Sinne des

[23] Schallimmissionsgutachten gem. TA Lärm, Normec uppenkamp GmbH (2024)
[24] Geruchsimmissionsprognose, Normec uppenkamp GmbH (2024)
[25] Anhang A zum Störfallkonzept (§8 der 12. BImSchV) – Auswirkungsanalyse, TÜV Nord (2024)

§ 50 Satz 1 BImSchG sowie Leitfaden KAS 18 /7/ innerhalb einer zündfähigen und toxischen Atmosphäre oberhalb des ERPG-2-Wertes für 60 Minuten angesiedelt sind.

Baubedingt kann es zu einem erhöhten Verkehrs- und Lärmaufkommen und zu Baulärm kommen. Da es sich jedoch um einen begrenzten Zeitraum handelt, ist eine erhebliche Belastung nicht zu erwarten.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung würde ergeben sich keine Veränderungen bezogen auf das Schutzgut Mensch. Die Emissionen durch die bestehende Biogasanlage würden unverändert auf die Umgebung wirken.

2.1.9 Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter (§ 1(6) Nr. 7d BauGB)

Bestand

Im Plangebiet selbst oder direkt angrenzend ist ein Vorkommen von Sach- und/oder Kulturgüter nicht bekannt. Kulturgeschichtlich bedeutsame Böden sind in den Umweltkarten ebenfalls nicht dargestellt. Die nächstgelegenen Baudenkmale befinden sich nördlich und östlich des Plangebiets an der *Märschendorfer Straße*. Hierbei handelt es sich um Hofstellen mit denkmalgeschützten Haupt- und Nebengebäuden, die als Gesamtanlagen (Ensemble) dem Denkmalschutz unterliegen.

Vorbelastung

Es bestehen keine Vorbelastungen bezogen auf das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter.

Auswirkung

Die Planung ermöglicht im Westen des Plangebiets sowie im südlichen Teilgeltungsbereich die vollständige Überformung bisher unbebauter Ackerflächen. Es ist wahrscheinlich, dass im Zuge der Bauvorbereitung umfangreiche Erdarbeiten durchgeführt werden. Bei allen Erdarbeiten können mögliche Fundstellen zu Tage treten. Hinweise auf besondere Vorkommen im Plangebiet bestehen nicht. Die Planung löst keine erheblichen Beeinträchtigungen für Kultur- und sonstige Sachgüter aus.

Durch die vorliegende Planung sind keine erheblichen Auswirkungen auf die Baudenkmale an der *Märschendorfer Straße* zu erwarten, da aufgrund ihrer Entfernung zum Plangebiet kein räumlicher Zusammenhang besteht. Das Plangebiet und die Baudenkmale sind durch die Straße *Märschendorfer Damm* sowie bestehende Bebauung räumlich und visuell voneinander getrennt. Die denkmalgeschützten Hofanlagen sind zudem durch Gehölzstrukturen auf den Grundstücken eingefasst.

Null-Variante

Bei Nichtdurchführung der Planung wären keine wesentlichen Veränderungen auf das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter zu erwarten.

2.2 Bau-, anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen

Beim vorliegenden Bebauungsplan handelt es sich um einen vorhabenbezogenen Bebauungsplan. Der vorhabenbezogene Bebauungsplan begründet die Zulässigkeit von einzelnen Vorhaben. Eine genaue Beschreibung bau-, anlagen- oder betriebsbedingter Auswirkungen ist somit möglich.

Emissionen und Abfälle

Durch die Erweiterung der Biogasanlage entstehen Emissionen. Es ist jedoch nicht mit einer Zunahme von Emissionen zu rechnen, die erhebliche Auswirkungen auf umliegende Nutzungen haben. (siehe auch Kapitel 2.1.8) Nebenprodukte, die bei der Biogasproduktion entstehen können als landwirtschaftlicher Dünger genutzt werden, sodass keine Abfälle erstehen, die einer gesonderten Entsorgung bedürfen. Besondere Abwässer entstehen während der Biogasproduktion nicht. Ggf. verunreinigtes Oberflächenwasser wird in eine bestehende Güllegrube eingeleitet.

Nutzung regenerativer Energien

Mit der Realisierung der planungsrechtlichen Sicherung einer bestehenden Biogasanlage sowie deren Erweiterung trägt das Vorhaben wesentlich zur regionalen Nutzung erneuerbarer Energien bei. Weiterhin trifft der Bebauungsplan zu diesen Belangen keine gesonderten Festsetzungen (§ 1 Absatz 6 Nummer 7f BauGB).

Risiko für Unfälle

Mit der Festsetzung eines Sondergebiets (SO) mit der Zweckbestimmung „Biomethan“ wird eine bestehende Biogasanlage planungsrechtlich gesichert und deren Erweiterung ermöglicht. Die Biogasanlage unterliegt den 12. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (12. BImSchV, Störfallverordnung). Zur Minimierung des Risikos für Unfälle und damit verbundene negative Umwelteinwirkungen wurde ein Störfallkonzept gem. § 8 der 12. BImSchV erstellt.

Eingesetzte Techniken und Stoffe

Im Bebauungsplan werden keine gesonderten Regelungen zu den einzusetzenden Techniken und Stoffen getroffen. Im Neubaustandard ist von der Anwendung zeitgemäßer technischer Standards und Materialien auszugehen (Anlage 1 zum BauGB – Nr. 2b-hh).

2.3 Wechselwirkungen (§ 1(6) Nr. 7i BauGB)

Die auf die Schutzgüter bezogenen Auswirkungen betreffen ein komplexes Wirkungsgefüge.

Übersicht über die Umweltauswirkungen

Schutzgut	Umweltauswirkungen	Erheblichkeit
Pflanzen	- Überplanung von Biotoptypen mit geringer ökologischer Qualität - Verlust einer Strauch- und Baumhecke zentral im Plangebiet - Erhalt einer vorhandenen Strauch-Baumhecke im Osten des nördlichen Teilgeltungsbereichs - Anlage eines bepflanzten Walls - Extensivierung von Ackerflächen durch Anlage einer Sukzessionsfläche - Festsetzung einer Kompensationsfläche zur Entwicklung eines Feldgehölzes	•
Tiere	- Verlust einer Strauch-Baumhecke als Nahrungs- und Bruthabitate - Erhalt einer Strauch- und Baumhecke mit Habitatqualitäten - Schaffung neuer Habitate und Nahrungsräume durch die Anlage eines bepflanzten Walls sowie einer Sukzessionsfläche - Festsetzung einer Kompensationsfläche zur Entwicklung eines Feldgehölzes	o
Fläche	- Tlw. Überplanung bereits versiegelter Bereiche - Tlw. Inanspruchnahme unbebauter Ackerflächen	o
Boden	- Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen im Bereich der Ackerflächen durch neue Versiegelung	oo
Wasser	- Neue Versiegelungen im Bereich der Ackerflächen beeinflussen den Oberflächenabfluss - Anlage einer Versickerungsmulde sowie eines Regenrückhaltebeckens sind vorgesehen	o
Luft und Klima	- Ausbau erneuerbarer Energien	••
Landschaftsbild	- Keine erheblichen Auswirkungen	o
Mensch	- Keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch und dessen Gesundheit	-
Kultur-/Sachgüter	- Keine erheblichen Auswirkungen	-
	Negativ: ooo sehr erheblich / oo erheblich / o wenig erheblich / - nicht erheblich Positiv: ••• sehr erheblich / •• erheblich / • wenig erheblich / - nicht erheblich	

Eine detaillierte Untersuchung der Wechselwirkungen ist nicht erforderlich. Die Beurteilung der einzelnen Schutzgüter ist als ausreichend zu betrachten, da eine Verstärkung von Umweltauswirkungen durch sich zusätzliche Wechselwirkungen im Plangebiet nicht zu erwarten ist.

Benachbarte Plangebiete

Es bestehen im Umfeld keine Planungen oder Vorhaben, die zu berücksichtigen sind. Es kommt daher nicht zur Kumulierung mit den Auswirkungen von Vorhaben benachbarter Plangebiete (Anlage 1 zum BauGB – Nr. 2 b-ff).

Klimawandel

Das Planvorhaben lässt keine besondere Anfälligkeit gegenüber den möglichen Folgen des Klimawandels erkennen (Anlage 1 zum BauGB – Nr. 2 b-gg).

3 Maßnahmen zur Vermeidung / Verringerung /Ausgleich der Auswirkungen

(Anlage 1 zum BauGB)

3.1 Vermeidungsmaßnahmen / Planungsalternativen

(Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2d)

Eine grundsätzliche Vermeidung des Eingriffs ist zur Umsetzung des städtebaulichen Ziels der Stadt nicht möglich. Eine Erweiterung der bestehenden Biogasanlage zum Ausbau der erneuerbaren Energien ist nur auf den direkt angrenzenden Flächen möglich.

Überplant werden vornehmlich bereits versiegelte Flächen sowie intensiv bewirtschaftete Ackerflächen, denen eine durchschnittliche bis geringe ökologische Qualität zuzusprechen ist. Grünstrukturen von erhöhter Bedeutung werden zum Großteil erhalten. Die verbleibenden Eingriffe sind zur Umsetzung der Planziele unvermeidbar.

3.2 Verringerungsmaßnahmen

(Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2 c)

Folgende Maßnahmen im Gebiet vermeiden bzw. minimieren die Umweltwirkungen der Planung für die einzelnen Schutzgüter:

Übersicht der Vermeidungs- und Verringerungsmaßnahmen

Schutzgut	Vermeidungs- und Verringerungsmaßnahme
Pflanzen	- Erhalt einer Strauch- und Baumhecke im Osten des nördlichen Plangebiets - Anlage eines bepflanzten Walls - Anlage einer Sukzessionsfläche
Tiere	- Erhalt einer Strauch- und Baumhecke im Osten des nördlichen Teilgeltungsbereichs mit potenziellen Habitatqualität für die Avifauna und Fledermäuse - Anlage eines bepflanzten Walls - Anlage einer Sukzessionsfläche - Baufeldräumung/ Baufeldfreimachung außerhalb der Zeit zwischen dem 01. März und dem 15 Juli - Baumfäll- und Rodungsarbeiten außerhalb der Zeit zwischen dem 01. März und dem 30. September - Fledermaus- und insektenfreundliche Beleuchtung
Fläche/Boden	- Beschränkung der Versiegelung auf max. 60 % (GRZ von 0,6 ohne Überschreitungsmöglichkeiten)
Wasser	- Anlage einer Versickerungsmulde im nördlichen Teilgeltungsbereich - Anlage eines Regenrückhaltebeckens im südlichen Teilgeltungsbereich
Luft / Klima	- Keine Maßnahmen erforderlich
Landschafts-bild	- Randliche Eingrünung durch bepflanzten Wall im nördlichen Teilgeltungsbereich
Mensch	- ausreichende Abstände zu umliegenden Schutzwürdigen Nutzungen
Kultur-/ Sachgut	- Keine Maßnahmen erforderlich

3.3 Ausgleich und Ersatz (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 2c)

Folgende Maßnahmen im Gebiet gleichen die verbleibenden, unvermeidbaren Umweltwirkungen der Planung für die einzelnen Schutzgüter aus:

Übersicht der Ausgleichsmaßnahmen

Schutzgut	Ausgleichsmaßnahme
Pflanzen	- Festsetzung einer Kompensationsfläche zur Entwicklung eines Feldgehölzes
Tiere	- Festsetzung einer Kompensationsfläche zur Entwicklung eines Feldgehölzes
Fläche/Boden	- Festsetzung einer Kompensationsfläche zur Entwicklung eines Feldgehölzes
Wasser	- Keine Ausgleichsmaßnahmen erforderlich
Luft / Klima	- Keine Ausgleichsmaßnahmen erforderlich
Landschaftsbild	- Keine Ausgleichsmaßnahmen erforderlich
Mensch	- Keine Ausgleichsmaßnahmen erforderlich
Kultur-/ Sachgut	- Keine Ausgleichsmaßnahmen erforderlich

Mit den benannten Vermeidungs-, Verringerungs- und Ausgleichsmaßnahmen stellt die Planung eine Wertsteigerung bei den vorfindlichen Biotoptypen sicher. Maßgeblich hierfür ist die Festsetzung einer Fläche für Maßnahmen zur Pflege, zum Schutz und zur Entwicklung von Natur und Landschaft. Ackerflächen werden durch die gezielte Anpflanzung von Bäumen und der langfristigen Entwicklung eines Feldgehölzes erheblich aufgewertet. In Kombination mit dem festgesetzten Erhalt bestehender Grünstrukturen sowie neuer Eingrünungsmaßnahmen im Bereich der Biogasanlage (nördlicher Teilgeltungsbereich) können die Eingriffe durch die geplante Anlagenerweiterung, insbesondere der Verlust einer Strauch- und Baumhecke sowie die Versiegelung bisher unversiegelter Ackerflächen, vollständig ausgeglichen werden.

Für die nachfolgende Bilanzierung wurde das Osnabrücker Kompensationsmodell aus dem Jahr 2016 angewandt.

Bei den Strauch- Baumhecken im Plangebiet handelt es sich um Kompensationsflächen die der bestehenden Biogasanlage zugeordnet sind. Überplant wird eine Strauch- und Baumhecke zentral im Plangebiet, die Teil der Kompensationsflächen ist. Der Verlust der Gehölzstruktur wird in der nachfolgenden Flächenbilanzierung berücksichtigt und entsprechend ausgeglichen. Die übrigen Kompensationsflächen in Form von Strauch-Baumhecken bleiben unverändert bestehen oder werden in die neue Eingrünung integriert.

Bei der Ermittlung des zu erwartenden Eingriffsumfangs ist zwischen der Flächennutzungsplan- und der Bebauungsplanebene zu unterscheiden.

Ebene des Flächennutzungs-planes

Auf Ebene des Flächennutzungsplanes ergibt sich, unter Annahme maximaler Versiegelungen ein rechnerisches Defizit von voraussichtlich 7.370 Wertpunkten.

Ebene des Flächennutzungsplanes - Biotoptypen und Wertpunkte **vor** städtebaulicher Planung

Biotoptypen derzeit - Bestand	Biotoptyp*	Wertfaktor**	Flächengröße in m²	Wertpunkte
Acker	A	1,0	13.340	13.340
Landwirtschaftliche Produktionsanlage	ODP	0	14.100	0
Strauch-Baumhecke	HFM	2,0	2.600	5.200
Summe Bestand			**30.040**	**18.540**

* Typisierung nach dem Kartierschlüssel für Niedersachsen

** Bewertung entsprechend Bedeutung für Schutzgüter gemäß Bierhals / v. Drachenfels:
0= weitgehend ohne, 1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mittlere, 4 = hohe, 5 = sehr hohe

Ebene des Flächennutzungsplanes - Biotoptypen und Wertpunkte **nach** städtebaulicher Planung

Biotoptypen nach Planung	Biotoptyp*	Wertfaktor**	Flächengröße in m²	Wertpunkte
Sonderbaufläche - Max. Versiegelung – 80 % - Unversiegelt – 20 %	 X PZA	 0 1,0	 21.740 5.430	 0 5.430
Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	HN	2,0	2.870	5.740
Summe			30.040	11.170

* Typisierung nach dem Kartierschlüssel für Niedersachsen
** Bewertung entsprechend Bedeutung für Schutzgüter gemäß Bierhals / v. Drachenfels:
0= weitgehend ohne, 1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mittlere, 4 = hohe, 5 = sehr hohe

Saldo der Bewertung

Ebene des Flächennutzungsplanes	Wertpunkte
Vor der Planung	18.540
Nach der Planung	11.170
Saldo	**-7.370**

Ebene der Bebauungsplanung

Auf Ebene des Bebauungsplanes ergibt sich, unter Annahme der im Plan getroffenen baurechtlichen Festsetzungen ein rechnerischer Überschuss von voraussichtlich 1.130 Wertpunkten. In der Bilanzierung ist der Verlust einer Strauch-Baumhecke, die als Kompensation für die bestehende Biogasanlage dient berücksichtigt.

Ebene des Bebauungsplanes - Biotoptypen und Wertpunkte **vor** geplantem Baurecht

Biotoptypen derzeit - Bestand	Biotoptyp*	Wertfaktor**	Flächengröße in m²	Wertpunkte
Acker	A	1,0	13.340	13.340
Landwirtschaftliche Produktionsanlage	ODP	0	14.100	0
Strauch-Baumhecke (Kompensationsflächen der bestehenden Biogasanlage)	HFM	2,0	2.600	5.200
Summe Bestand			**30.040**	**18.540**

* Typisierung nach dem Kartierschlüssel für Niedersachsen
** Bewertung entsprechend Bedeutung für Schutzgüter gemäß Bierhals / v. Drachenfels:
0= weitgehend ohne, 1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mittlere, 4 = hohe, 5 = sehr hohe

Ebene des Bebauungsplanes - Biotoptypen und Wertpunkte **nach** geplantem Baurecht

Biotoptypen nach geplantem Baurecht	Biotoptyp*	Wertfaktor**	Flächengröße in m²	Wertpunkte
Teilgeltungsbereich Nord				
Sonstiges Sondergebiet (SO) (27.170 m²) **- max. versiegelt, GRZ 0,6 = 60%**	 X		 **16.300**	 0
-Unversiegelt – 40 % - davon Grünanlage	 PZA	 1,0	 5.850	 5.850
- davon überlagernde Pflanz-Festsetzungen Pflanzgebot bepflanzter Wall Pflanzgebot Sukzessions- und Brachfläche Pflanzerhalt Strauch- Baumhecke (Kompensationsflächen der bestehenden Biogasanlage)	 HWS UHM HFM	 1,5 1,5 2,0	 1.120 2.800 1.100	 1.680 4.200 2.200
Teilgeltungsbereich Süd				
Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	HN	2,0	2.870	5.740
Summe			**30.040**	**19.670**

* Typisierung nach dem Kartierschlüssel für Niedersachsen
** Bewertung entsprechend Bedeutung für Schutzgüter gemäß Bierhals / v. Drachenfels:
0= weitgehend ohne, 1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mittlere, 4 = hohe, 5 = sehr hohe

Saldo der Bewertung

Nutzung nach geplantem Baurecht	Wertpunkte
Vor der Planung	18.540
Nach der Planung	19.670
Saldo	**1.130**

Unter Berücksichtigung der plangebietsinternen Minimierungs- und Vermeidungsmaßnahmen sowie der Festsetzung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft kann ein rechnerischer Überschuss von 1.130 Wertpunkten erzielt werden. Der geringfügige Überschuss trägt den qualitativen Anforderungen Rechnung, die sich aufgrund der vergleichsweise langen Dauer, die zur Entwicklung der Gehölze notwendige sind, ergeben.

Kompensation

Die Festsetzung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft bestimmt, dass Ackerflächen durch die Anpflanzung von Bäumen sowie die damit verbundene langfristige Entwicklung eines naturnahen Feldgehölzes ökologisch erheblich aufgewertet werden. In Kombination mit den Vermeidungs- und Verringerungsmaßnahmen im Bereich der geplanten Erweiterung der Biogasanlage (nördlicher Teilgeltungsbereich) werden die Eingriffe in Natur und Landschaft vollständig kompensiert.

Weitere externe Kompensationsflächen sind dementsprechend nicht notwendig.

4 Zusätzliche Angaben (§ 2 (4) BauGB, Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3)

4.1 Hinweise auf fehlende Kenntnisse (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3a)

Die Bestandsbeschreibungen und Bewertungen beruhen neben den einschlägigen Vorgaben der Fachgesetze, Verordnungen und Regelwerke auf den Erhebungen vor Ort. Lücken der Kenntnislage, die wesentliche Unsicherheiten bei der Bestandsbeschreibung und Bewertung zur Folge hätten, sind nicht bekannt.

4.2 Maßnahmen zur Überwachung (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3b)

Maßnahmen zur Überwachung (Monitoring) sind nicht erforderlich. Ggf. ist vor Beginn von Rückschnitt- oder Entfernungsmaßnahmen von Gehölzen fachkundig zu prüfen, dass keine Brut- bzw. Lebensstätten besonders geschützter Tierarten (Vogelarten, Fledermäuse) erheblich gestört, beschädigt oder zerstört werden (§ 44 Abs. 1 BNatSchG).

4.3 Allgemein verständliche Zusammenfassung (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3c)

Die Planung dient der planungsrechtlichen Sicherung sowie der Erweiterung einer bestehenden Biogasanlage in der Stadt Lohne.

Für die Planung werden überwiegend intensiv genutzte Ackerflächen und bereits versiegelte Flächen einer bestehenden Biogasanlage in Anspruch genommen. Eine bestehende Strauch- und Baumhecke im Osten des nördlichen Teilgeltungsbereichs wird langfristig zum Erhalt gesichert. Eine weitere Strauch- und Baumhecke zentral im nördlichen Teilgeltungsbereich kann im Zuge der Erweiterung der Biogasanlage nicht erhalten werden. Der Verlust wird ausgeglichen.

Durch die Planung werden im Bereich der Ackerflächen Beeinträchtigungen für das Schutzgut Boden ausgelöst. Es wird im nördlichen Teilgeltungsbereich eine großflächige Versiegelung und Überbauung der bislang landwirtschaftlich genutzten Flächen ermöglicht. Auch das Schutzgut Fläche ist, wie bei jeder Neuplanung, betroffen.

Die Schutzgüter Tiere und Pflanzen werden nur nachgeordnet berührt, da die heutige, intensive landwirtschaftliche Nutzung im Bereich der Ackerflächen sowie die stark anthropogen überformten Flächen der bestehenden Biogasanlage keine Ausbildung besonders wertvoller Bereiche erwarten lässt. Die Baumstrukturen werden weitgehend erhalten, so dass die hier zu

erwartenden Habitate erhalten bleiben. Der Verlust potenzieller Habitate in der abgängigen Strauch- und Baumhecke kann durch die Schaffung von neuen Grünstrukturen ausgeglichen werden.

Zwar wird in Folge der Versiegelung in weiten Teilen des Gebiets die natürliche Versickerung deutlich eingeschränkt, die vorgesehenen Maßnahmen sind jedoch geeignet, die hierdurch entstehenden Effekte weitgehend abzumindern.

Für den Menschen sind durch die Planung keine Beeinträchtigungen zu erwarten. Zu den schutzwürdigen Nutzungen in der Umgebung bestehen ausreichende Abstände sodass keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Lärm- oder Geruchsimmissionen zu erwarten sind. Auch im Fall von Störfällen werden ausreichend Abstände zu den schutzwürdigen Nutzungen vorgehalten, sodass auch hier nicht mit Schäden durch das Entstehen von entzündlichen und explosionsfähigen Gasen im Störfall zu rechnen ist.

Für das Landschaftsbild ist nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen zu rechnen. Die Erweiterung der Biogasanlage erfolgt im nördlichen Teilgeltungsbereich zwischen der bestehenden Anlage im Osten sowie der Bundesautobahn A1 im Westen, auf Flächen, die aufgrund der Vorbelastungen lediglich einen geringen Wert für das Landschaftsbild aufweisen. Die bestehende Anlage ist durch Grünstrukturen eingefasst. Auch im Zuge der geplanten Erweiterung sind Eingrünungsmaßnahmen vorgesehen. Auch im südlichen Teilgeltungsbereich sind aufgrund der Vorbelastungen sowie bestehenden Gehölzstrukturen entlang der Plangebietsgrenzen keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild zu erwarten.

Für das Eintreten von Beeinträchtigungen von Kultur- und Sachgütern liegen keine Hinweise vor.

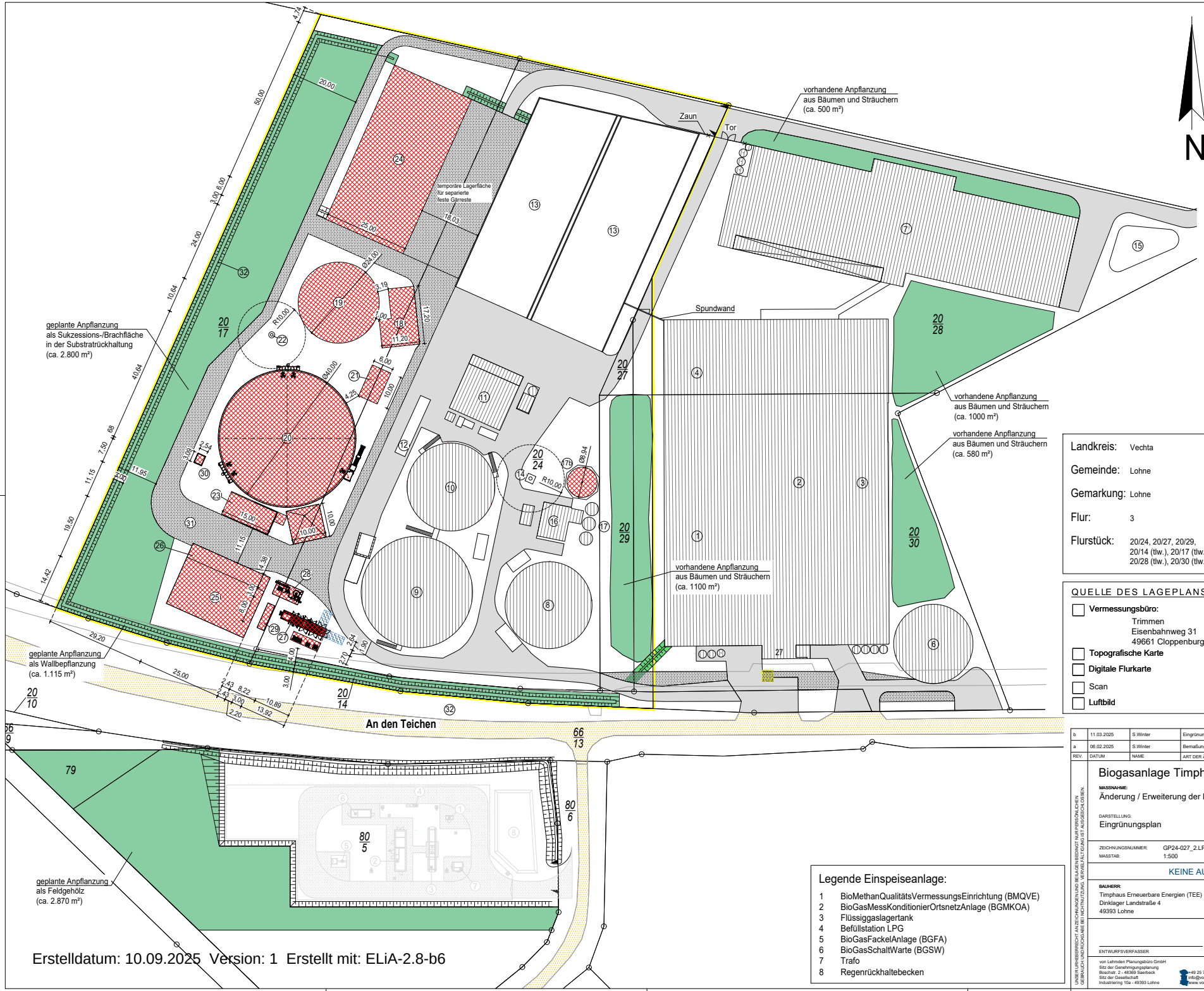
Durch geeignete Vermeidungsmaßnahmen sowie der Festsetzung einer Fläche für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft können die Eingriffe in Natur und Landschaft vollständig ausgeglichen werden. Weitere externe Kompensationsmaßnahmen sind nicht notwendig.

4.4 Referenzliste der Informationsquellen (Anlage 1 zum BauGB - Nr. 3d)

Es wurden folgende Informationsquellen benutzt:

- NIBIS-Kartenserver, Hrsg.: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, URL: http://nibis.lbeg.de/cardomap3/
- Umweltkarten Niedersachsen, Hrsg.: Nds. Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, URL: https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten
- v. Drachenfels, Olaf: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen, Stand Juli 2016, erschienen in Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.): Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen A/4, 07/2016
- Landkreis Osnabrück: Osnabrücker Kompensationsmodell 2016, Arbeitshilfe zur Vorbereitung und Umsetzung der Eingriffsregelung, 2016
- Landkreis Vechta: Landschaftsrahmenplan Landkreis Vechta, 2005
- Dipl. Biologe Jörg Fittje: Faunistischer Fachbeitrag zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII „Sondergebiet – Biomethan, An den Teichen 27“, Fauna – Flora – Landschaft, März 2024
- Normec uppenkamp GmbH: Geruchsimmissionsprognose, (2024)
- Normec uppenkamp GmbH: Schallimmissionsgutachten gem. TA Lärm, (2024)
- TÜV Nord: Anhang A zum Störfallkonzept (§8 der 12. BImSchV) – Auswirkungsanalyse, (2024)

Im Auftrag ausgearbeitet von:	
P3 Planungsteam GbR mbH, Oldenburg Oldenburg, den	gez. Planverfasser
Lohne, den	gez. Bürgermeisterin



Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG
b	11.03.2025	S.Winter	Eingrünung Feldgehölz ergnzt
a	06.02.2025	S.Winter	Bemaßung angepasst

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Änderung / Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Eingrünungsplan

ZEICHNUNGSNUMMER: GP24-027_2.LP09/1-b
MASSTAB: 1:500
GEZEICHNET: 09.12.2024 S.Winter
GEPRÜFT: 11.03.2025 S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN UND BELAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de

13.5.2 Angaben zum Bodenschutz

Im Rahmen der Erweiterungsmaßnahme wird nur das unbedingt zur Realisierung des Vorhabens erforderliche Maß an Flächen in Anspruch genommen.

Der Bodenabtrag wird in Ober- und Unterboden getrennt und während der Bauphase teilweise in Mieten auf dem Grundstück gelagert. Ein Teil des Bodenabtrags wird bereits zu Beginn der Bauarbeiten für die erforderliche Neuanlage der Umwallung im südlichen Bereich des Grundstücks verwendet. Der abgetragene Oberboden wird nach Beendigung der Bautätigkeiten für die Wiederanlage nicht versiegelter Freiflächen auf dem Betriebsgelände genutzt.

14.1 Klärung des UVP-Erfordernisses

Klassifizierung des Vorhabens nach Anlage 1 des UVPG:

Nummer:	8.4.2.1
Bezeichnung:	Errichtung und Betrieb einer Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 50 t oder mehr je Tag,
Eintrag (X, A, S):	A

UVP-Pflicht

- ☐ Eine UVP ist zwingend erforderlich. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
- ☐ Eine UVP ist nicht zwingend erforderlich, wird aber hiermit beantragt.
- ☒ UVP-Pflicht im Einzelfall
  - ☐ Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass keine UVP erforderlich ist.
  - ☐ Die Vorprüfung wurde durch die Genehmigungsbehörde bereits durchgeführt. Sie hat ergeben, dass eine UVP erforderlich ist. Die erforderlichen Unterlagen nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des UVPG sind im Formular 14.2 beigefügt.
  - ☒ Die Vorprüfung wurde noch nicht durchgeführt; diese wird hiermit beantragt. Die notwendigen Unterlagen zur Durchführung der Vorprüfung enthält der vorliegende Antrag.

- ☐ Das Vorhaben ist in der Anlage 1 des UVPG nicht genannt. Eine UVP ist nicht erforderlich.

14.2 Unterlagen des Vorhabenträgers nach § 4e der 9. BImSchV und § 16 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)

Durch die geplante Erweiterung der Anlage ergeben sich Änderungen hinsichtlich der Nummern der Anlage 1 des UVPG. Durch das hier geplante Vorhaben unterliegt die Anlage zukünftig neben den bisher geltenenden Nummern 8.4.2.1 (A), 1.2.2.2 (S), 9.1.1.3 (S) auch der Nummer 1.11.2.1 (A) der Anlage 1 des UVPG, so dass eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls gemäß §§ 7 - 12 durchzuführen ist.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für die Errichtung der bestehenden Biogasanlage wurde unter Beteiligung der zuständigen Fachämter bereits eine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls durchgeführt, die zu dem Ergebnis führte, dass keine erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen zu erwarten waren, so dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung für das Vorhaben nicht erforderlich war.

Zur dauerhaften planungsrechtlichen Sicherung der bestehenden Biogasanlage sowie der hier beantragten Erweiterung erfolgt aktuell die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII "Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27". Im Rahmen der Bauleitplanung erfolgte eine schutzgutbezogene Umweltprüfung, in der die Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter Pflanzen, Tiere, Fläche, Boden, Wasser, Luft und Klima, Landschaftsbild, Mensch, Kultur- und sonstige Schutzgüter sowie die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern untersucht und bewertet wurden. Unter anderem wurde ein Faunistischer Fachbeitrag erarbeitet, der diesem Abschnitt als Anlage beigefügt ist.

Aus Sicht des Antragsstellers führt die geplante Änderung/ Erweiterung der Anlage aufgrund der bereits im aktuell laufenden Bauleitplanverfahren vorgenommenen Untersuchungen und Bewertungen zu keinen relevanten Beeinträchtigungen der zu betrachtenden Schutzgüter und somit zu keinen relevanten Änderungen gegenüber der bisherigen Betrachtung. Es obliegt der Genehmigungsbehörde zu prüfen, ob dennoch eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist.

Die erforderlichen Unterlagen zur Vorprüfung des Einzelfalls gemäß Anlage 2 und 3 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) sind nachfolgend beigefügt. Eine detaillierte Beschreibung der geplanten Maßnahmen ist in Abschnitt 1.2 dieses Antrags enthalten.

Anlagen:

- 14.2.1 Einstufung nach UVPG.doc
- 14.2.2 Faunistischer Fachbeitrag.pdf
- 14.2.3a Übersichtskarte - Schutzgebiete, Gewässer etc. - M 1-25000.pdf

14.2.1 Einstufung der Biogasanlage nach Anlage 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)

In der nachfolgenden Tabelle erfolgt eine Einordnung der Biogasanlage gemäß der in der Anlage 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) genannten Vorhaben.

Nummer gemäß UVPG Anlage 1	Tatbestand (Kurztext)	genehmigt/ vorhanden	geplant
8.4.2.1 (A)	Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 50 t oder mehr je Tag	54,25 t/d **> 50 t/d**	126,03 t/d **> 50 t/d**
1.2.2.2 (S)	Anlage zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme oder erhitztem Abgas in einer Verbrennungseinrichtung (Verbrennungsmotoranlage) durch den Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (Biogas) mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW bis weniger als 10 MW	1,351 MW 3,538 MW 4,889 MW **> 1 MW** **< 10 MW**	1,351 MW 3,538 MW 4,889 MW **> 1 MW** **< 10 MW**
9.1.1.2 (S)	Anlage, die der Lagerung von Stoffen oder Gemischen, die bei einer Temperatur von 293,15 Kelvin einen absoluten Dampfdruck von mindestens 101,3 Kilopascal und einen Explosionsbereich mit Luft haben (brennbare Gase), in Behältern oder von Erzeugnissen, die diese Stoffe oder Gemische z. B. als Brenngas enthalten, dient, mit einem Fassungsvermögen von 3 t bis weniger als 30 t	5,2 t **> 3 t** **< 30 t**	13,2 t **> 3 t** **< 30 t**
1.11.2.1 (A) **(neu)**	Anlage zur Aufbereitung von Biogas mit einer Verarbeitungskapazität von 2 Mio. Normkubikmetern oder mehr Rohgas je Jahr	0 Mio. Nm³/a **< 1,2 Mio. Nm³/a**	4,13 Mio. Nm³/a **> 2 Mio. Nm³/a**

STADT LOHNE

Faunistischer Fachbeitrag

zum

Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII

"Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27"

Stand: 01. März 2024

F a u n a – F l o r a – L a n d s c h a f t
Ö k o l o g i s c h e F a c h g u t a c h t e n

Diplom-Biologe Jörg Fittje
August-Hanken-Straße 56
26125 Oldenburg

INHALTSÜBERSICHT

1.0	**ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG**	**1**
2.0	**BELANGE DES ARTENSCHUTZES**	**1**
3.0	**UNTERSUCHUNGSGEBIET, UNTERSUCHUNGSMETHODEN**	**3**
3.1	Untersuchungsgebiet	3
3.2	Untersuchungsmethoden	7
4.0	**UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**	**8**
4.1	Fledermäuse	8
4.1.1	Potenzielles Artenspektrum	8
4.1.2	Quartierpotenzial	10
4.2	Brutvögel	12
5.0	**BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**	**14**
5.1	Fledermäuse	14
5.2	Brutvögel	15
6.0	**WIRKUNGEN DES VORHABENS**	**16**
6.1	Anlagebedingte Wirkfaktoren	18
6.2	Bau- und betriebsbedingte Wirkfaktoren	18
7.0	**DARLEGUNG DER BETROFFENHEITEN**	**18**
7.1	Eingriffe im Sinne des § 14 BNatSchG	18
7.1.1	Fledermäuse	18
7.1.2	Brutvögel	19
7.2	Prüfung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände nach § 44 BNatSchG	19
7.2.1	Fledermäuse	19
7.2.2	Brutvögel	21
8.0	**VERMEIDUNG, VERMINDERUNG UND KOMPENSATION VON BEEINTRÄCHTIGUNGEN**	**23**
9.0	**ZUSAMMENFASSUNG**	**24**
10.0	**LITERATUR**	**24**

1.0 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG beabsichtigt die Änderung und Erweiterung der Biogasanlage am Standort An den Teichen 27, 49393 Lohne . Um die planungsrechtlichen Voraussetzungen für dieses im Außenbereich gelegene Vorhaben zu schaffen, plant die Stadt Lohne (Landkreis Vechta) die Aufstellung des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII und die 90. Änderung des Flächennutzungsplans im Parallelverfahren zur Ausweisung eines Sondergebietes für die Biomethanerzeugung. Da durch das Vorhaben schutzwürdige Landschaftsbestandteile und Strukturen betroffen sein könnten, sind nach § 44 BNatSchG die im Planungsraum für die Fauna vorliegenden Wertigkeiten zu ermitteln sowie die artenschutzrechtlichen Belange darzustellen. Nach Auskunft des Amtes für Stadtplanung und Umwelt der Stadt Lohne ist hierfür eine Potenzialansprache für die Artengruppen der Fledermäuse und Brutvögel durchzuführen.

Fledermäusen und Vögeln kommt in der naturschutzfachlichen Planung eine große Bedeutung zu, da sie von den artenschutzrechtlichen Regelungen als schutzbedürftig und planungsrelevant eingestuft werden. Sämtliche einheimischen Fledermausarten werden im Anhang IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) geführt. Damit zählen sie nach § 7 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) zu den streng geschützten Tierarten. Unter den Brutvögeln befindet sich eine Reihe von streng geschützten Arten (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG), alle übrigen europäischen Arten gelten nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG als besonders geschützt.

Für das vorliegende Planungsvorhaben war nicht grundsätzlich von vornherein auszuschließen, dass die überplanten Bereiche eine wichtige Funktion für die Fauna und damit für den Naturhaushalt aufweisen. Im Rahmen dieses Fachbeitrages wird der Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII als Lebensraum für Fledermäuse und Brutvögel dargestellt und auf der Basis der Untersuchungsergebnisse die Erheblichkeit des Eingriffs für diese Tiergruppen unter artenschutzrechtlichen Aspekten hinsichtlich der vorgesehenen Überplanung prognostiziert.

2.0 BELANGE DES ARTENSCHUTZES

Für die Überprüfung der mit der geplanten Änderung und Erweiterung der Biogasanlage verbundenen Auswirkungen auf die Arten der hier zu betrachtenden Faunengruppe ist unter Berücksichtigung der Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG eine Erörterung der artenschutzrechtlichen Konflikte erforderlich.

Die generellen artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 sind folgendermaßen gefasst:

"Es ist verboten,

1. *wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,*
2. *wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert,*
3. *Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,*

4. wild lebende Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören (Zugriffsverbote)."

Diese Verbote werden um den für Eingriffsvorhaben relevanten Absatz 5 des § 44 BNatSchG ergänzt, mit dem bestehende und von der Europäischen Kommission anerkannte Spielräume bei der Auslegung der artenschutzrechtlichen Vorschriften der FFH-RL genutzt und rechtlich abgesichert werden, um akzeptable und im Vollzug praktikable Ergebnisse bei der Anwendung der Verbotsbestimmungen des Absatzes 1 zu erzielen:

Abs. 5: Für nach § 15 Absatz 1 unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Eingriffe in Natur und Landschaft, die nach § 17 Absatz 1 oder Absatz 3 zugelassen oder von einer Behörde durchgeführt werden, sowie für Vorhaben im Sinne des § 18 Absatz 2 Satz 1 gelten die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote nach Maßgabe der Sätze 2 bis 5. 2Sind in Anhang IV Buchstabe a der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführte Tierarten, europäische Vogelarten oder solche Arten betroffen, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 1 Nummer 2 aufgeführt sind, liegt ein Verstoß gegen

1. das Tötungs- und Verletzungsverbot nach Absatz 1 Nummer 1 nicht vor, wenn die Beeinträchtigung durch den Eingriff oder das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen Arten nicht signifikant erhöht und diese Beeinträchtigung bei Anwendung der gebotenen, fachlich anerkannten Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann,
2. das Verbot des Nachstellens und Fangens wild lebender Tiere und der Entnahme, Beschädigung oder Zerstörung ihrer Entwicklungsformen nach Absatz 1 Nummer 1 nicht vor, wenn die Tiere oder ihre Entwicklungsformen im Rahmen einer erforderlichen Maßnahme, die auf den Schutz der Tiere vor Tötung oder Verletzung oder ihrer Entwicklungsformen vor Entnahme, Beschädigung oder Zerstörung und die Erhaltung der ökologischen Funktion der Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang gerichtet ist, beeinträchtigt werden und diese Beeinträchtigungen unvermeidbar sind,
3. das Verbot nach Absatz 1 Nummer 3 nicht vor, wenn die ökologische Funktion der von dem Eingriff oder Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt wird.

Soweit erforderlich, können auch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen festgelegt werden. Für Standorte wild lebender Pflanzen der in Anhang IV Buchstabe b der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführten Arten gelten die Sätze 2 und 3 entsprechend. Sind andere besonders geschützte Arten betroffen, liegt bei Handlungen zur Durchführung eines Eingriffs oder Vorhabens kein Verstoß gegen die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote vor.

Entsprechend dem obigen Abs. 5 gelten die artenschutzrechtlichen Verbote bei nach § 15 zulässigen Eingriffen in Natur und Landschaft sowie nach den Vorschriften des Baugesetzbuches zulässigen Vorhaben im Sinne des § 18 Abs. 2 Satz 1 nur für die in Anhang IV der FFH-RL aufgeführten Tier- und Pflanzenarten sowie für die Europäischen Vogelarten.

Bezüglich der Tierarten nach Anhang IV FFH-RL sowie der europäischen Vogelarten nach Art. 1 VRL ergeben sich somit aus § 44 Abs.1, Nr. 1 bis 3 i.V.m. Abs. 5 BNatSchG für nach § 15 BNatSchG zulässige Eingriffe folgende Verbote:

- **Zugriffsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG):** Nachstellen, Fangen, Verletzen oder Töten von Tieren bzw. Entnahme, Beschädigung oder Zerstörung ihrer Entwicklungsformen.

- **Schädigungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. Abs. 5 BNatSchG):** Beschädigung oder Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten und damit verbundene vermeidbare Verletzung oder Tötung von Tieren oder ihrer Entwicklungsformen. Abweichend davon liegt ein Verbot nicht vor, wenn die ökologische Funktion der von dem Eingriff oder Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang gewahrt wird.
- **Störungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG):** Erhebliches Stören von streng geschützten Arten bzw. europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten. Abweichend davon liegt ein Verbot nicht vor, wenn die Störung zu keiner Verschlechterung des Erhaltungszustandes der lokalen Population führt.

Werden die genannten Verbotstatbestände nach § 44 BNatSchG bezüglich der gemeinschaftsrechtlich geschützten Arten erfüllt, müssen für eine Ausnahme von den Verboten die Voraussetzungen des § 45 Abs. 7 BNatSchG erfüllt sein.

So müssen einschlägige Ausnahmevoraussetzungen nachgewiesen werden, in dem Sinne, dass
- zumutbare Alternativen (die zu keinen oder geringeren Beeinträchtigungen der relevanten Arten führen) nicht gegeben sind,
- zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art vorliegen oder im Interesse der Gesundheit des Menschen, der öffentlichen Sicherheit, einschließlich der Landesverteidigung und des Schutzes der Zivilbevölkerung, oder der maßgeblich günstigen Auswirkungen auf die Umwelt die Planung durchgeführt wird,
- sich der Erhaltungszustand der Populationen der betroffenen Arten nicht verschlechtert und
- bezüglich der Arten des Anhangs IV FFH-RL der günstige Erhaltungszustand der Populationen der Art gewahrt bleibt.

3.0 UNTERSUCHUNGSGEBIET, UNTERSUCHUNGSMETHODEN

3.1 Untersuchungsgebiet

Der im nordwestlichen Stadtgebiet von Lohne östlich der Bundesautobahn A1 im Raum Märschendorf/Bokern-West gelegene Planungsraum umfasst zum einen das auf dem Flurstück 20/24, Flur 3, Gemarkung Lohne gelegene Betriebsgelände einer Biogasanlage auf der Nordseite der Straße An den Teichen, auf dem sich in erster Linie mehrere Gebäude, Lagerflächen und sonstige befestigte Flächen befinden, in den Randbereichen sind teilweise Gehölzstrukturen vorhanden. Zum anderen umfasst der Geltungsbereich für den Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII die westlich und südlich an das Betriebsgelände grenzenden Flurstücke 20/17 und 20/14 sowie die Flurstücke 79 und 80/5 auf der Südseite der Straße An den Teichen. Diese werden vorwiegend von landwirtschaftlichen Nutzflächen eingenommen, die teilweise von Gehölzreihen begrenzt werden. Das Sondergebiet Biomethan schließt die Flurstücke 20/14 und 79 vollständig, von dem Flurstück 20/17 nur den östlichen und von dem Flurstück 80/5 nur den nördlichen Teilbereich ein (vgl. Abb. 1).

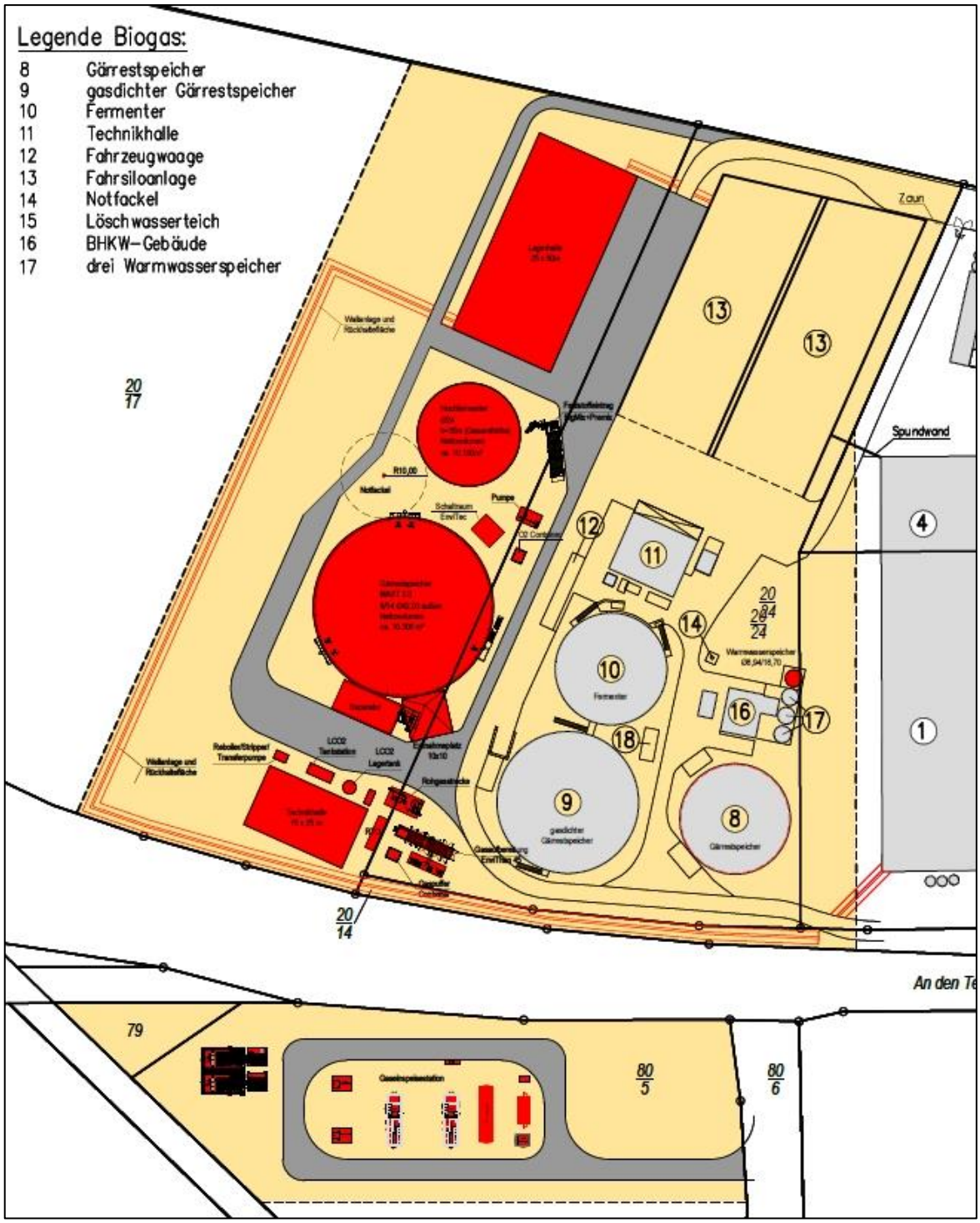


Abb. 1: Einfacher Lageplan des Sondergebietes Biomethan, An den Teichen 27, Stadt Lohne (Entwurf, Stand: 16.10.2023).
(Entwurfsverfasser: Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG)

Mit DRACHENFELS (2021) ist die Zahl der im Planungsraum vorkommenden Biotope begrenzt. Als Hauptgruppen sind dies in erster Linie Äcker und Gehölze sowie Gebäude, Verkehrs- und Industrieflächen. Der größte Flächenanteil wird von Ackerflächen eingenommen, die intensiv zum Anbau von Mais genutzt werden. Die im Süden gelegenen Flurstücke 79 und 80/5 werden auf der Nord- und der Südwestseite von weitgehend geschlossenen Gehölzreihen eingerahmt (Abb. 2), auf der Ostseite sind lückige Hecken und Einzelbäume vorhanden.

Abb. 2: Blick aus Osten auf die Flurstücke 79 und 80/5; der Maisacker wird im Norden und Südwesten von Gehölzreihen gesäumt (07.06.2023).

Auf dem Flurstück 20/17 befindet sich ebenfalls ein Maisacker, der im Westen bis an die A1 reicht und hier wie auch im Norden von einem Entwässerungsgraben begrenzt wird. Im Südosten steht am Rande der Fläche ein kleines, im Verfall befindliches ehemaliges Stallgebäude (Abb. 3).

Abb. 3: Verfallendes ehemaliges Stallgebäude im Südosten von Flurstück 20/17 (15.12.2023).

Die Zuwegung zu dem Maisacker erfolgt über das Flurstück 20/14 und damit über einen parallel zu der Straße An den Teichen verlaufenden unbefestigten Weg. Am Rande des Weges stehen einige Gehölze, auf der Südseite wird er von einer Entwässerungsmulde begleitet (Abb. 4).

Abb. 4: Unbefestigter Weg auf dem Flurstück 20/14 (07.06.2023).

An der Grenze zwischen dem Maisacker und dem Betriebsgelände verläuft in dem südlichen Abschnitt eine auf einem Erdwall angelegte mehrere Meter breite Anpflanzung aus überwiegend standortheimischen Sträuchern und jungen Bäumen (Abb.5).

Abb. 5: Gehölzreihe zwischen den Flurstücken 20/17 und 20/24 (07.06.2023).

Das Flurstück 20/24 wird von den Gebäuden und Betriebsflächen der Biogasanlage geprägt. Kennzeichnend sind neben diversen Gebäuden größere versiegelte Flächen (Abb. 6), die insbesondere zur Lagerung von Betriebsstoffen (Silage) und als Fahrwege dienen. In den Randbereichen sind unversiegelte Flächen in Form von z. B. Scherrasen oder Gehölzanpflanzungen vorhanden. Unmittelbar östlich grenzen Großstallanlagen an.

Abb. 6: Blick aus Norden auf das Betriebsgelände der Biogasanlage; vorne im Bild die versiegelte Fahrsiloanlage, im Bildhintergrund die verschiedenen Gebäude wie z. B. Technikhalle, Fermenter und Gärrestspeicher (07.06.2023).

Die den Planungsraum querende Straße An den Teichen steigt von Osten nach Westen an, um mittels Brücke über die A1 geleitet zu werden. Die Böschungen sind westlich wie östlich der Autobahntrasse beidseitig mit Gehölzen bestanden; die Bäume, wie insbesondere Schwarz-Erle, Stiel-Eiche, Hänge-Birke und Zitter-Pappel, besitzen Stammdurchmesser von ca. 0,2-0,45 m. Das Umfeld des Vorhabenstandortes wird in erster Linie von einem intensiv ackerbaulich genutzten Areal mit einzelnen Gehölzreihen sowie darin eingelagerten Gehöften eingenommen. Prägend für die unmittelbar westlich der A1 angrenzenden Bereiche sind darüber hinaus zwei jeweils ca. 4-5 ha große Stillgewässer sowie einige kleinere Wälder.

3.2 Untersuchungsmethoden

In Anbetracht der im Plangebiet zu erwartenden begrenzten faunistischen Wertigkeiten wurde für die Artengruppen der Fledermäuse und Brutvögel eine Potenzialansprache durchgeführt, welche die Besonderheiten des Planungsraumes und die artspezifischen Habitatansprüche der dort potenziell vorkommenden Arten berücksichtigt. Die faunistische Potenzialabschätzung ist ein Verfahren für die Beurteilung der möglichen aktuellen Besiedlung von Lebensräumen durch Tiere. Für das Verfahren der Potenzialansprache wird davon ausgegangen, dass die Artenzahl und die Artenzusammensetzung eines bestimmten Gebietes/Lebensraumes aufgrund der Arealgröße, Habitatausstattung (u. a. Angebot an Requisiten), Entfernung zu benachbarten Habitaten und den damit zur Verfügung stehenden Besiedlungsmöglichkeiten begrenzt und das Artenspektrum in einem gewissen Maß auch über das Vorkommen der in einem Gebiet vorhandenen Biotoptypen zu determinieren ist. Für bestimmte Fledermäuse und Brutvögel können - neben den erwähnten Faktoren - die Baumartenzusammensetzung sowie die strukturell unterschiedlichen Entwicklungsphasen von Gehölzen bei der Besiedlung eines Lebensraumes von Bedeutung sein.

Der Planungsraum und dessen nähere Umgebung wurden am 20.04. und 07.06.2023 auf die Lebensraumeignung für Fledermäuse und Brutvögel überprüft; aufgrund einer Plangebietserweiterung erfolgte am 15.12.2023 eine ergänzende Überprüfung im Bereich des Flurstückes 20/17 einschließlich des dort vorhandenen Gebäudes. Im Rahmen dieser Begehungen wurden die im Planungsraum vorhandenen Strukturelemente, insbesondere die Gehölzbestände und Gebäude, selektiv auf für Fledermäuse potenziell vorhandene

Quartiermöglichkeiten untersucht und im Hinblick auf eine mögliche Eignung als Baum- bzw. Gebäudequartiere eingeschätzt. Weiterhin wurde die potenzielle Qualität des Planungsraumes als Nahrungshabitat für diese Tiergruppe begutachtet und die im Gebiet vorhandenen Lebensräume wurden auf das Vorkommen von Brutvögeln überprüft.

4.0 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Fledermäuse

4.1.1 Potenzielles Artenspektrum

Aufgrund der allgemeinen Strukturierung des Untersuchungsraumes mit einem sehr begrenzten Anteil an Gehölzen und Grünflächen wird im räumlichen Kontext mit den unmittelbar an das Plangebiet grenzenden Biotopen für diesen Standort von einer überwiegend geringen Frequenz jagender Fledermäuse ausgegangen. Von den 19 in Niedersachsen vorkommenden Fledermausarten können aufgrund ihrer natürlichen Verbreitung potenziell maximal 13 Arten im Untersuchungsraum angetroffen werden (vgl. Tab. 1); weitere Arten, wie z. B. Mopsfledermaus (*Barbastella barbastella*) oder Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*), können von vornherein ausgeschlossen werden. Bei den in Tabelle 1 aufgelisteten Spezies handelt sich um Arten, die potenziell im Gebiet jagen könnten. Die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens im Plangebiet erfolgt aufgrund der in den vergangenen Jahren aus der näheren Umgebung vorliegenden Daten sowie auf der Grundlage der für Fledermäuse festgestellten Habitateignung des Plangebietes. Aussagen zu Quartiermöglichkeiten werden im Kap. 4.1.2 getroffen.

Tab. 1: Potenziell im Untersuchungsraum jagende Fledermausarten.
Bedeutung der Abkürzungen: RL D: Rote Liste der in Deutschland gefährdeten Fledermausarten, Gefährdungsgrade: 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste, D = Daten unzureichend, / = nicht gefährdet (Angaben nach MEINIG et al. 2020).

FLEDERMÄUSE	CHIROPTERA	RL D 2020	Quartiere			Vorkommen im Plangebiet
			Baumhöhlen	Gebäude	Keller	
Breitflügelfledermaus	*Eptesicus serotinus*	3		SQ/WQ	WQ	möglich
Bechsteinfledermaus	*Myotis bechsteinii*		SQ	SQ	WQ	unwahrscheinl.
Große Bartfledermaus	*Myotis brandtii*	/	SQ	SQ		möglich
Kleine Bartfledermaus	*Myotis mystacinus*	/	SQ	SQ	WQ	möglich
Wasserfledermaus	*Myotis daubentonii*	/	SQ		WQ	unwahrscheinl.
Großes Mausohr	*Myotis myotis*	/		SQ		unwahrscheinl.
Fransenfledermaus	*Myotis nattereri*	/	SQ		WQ	möglich
Kleinabendsegler	*Nyctalus leisleri*	D	SQ/WQ	WQ		möglich
Großer Abendsegler	*Nyctalus noctula*	V	SQ/WQ	WQ		möglich
Rauhautfledermaus	*Pipistrellus nathusii*	/	SQ/WQ	SQ		möglich
Zwergfledermaus	*Pipistrellus pipistrellus*	/		SQ/WQ	WQ	möglich
Mückenfledermaus	*Pipistrellus pygmaeus*	/	SQ/WQ	SQ/WQ		unwahrscheinl.
Braunes Langohr	*Plecotus auritus*	3	SQ	SQ	WQ	möglich

Im Kreis Vechta zählen Großer Abendsegler, Breitflügel-, Wasser- und Zwergfledermaus zu den häufigen Fledermausspezies. Auch die beiden Bartfledermäuse, Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Kleinabendsegler sowie Rauhautfledermaus sind Arten mit weiter Verbreitung in Niedersachsen, wenngleich diese mit zumeist geringer Frequenz nachgewiesen werden. Teils basieren die unterrepräsentierten Nachweise auf artspezifisch bedingte leise Rufe, wodurch z. B. Arten der Gattungen *Myotis* und *Plecotus* im Rahmen von Detektorerfassungen regelmäßig übersehen werden können. Trotz der geringen Strukturvielfalt ist damit das Vorkommen von neun Arten im Betrachtungsraum grundsätzlich möglich; für die Wasserfledermaus fehlen geeignete Jagdhabitate, ihr Vorkommen ist daher nicht wahrscheinlich. Die übrigen drei in Tabelle 1 aufgeführten Spezies dürften im Landkreis Vechta jeweils nur punktuell vorkommen, deren Auftreten im Plangebiet wird ebenfalls als unwahrscheinlich eingeschätzt.

Die für die Nahrungssuche notwendigen Requisiten dürften die Fledermäuse insbesondere im Bereich der wenigen Gehölzstrukturen des Plangebietes vorfinden. Bis auf diese Gehölze zeichnet sich das übrige Gebiet vorwiegend durch monotone Ackerflächen sowie versiegelte/bebaute Bereiche und damit mit einer sehr begrenzten Diversität aus. Diese strukturarmen Biotope stellen aufgrund eines i. d. R. sehr geringen Angebotes an Fluginsekten keine bedeutende Nahrungsflächen für Fledermäuse dar.

Als für die Fledermausfauna bedeutende Strukturelemente des Betrachtungsraumes werden die geschlossenen Gehölzreihen entlang der Straße An den Teichen (Abb. 7) eingestuft, die den Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes queren und damit in einem unmittelbaren Zusammenhang mit diesem stehen. Diese windgeschützten Saumstrukturen mit strukturreichen, gestuften Gehölzbeständen, sind ein potenziell sehr gut geeignetes Jagdhabitat für Bartfledermaus, Braunes Langohr, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Rauhautfledermaus und Zwergfledermaus. Die Gehölzreihen dienen zudem mit großer Wahrscheinlichkeit verschiedenen Fledermausarten als Flugweg, um die Autobahntrasse zu überqueren. Sie stellen damit aller Voraussicht nach bedeutende Elemente für die Vernetzung der westlich und östlich der A1 gelegenen Lebensräume dar, zumal vergleichbare Verbindungsstrukturen in der näheren Umgebung kaum vorhanden sind.

Abb. 7: Die die Straße An den Teichen säumenden Gehölzreihen sind ein potenziell sehr gut geeignetes Jagdhabitat und stellen mit großer Wahrscheinlichkeit eine Flugroute für Fledermäuse dar (07.06.2023).

4.1.2 Quartierpotenzial

Innerhalb des Geltungsbereiches für den Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII befinden sich nur wenige Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens ca. 0,3 m. Zu diesen zählen zwei Hänge-Birken sowie zwei Stiel-Eichen an dem unbefestigten Weg auf Flurstück 20/14. Des Weiteren stehen an den Grenzen des Flurstückes 80/5 einige Einzelbäume bzw. Feldhecken, kennzeichnend sind insbesondere Hänge-Birken und Schwarz-Erlen mit schwachem bis mittlerem Baumholz von 0,2-0,5 m im Durchmesser. Bei den übrigen Gehölzen des Plangebietes handelt es sich vorwiegend um jüngere Anpflanzungen aus Sträuchern und Bäumen, die durchweg Stangenholz aufweisen. Prägende Gehölzbestände des Betrachtungsraumes sind die beidseitig der Straße An den Teichen verlaufenden Gehölzreihen, die den Plangeltungsbereich queren, sich jedoch außerhalb dessen befinden.

Aufgrund der im Plangebiet geringen Anzahl an Bäumen mit größeren Stammdurchmessern ist das Quartierpotenzial für Fledermäuse gering. Zudem müssen Quartiere bestimmte Kriterien erfüllen; ein entscheidender Faktor ist neben einer ausreichenden Größe das Vorhandensein eines Höhlenbereiches oberhalb der Einflugöffnung. Die Ausformungen der in den wenigen Bäumen des Plangebietes festgestellten Strukturen weisen jedoch oftmals nur eine geringe Tiefe auf und sind vielfach nach unten gerichtet, wodurch Regenwasser eintreten kann. Die Mehrzahl der vorgefundenen Strukturen besitzt daher für Fledermäuse weder eine Eignung als Wochenstube noch als Balzquartier oder gar Winterquartier, sie könnten allenfalls sporadisch als Tagesversteck genutzt werden. Strukturen diese Art in Form von Ausfaulungen nach Astabbruch sind in den beiden Birken auf Flurstück 20/14 vorhanden (Abb. 8).

Abb. 8: Birken mit nach unten gerichteten Faulhöhlen auf Flurstück 20/14 (15.12.2023).

In einer abgestorbenen Birke in der Feldhecke an der südwestlichen Grenze von Flurstück 80/5 ist eine Spechthöhle vorhanden (Abb. 9). Diese könnte aufgrund ihrer Größe und Struktur geeignet sein als Balzquartier zu fungieren. Es wurden aber keine Spuren von Fledermäusen festgestellt, so dass eine aktuelle (regelmäßige) Nutzung unwahrscheinlich ist. Da der abgestorbene Baum zudem umzustürzen droht, kann nicht von einer dauerhafte Lebensstätten für Fledermäuse ausgegangen werden.

Abb. 9: Spechthöhle in einer abgestorbenen Birke an der Südwest-Grenze von Flurstück 80/5 (07.06.2023).

In einer weiteren Birke in dieser Hecke befindet sich am Stammfuß ein kleiner Eingang zu einer Stammhöhle (Abb. 10). Aufgrund der Lage in geringer Höhe über dem Erdboden und infolge aufwachsender Gräser erschwertem freien Anflug ist eine Nutzung als Fledermaus-Quartier unwahrscheinlich. Spuren von Fledermäusen waren auch hier nicht festzustellen.

Abb. 10: Höhleneingang am Stammfuß einer Birke im Südwesten von Flurstück 80/5 (07.06.2023).

Im Rahmen der durchgeführten Überprüfung der Gebäude des Plangebietes waren in den meisten Bauten keine für Fledermäuse geeigneten Strukturen nachzuweisen. Dies gilt für den ehemaligen Stall im Südosten von Flurstück 20/17 ebenso wie für die Mehrzahl der Betriebsgebäude der Biogasanlage. An dem Fermenter wurden indes Brutvorkommen für Star

und Feldsperling ermittelt (vgl. Kap. 4.2), welche Hohlräume zur Anlage ihrer Nester benötigen. Diese befinden sich im Bereich zwischen dem Überstand der Außenmembranfolie und dem Stahlmantel, und zwar insbesondere bei den Treppenaufgängen (Abb. 11). Aufgrund dieser Nachweise von Höhlenbrütern müssen an dem Fermenter Hohlräume vorhanden sein, die ggf. auch für Fledermäuse geeignete Quartierstätten darstellen könnten, wenngleich keine Spuren von Fledermäusen festgestellt wurden. Derartige Quartiere im Bereich von Biogasanlagen sind dem Verfasser bislang weder bekannt, noch finden sich Angaben zu solchen Quartierformen in der einschlägigen Literatur.

Abb. 11: Am Fermenter könnten zwischen dem Überstand der Außenmembranfolie und dem Stahlmantel für Fledermäuse geeignete Hohlräume vorhanden sein (07.06.2023).

Insgesamt betrachtet erweist sich der Geltungsbereich für den Vorhabenbezogenen Bebauungsplan Nr. VIII als für die Fledermausfauna strukturarm. Das Quartierpotenzial ist im Planungsraum gering, konkrete Hinweise auf Fledermausvorkommen liegen nicht vor. Unter den Spezies, die Quartiere in Baumhöhlen beziehen, könnten potenziell z. B. Große Abendsegler oder Vertreter der Gattungen *Myotis* und *Plecotus* die einzige vorhandene Spechthöhle (vgl. Abb. 8) bewohnen. Einzelne sonstige Strukturen könnten sporadisch als Tagesversteck genutzt werden. Unter den Gebäudefledermäusen könnten z. B. Breitflügel- und/oder Zwergfledermaus Hohlräume am Fermenter beziehen; die Wahrscheinlichkeit dieser Vorkommen wird jedoch als gering eingeschätzt.

4.2 Brutvögel

Von den 245 aktuell in Deutschland vorkommenden Brutvogelarten (exkl. Vermehrungsgäste, Neozoen oder ehemalige Brutvögel, vgl. RYSLAVY et al. 2020) wurden im erweiterten Untersuchungsgebiet (Plangeltungsbereich zzgl. unmittelbar angrenzende Habitate) zusammen 25 Brutvogelarten nachgewiesen bzw. für diesen Standort als potenzielle Brutvögel deklariert (Tab. 2). Das gesamte Artenspektrum entspricht 12,7 % der rezenten Brutvogelfauna Niedersachsens und des Landes Bremen (N = 197; vgl. KRÜGER & SANDKÜHLER 2022). Sämtliche 25 Brutvogelarten gehören dem festen Artenbestand des Landkreises Vechta an (vgl. GEDEON et al. 2014).

Tab. 2: Liste der im Jahr 2023 im Untersuchungsraum (= Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII zzgl. unmittelbar angrenzende Bereiche) nachgewiesenen und der potenziell vorkommenden Brutvögel.

Bedeutung der Abkürzungen: ● = für den 20.04. bzw. 07.06.2023 vorliegende Nachweise, O = potenzielle Kolonisten; Nistweise: a = Bodenbrüter, b = Baum-/Gebüschbrüter, c = Gebäudebrüter; RL T-W bzw. RL Nds.: Rote Liste der Brutvögel der Region Tiefland-West bzw. Niedersachsens u. Bremens (KRÜGER & SANDKÜHLER 2022); RL D: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands (RYSLAVY et al. 2020); Gefährdungsgrade: 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste, / = nicht gefährdet; Schutzstatus: § = besonders geschützte Art gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG, s. Text.

BRUTVÖGEL [AVES]	**Vorkommen**	**Nistweise**	**RL T-W**	**RL Nds.**	**RL D**	**Schutzstatus**
Ringeltaube, *Columba palumbus*	●	b	/	/	/	§
Hohltaube, *Columba oenas*	●	b, c	/	/	/	§
Buntspecht, *Dendrocopos major*	O	b	/	/	/	§
Rabenkrähe, *Corvus corone*	●	b	/	/	/	§
Blaumeise, *Cyanistes caeruleus*	O	b	/	/	/	§
Kohlmeise, *Parus major*	●	b	/	/	/	§
Schwanzmeise, *Aegithalos caudatus*	O	b	/	/	/	§
Zilpzalp, *Phylloscopus collybita*	●	a	/	/	/	§
Mönchsgrasmücke, *Sylvia atricapilla*	●	b	/	/	/	§
Dorngrasmücke, *Sylvia communis*	O	a	/	/	/	§
Zaunkönig, *Troglodytes troglodytes*	●	a	/	/	/	§
Star, *Sturnus vulgaris*	●	b, c	3	3	3	§
Amsel, *Turdus merula*	●	b	/	/	/	§
Singdrossel, *Turdus philomelos*	O	b	/	/	/	§
Rotkehlchen, *Erithacus rubecula*	●	a	/	/	/	§
Heckenbraunelle, *Prunella modularis*	●	b	/	/	/	§
Gartenrotschwanz, *Phoenicurus phoenicur*.	●	b	/	/	/	§
Hausrotschwanz, *Phoenicurus ochruros*	●	c	/	/	/	§
Haussperling, *Passer domesticus*	●	c	/	/	/	§
Feldsperling, *Passer montanus*	●	b, c	V	V	V	§
Bachstelze, *Motacilla alba*	●	a, c	/	/	/	§
Buchfink, *Fringilla coelebs*	●	b	/	/	/	§
Gimpel, *Pyrrhula pyrrhula*	●	b	/	/	/	§
Stieglitz, *Carduelis carduelis*	O	b	V	V	/	§
Goldammer, *Emberiza citrinella*	O	a	V	V	/	§
∑ 25 spp.						

Für die in Tabelle 2 aufgelisteten Brutvögel handelt es sich um drei (12 %) Nicht-Singvögel (Nonpasseriformes: Buntspecht, Hohl- und Ringeltaube) und 22 (88 %) Singvögel (Passeriformes). Dieses Verhältnis, wonach die Singvögel gegenüber den Nicht-Singvögeln deutlich überwiegen, ist nicht ungewöhnlich angesichts der Tatsache, dass eine Vielzahl der Nicht-Singvögel auf große, unzerschnittene und störungsarme Lebensräume angewiesen ist.

In Anbetracht der in weiten Teilen eingeschränkten Strukturvielfalt ist die Artenzahl der Ornis des Betrachtungsraumes begrenzt. Es ist daher auch nicht ungewöhnlich, dass die meisten der im Planungsraum siedelnden Brutvogelarten eine große ökologische Valenz in der Besiedlung der verschiedenen Habitate aufweisen. Zu diesen Allerweltsarten (Ubiquisten) mit einem weiten Verbreitungsspektrum in Nordwestdeutschland zählen Amsel, Buchfink, Kohlmeise, Ringeltaube, Rotkehlchen, Zilpzalp und diverse andere. Siedlungsschwerpunkte sind die von Gehölzen geprägten Bereiche des Plangebietes und der Umgebung.

Des Weiteren wird die Ornis des Untersuchungsraumes von einigen Arten gebildet, die auf spezielle Brutbiotope angewiesen sind. Mit FLADE (1994) sind Lebensraumspezialisten Spezies, die sich durch eine enge ökologische Bindung oder durch einen hohen Treuegrad an bestimmte Lebensräume oder Lebensraumkomplexe auszeichnen. Zu diesen gehören im Fall des Untersuchungsraumes mit Dorngrasmücke und Goldammer zwei Kennarten des Halboffenlandes, die in landwirtschaftlich genutzten Bereichen üblicherweise in den Randstrukturen auftreten. Sie finden in der Strauchhecke westlich der Biogasanlage und in den Feldhecken am Rande des Flurstückes 80/5 geeignete Nisthabitate vor. Brutvögel von Offenlandstandorten, wie etwa Feldlerche (*Alauda arvensis*), Kiebitz (*Vanelus vanellus*) und/oder Wiesenpieper (*Anthus pratensis*), sind demgegenüber nicht zu erwarten.

Komplettiert wird die Brutvogelgemeinschaft des Untersuchungsraumes durch einige obligatorische Gebäudebrüter und zwar Hausrotschwanz und Haussperling. Hinzu treten einige fakultative Gebäudebrüter, zu den u. a. Feldsperling und Star gehören. Diese beiden Höhlenbrüter wurden mit jeweils mehreren Brutpaaren an dem Fermenter der Biogasanlage nachgewiesen. Die Neststandorte befinden sich zwischen dem Überstand der Außenmembranfolie und dem Stahlmantel, insbesondere bei den Treppenaufgängen wurden Brutvorkommen festgestellt.

Die nistökologische Einteilung der 25 Brutvogelarten ergibt für die am bzw. in geringer Höhe über dem Erdboden nistenden Arten einen Anteil von 20 % (N = 5) und für die in Gehölzen siedelnden Arten einen Anteil von 56 % (N = 14). Zwei Spezies (8 %) brüten obligatorisch in/an Gebäuden und für vier Arten (16 %) ist deren Nistweise unspezifisch, da sie sowohl als Gebäude-, Boden- und/oder Gehölzbrüter auftreten. Die vorliegende Verteilung, wonach die Zahl der Gehölzbrüter jene der Bodenbrüter nahezu um den Faktor drei übersteigt, spiegelt die Konzentration der Brutvögel in den Gehölzstrukturen wider, wohingegen die übrigen Biotope in deutlich geringerer Dichte von Brutvögeln besiedelt sind. Da die Bodenbrüter oftmals Charaktervögel offener Landschaftsräume sind (vgl. FLADE 1994), ist es nicht ungewöhnlich, dass die Zahl der angetroffenen Spezies, die ihre Nester am oder in geringer Höhe über dem Erdboden anlegen, gegenüber den Gehölzbrütern geringer ausfällt. Die regelmäßige und intensive Bearbeitung der landwirtschaftlichen Nutzflächen schränken die Möglichkeiten für die Anlage von Nestern am Boden ein.

Sämtliche Brutvögel des Planungsraumes sind nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG besonders geschützt. Somit besitzen auch weit verbreitete und nicht gefährdete Spezies, wie beispielsweise Blaumeise, Rotkehlchen oder Zaunkönig, diesen Status. Nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG streng geschützte Vogelarten zählen nicht zu dem potenziellen Artenspektrum des Untersuchungsraumes. Nach der aktuellen Roten Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel (KRÜGER & SANDKÜHLER 2022) wird der Star als regional und landesweit gefährdet eingestuft, Feldsperling, Goldammer und Stieglitz sind auf den Vorwarnlisten verzeichnet. Dies sind Brutvögel, die aufgrund lokaler Bestandsrückgänge prophylaktisch in diese Listen aufgenommen wurden, sie gelten derzeit jedoch als (noch) nicht gefährdet. Bei Zugrundelegung der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands (RYSLAVY et al. 2020) gilt der Star ebenfalls als gefährdet, der Feldsperling ist eine Art der bundesweiten Vorwarnliste. Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie treten nicht auf.

5.0 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

5.1 Fledermäuse

Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung erfolgt die Bewertung der Fledermausfauna auf der Grundlage der hier durchgeführten Potenzialansprache; für die Ausweisung von Funktionsräumen, wie sie z. B. für die Bewertung von Landschaftseinheiten von BREUER (1994)

vorgeschlagen wurde, sind detaillierte Bestandserfassungen erforderlich, auf die in Anbetracht der im Gebiet zu erwartenden begrenzten faunistischen Wertigkeiten zu verzichten war.

Aufgrund der Ergebnisse der Strukturerfassung zeichnet sich der größte Teil des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII durch eine sehr begrenzte Biotopvielfalt für Fledermäuse in einem räumlichen Kontext mit den in der Umgebung vorhandenen Landschaftselementen aus, zu denen außerhalb des Plangebietes großenteils landwirtschaftliche Nutzflächen, Stallanlagen sowie einige Gehölze gehören. Grundsätzlich entspricht das Mosaik aus Gebäuden, Ackerflächen und vereinzelt vorhandenen Gehölzstrukturen im Wesentlichen den Lebensraumansprüchen mehrerer Fledermausarten. Die vorherrschenden landwirtschaftlichen Nutz- und Betriebsflächen führen zu einer Monotonie der Habitate und damit zu einer Minderung der Qualität des Betrachtungsraumes als Jagdhabitat für Fledermäuse.

Aller Voraussicht nach bestehen in dem anthropogen geprägten Untersuchungsraum im Bereich der wenigen Gehölze potenzielle Jagdgebiete für bis zu neun Fledermausarten. Die Ackerflächen und das Betriebsgelände der Biogasanlage könnten allenfalls sporadisch zur Nahrungssuche genutzt werden. Aufgrund der nur punktuellen Gehölzvorkommen und deren Qualität wird nicht davon ausgegangen, dass Fledermäusen regelmäßig in größerer Zahl im Plangeltungsbereich jagen ungeachtet der Tatsache, dass Fledermäuse im Allgemeinen sehr große Aktivitätsbereiche für den Nahrungserwerb beanspruchen. Unter Berücksichtigung dessen dürfte der Planungsraum für diese Faunengruppe einen allenfalls sehr kleinen Teil eines wesentlich größeren Lebensraumkomplexes darstellen.

Die den Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes querenden, geschlossenen Gehölzreihen entlang der Straße An den Teichen sind ein potenziell sehr gut geeignetes Jagdhabitat für mehrere Fledermausspezies. Darüber hinaus dienen sie mit großer Wahrscheinlichkeit verschiedenen Fledermausarten als Flugroute zur Überquerung der Autobahntrasse.

Die Überprüfung der im Gebiet vorhandenen Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens ca. 30 cm ergab nur an der südwestlichen Grenze des Flurstückes 80/5 den Nachweis einer Spechthöhle in einer abgestorbenen Birke, die als Balzquartier z. B. für den Großen Abendsegler oder Vertreter der Gattungen *Myotis* und *Plecotus* geeignet sein könnte. Sonstige Hinweise auf Strukturen, die als Sommer- oder Winterquartiere für Fledermäuse in Frage kommen, liegen nicht vor. Einzelstrukturen könnten allenfalls sporadisch als Tagesversteck genutzt werden. Breitflügel- und/oder Zwergfledermäuse könnten ggf. Hohlräume am Fermenter beziehen; die Wahrscheinlichkeit solcher Vorkommen wird jedoch als gering eingeschätzt.

Dem Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII einschließlich der näheren Umgebung wird aufgrund der hier vorkommenden Habitate und dem daraus resultierenden Besiedlungspotenzial als Lebensraum für Fledermäuse eine allgemeine Bedeutung und nicht etwa eine hohe, besonders hohe oder gar herausragende Bedeutung zugewiesen. Die Gehölze an der Straße An den Teichen besitzen aller Voraussicht nach eine Funktion als Habitat verbindende Leitstruktur und weisen damit eine hohe Bedeutung für die Vernetzung der westlich und östlich der A1 gelegenen Lebensräume auf.

5.2 Brutvögel

Die Bedeutung von Vogelbrutgebieten wird in Niedersachsen üblicherweise nach dem standardisierten Bewertungsverfahren von BEHM & KRÜGER (2013) auf der Grundlage des Vorkommens von gefährdeten Arten gemäß den Roten Listen ermittelt. Da die Größe eines Vogelbestandes immer auch von der Größe der zugrunde liegenden Bearbeitungsfläche

abhängt, wird ein Flächenfaktor in die Bewertung einbezogen. Das Verfahren liefert für Flächen von 80-200 ha belastbare Ergebnisse. Da die Größe des vorliegenden Untersuchungsgebietes nur einen Bruchteil der Mindestgröße von 80 ha beträgt, ist eine Bewertung anhand des Verfahrens nach BEHM & KRÜGER (2013) nicht praktikabel. Aus diesem Grund erfolgt die Bewertung des Untersuchungsraumes als Vogelbrutgebiet verbal-argumentativ auf der Basis der ermittelten Brutvogelvorkommen.

Die Brutvogelgemeinschaften des Untersuchungsraumes setzen sich überwiegend aus ungefährdeten Sing- und Nicht-Singvögeln zusammen. Dabei handelt es sich vorrangig um Arten mit einer großen ökologischen Valenz in der Besiedlung verschiedener Habitate und damit um in Nordwestdeutschland allgemein häufige und verbreitete Spezies. Unter den Brutvogelarten befinden sich andererseits einige Lebensraumspezialisten. Zu diesen zählen zwei Charakterarten des Halboffenlandes und einige Gebäudebrüter. Die im Vergleich zu den Gehölzbrütern geringe Zahl von Brutvögeln, die ihre Nester auf oder in geringer Höhe über dem Erdboden anlegen, ist ein deutliches Indiz für die begrenzten Nistmöglichkeiten für Bodenbrüter.

Von den 25 Brutvogelspezies gilt nach den Roten Listen eine Art als regional, landes- und bundesweit gefährdet, darüber hinaus impliziert das Artenpotenzial drei Arten der landesweiten und regionalen Vorwarnlisten, bundesweit gilt eine Art als potenziell gefährdet. Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse wird dem Untersuchungsgebiet insgesamt eine allgemeine Bedeutung als Vogelbrutgebiet zugeordnet, nicht jedoch eine hohe, besonders hohe oder gar herausragende Bedeutung. Die Mehrzahl der Vogelpaare brütet in den Gehölzbiotopen und Gebäuden des Untersuchungsraumes, Offenlandbrüter kommen nicht vor. Den Ackerflächen ist demzufolge eine geringe Bedeutung als Vogelbrutgebiet zuzuordnen.

6.0 WIRKUNGEN DES VORHABENS

Grundlage der nachfolgenden Betrachtungen ist die von der TEE GmbH & Co. KG geplante Änderung und Erweiterung der Biogasanlage am Standort An den Teichen 27 im nordwestlichen Stadtgebiet von Lohne. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf den mit Planungsstand vom 16.10.2023 vorliegenden Lage- und Eingrünungsplan (vgl. Abb. 12): Es ist eine Erweiterung der Biogasanlage in westliche Richtung vorgesehen. Auf dem dort an das vorhandene Betriebsgelände angrenzenden Flurstück 20/17 ist die Errichtung verschiedener Gebäude, wie z. B. Gärrestspeicher, Hochfermenter, Technik- und Lagerhalle, geplant. Größere Flächenanteile werden für Fahrwege und Betriebsflächen versiegelt. Im Zuge dieser Erweiterung wird ein auf einem Erdwall angepflanzter Gehölzbestand aus Sträuchern und jungen Bäumen überplant. Westlich des künftigen Betriebsgeländes ist ein 2.700 m² großer Bereich für die Substratrückhaltung in Form einer Sukzessions-/Brachfläche vorgesehen, die von einer Wallanlage umgeben wird. Eine Wallneuanlage ist auch auf dem das bestehende Betriebsgelände im Süden begrenzende Flurstück 20/14 geplant. Sämtliche Wälle sollen mit standortheimischen Gehölzen bepflanzt werden. Eine weitere Sichtschutzpflanzung erfolgt im Nordwesten. Südlich der Straße An den Teichen ist auf dem Flurstück 80/5 die Errichtung einer Gaseinspeisestation vorgesehen.

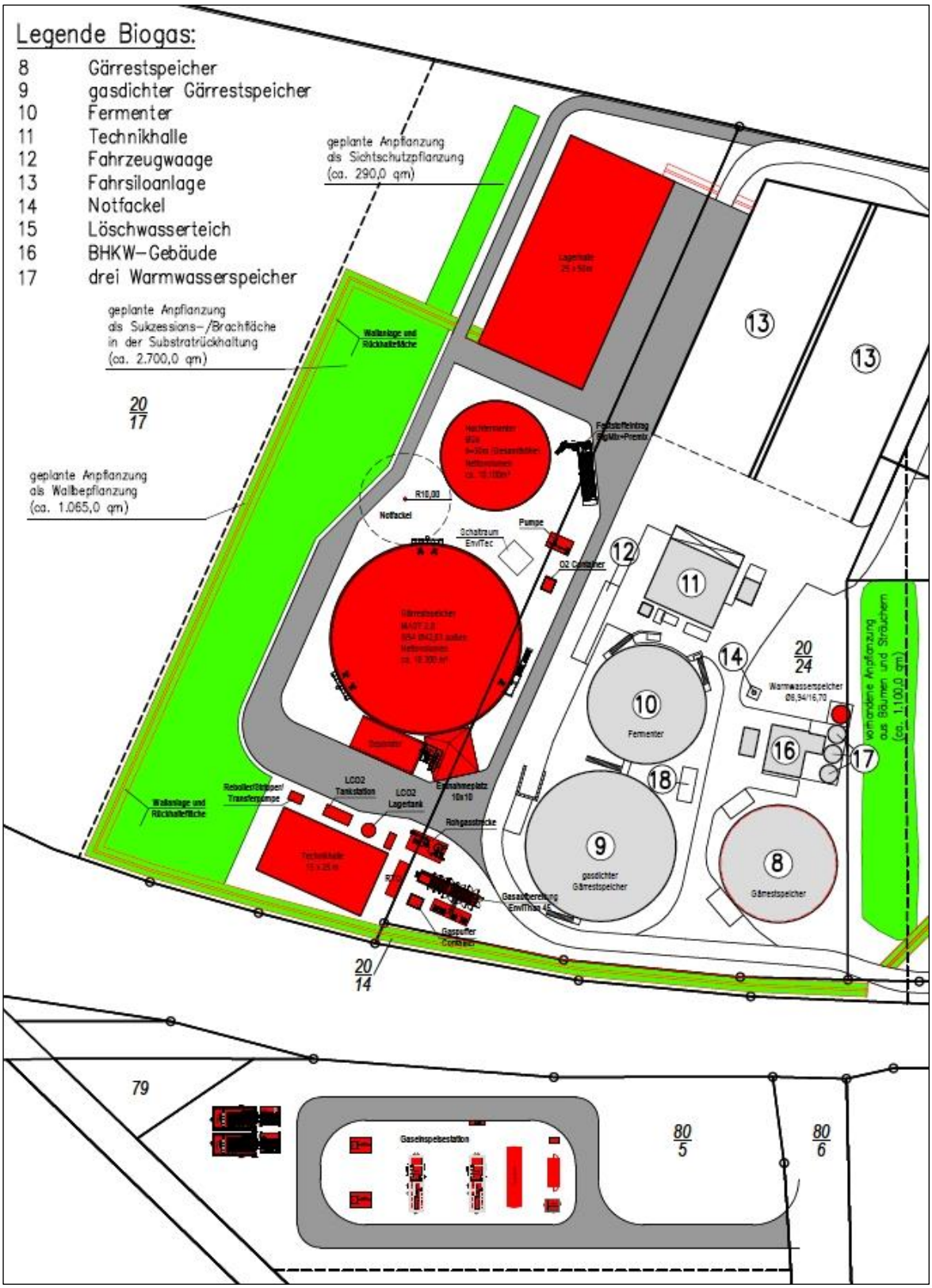


Abb. 12: Einfacher Lage- und Eingrünungsplan des Sondergebietes Biomethan, An den Teichen 27, Stadt Lohne (Entwurf, Stand: 16.10.2023).
(Entwurfsverfasser: Macke & Mekelnborg Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG)

6.1 Anlagebedingte Wirkfaktoren

Im räumlichen Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII werden zurzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen zukünftig in größeren Teilbereichen überbaut oder anderweitig, z. B. durch Asphaltierung, versiegelt. Dies bedeutet einen direkten und dauerhaften Verlust von potenziellen Nahrungsflächen für einige Vogel- und Fledermausarten. Der im Westen des Flurstückes 20/24 auf einem Erdwall vorhandene Gehölzbestand aus Sträuchern und jungen Bäumen geht im Zuge der Erweiterung der Biogasanlage verloren. Diese Gehölze werden von Brutvögeln teilweise zur Nestanlage genutzt und sie sind potenzielle Nahrungshabitate für verschiedene Vogel- und Fledermausarten. Als Ersatz für die überplanten Gehölze sind Anpflanzungen als Wallbepflanzung bzw. als Sichtschutzpflanzung an den Rändern der Erweiterungsfläche für die Biogasanlage vorgesehenen.

6.2 Bau- und betriebsbedingte Wirkfaktoren

Bei Realisierung des Bebauungsplanes werden im Zuge der Baumaßnahmen für die Errichtung von Gebäuden, Betriebsflächen etc. im direkten Bauumfeld durch Baumaschinen und Baufahrzeuge ausgelöste visuelle Effekte und Lärmemissionen auftreten. Diese können für einzelne Fledermaus- und Brutvogelarten unter Umständen störend wirken. Daher sind im direkten Umfeld der Baumaßnahmen vorübergehende Scheucheffekte nicht auszuschließen. Durch lärmbedingte Beeinträchtigungen können z. B. Vögel Brutstandorte aufgeben und auch Säugetiere können empfindlich auf Störungen durch Lärm reagieren (RECK et al. 2001). Im Extremfall kann eine baubedingte Verlärmung zur Verdrängung besonders störungsempfindlicher Arten führen. Eine erhöhte Störungsempfindlichkeit ist bei Arten mit weitem Hörspektrum, wie etwa den Fledermäusen, die Geräusche bis über 40 kHz wahrnehmen können, nicht auszuschließen. Betriebsbedingt sind Störungen durch z. B. Anwesenheit von Personen und Transportverkehr zu erwarten, die eine Scheuchwirkung auf Vogelarten entfalten können. Weiterhin sind nächtliche Lichtemissionen aus Beleuchtungseinrichtungen möglich, die die vorkommenden Fledermäuse in ihrem Flug- und Jagdverhalten beeinträchtigen oder eine negative Wirkung auf bestehende Sommerquartiere haben können.

7.0 DARLEGUNG DER BETROFFENHEITEN

7.1 Eingriffe im Sinne des § 14 BNatSchG

Mit der geplanten Baumaßnahme werden in erster Linie Ackerflächen sowie vereinzelt Gehölze überplant. Nachfolgend werden für die hier bearbeiteten Faunengruppen Hinweise und Einschätzungen zu den erwartbaren Eingriffen im Sinne des § 14 BNatSchG gegeben. Der Ausgleich bzw. die Kompensation der verloren gehenden Funktionen ist gemäß § 1a BauGB in der Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB zu berücksichtigen.

7.1.1 Fledermäuse

Die überplanten Ackerflächen sind als Lebensraum für Fledermäuse kaum von Bedeutung und die Mehrzahl der Gehölze des Plangebietes bleibt erhalten. Einzig die Gehölzpflanzung aus Sträuchern und jungen Bäumen an der westlichen Grenze des Flurstückes 20/24 wird überplant und durch Ersatzpflanzungen innerhalb des Plangebietes ausgeglichen. Alle Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens 0,3 m und damit sämtliche Strukturen, die als Quartierstätten oder Tagesverstecke für Fledermäuse dienen könnten, bleiben erhalten. Sofern entgegen der aktuellen Planung Bäume gerodet werden sollten, sind diese vor Durchführung der Maßnahmen durch eine sachkundige Person auf Fledermausvorkommen zu überprüfen. Wird Fledermausbesatz festgestellt, ist das weitere Vorgehen mit der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Vechta abzustimmen.

Mit Realisierung des Vorhabens werden keine für Fledermäuse relevanten Verbindungselemente in Form von z. B. Gehölzreihen o. dgl. verstellt und damit auch keine Flugkorridore zerschnitten und damit entwertet. Dies gilt auch für den Gehölzbestand an der Straße An den Teichen, dem eine potenziell hohe Bedeutung als Jagdhabitat für Fledermäuse und als Habitat verbindende Leitstruktur zugeordnet wird. Infolgedessen stellt der geplante Eingriff in den geplanten Bereichen weder einen Lebensraumverlust für Fledermäuse dar, noch mindert der Eingriff die Qualität dieses Areals als Lebensstätte für diese Faunengruppe. Demzufolge ist der vorgesehene Eingriff durch die Überplanung von Ackerflächen und einzelnen Gehölzstrukturen für das Schutzgut Fledermäuse nicht als erheblich einzustufen. Für die Gebäude können Fledermausquartiere nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Da sämtliche Bestandsgebäude erhalten bleiben, sind keine Beeinträchtigungen der Fledermäuse zu erwarten.

7.1.2 Brutvögel

Die Realisierung des geplanten Vorhabens führt zu einer Überprägung eines Teilbereichs eines Brutvogellebensraums mit einer allgemeinen Bedeutung. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Mehrzahl der Vogelpaare im Bereich der Gehölze des Plangebietes brütet. Diese Strukturen bleiben überwiegend erhalten und können somit weiterhin von Brutvögeln als Brut- und Nahrungshabitate genutzt werden.

Die von dem Bauvorhaben in Anspruch genommenen Lebensräume in Form von Ackerflächen und einem Gehölzbestand Sträuchern und jungen Bäumen stehen einigen Brutvögeln als Fortpflanzungs- und/oder Nahrungshabitate bzw. als Ruhestätten künftig nicht mehr zur Verfügung. Nach der durchgeführten Potenzialansprache sind die Ackerflächen des Plangebietes nicht von Brutvögeln besiedelt. In den überplanten Gehölzen siedeln überwiegend allgemein häufige und verbreitete Brutvogelarten und auch der auf der Vorwarnliste verzeichnete Stieglitz könnte dort brüten. Weiterhin ist das Vorkommen von Einzelpaaren der beiden Halboffenlandbrüter Dorngrasmücke und Goldammer in den überplanten Randstrukturen möglich. Die Nisthabitate dieser Brutvögel gehen bei Realisierung des Vorhabens verloren.

Zur Kompensation dieser Beeinträchtigungen von Brutvögeln (dauerhafter Verlust von Fortpflanzungs- und Nahrungshabitaten) sind Ersatzpflanzungen von Gehölzen vorzunehmen. Durch die geplanten Anpflanzungen auf den neu zu errichtenden Erdwällen an den westlichen und südlichen Rändern der erweiterten Biogasanlage sowie der Sichtschutzpflanzung im Nordwesten werden die Beeinträchtigungen der Brutvögel innerhalb des Plangebietes ausgeglichen. Ersatzhabitate entstehen auch durch die Anlage einer Sukzessions-/Brachfläche. Darüberhinausgehende Kompensationsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Auswirkungen auf empfindlich reagierende Brutvögel der näheren Umgebung des Plangebietes sind grundsätzlich nicht von vornherein auszuschließen. Zu dem potenziellen Artenspektrum zählen keine besonders störungsempfindliche Spezies (vgl. GASSNER et al. 2010). Beeinträchtigungen der Brutvögel im Umfeld des Planungsvorhabens sind bei Realisierung des Planungsvorhabens nicht zu erwarten.

7.2 Prüfung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände nach § 44 BNatSchG

7.2.1 Fledermäuse

Prüfung des Zugriffsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG)

Baubedingte direkte Tötungen sind im Zuge der Realisierung der Bauleitplanung unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen nicht zu erwarten. Fledermäuse sind nachtaktiv und können, sofern Bautätigkeiten bis in die Nachtstunden andauern, bei ihrem Flug Baufahrzeugen ausweichen. Eine Gefährdung durch den Baubetreib ist daher nicht

anzunehmen. Sofern entgegen der aktuellen Planung Baumfällungen erforderlich werden, sind diese außerhalb der Aktivitätsperiode der Fledermäuse vorzunehmen, d. h. entsprechende Arbeiten sollten sich auf den Zeitraum von November bis Februar beschränken. Unmittelbar vor dem Fällen der Bäume sind diese auf das Fledermausquartierpotenzial zu überprüfen. Bei einem Fledermausbesatz ist das weitere Vorgehen mit der Unteren Naturschutzbehörde das Landkreises Vechta abzustimmen.

Über eine mögliche Zerstörung von potenziellen Fortpflanzungs- und Ruhestätten hinausgehende Tötungen von Individuen können aufgrund der Lebensweise der Fledermäuse und ihrer vorwiegend abendlichen bzw. nächtlichen Aktivität ausgeschlossen werden, da etwaige schädliche Wirkungen mit der Realisierung des Bauvorhabens weder anlage- noch betriebsbedingt zu erwarten sind.

Der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist unter Berücksichtigung der dargestellten Vermeidungsmaßnahme nicht einschlägig.

Prüfung des Störungsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG)

Ein Verbotstatbestand liegt im Sinne des § 44 (1) Nr. 2 BNatSchG vor, wenn es zu einer erheblichen Störung der Art kommt. Diese tritt dann ein, wenn sich der Erhaltungszustand der lokalen Population der jeweiligen Art verschlechtert. Die lokale Population kann definiert werden als (Teil-)Habitate und Aktivitätsbereiche von Individuen einer Art, die in einem für die Lebensraumansprüche der Art ausreichend räumlich-funktionalen Zusammenhang stehen. Der Erhaltungszustand der Population kann sich verschlechtern, wenn aufgrund der Störung einzelne Tiere durch den verursachten Stress so geschwächt werden, dass sie sich nicht mehr vermehren können (Verringerung der Geburtenrate) oder sterben (Erhöhung der Mortalität). Weiterhin käme es zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes, wenn die Nachkommen aufgrund einer Störung nicht weiter versorgt werden können.

Erhebliche bau- und betriebsbedingte Störungen durch Lärm und durch nächtliche Lichtemissionen während sensibler Zeiten (Fortpflanzungs-, Aufzucht- Wander- und Überwinterungszeiten) können im Nahbereich von regelmäßig genutzten (essenziellen) Jagdhabitaten und in der Nähe von Wochenstubenquartieren auftreten. Lärmemissionen sind auf die Bauzeit beschränkt und entfalten folglich keine dauerhafte Wirkung, so dass eine erhebliche Störung nicht anzunehmen ist. Auf eine über das normale Maß hinausgehende starke nächtliche Beleuchtung der Baustellen ist zu verzichten.

Kunstlicht, das in Form von Straßenleuchten und Gebäudebeleuchtung (z. B. Halogenstrahler) auf Flugwege und Jagdhabitate gerichtet ist, kann eine Barrierewirkung auf verschiedene Fledermausarten entfalten. So reagieren einige Arten während ihrer nächtlichen Aktivitätsperioden sehr empfindlich auf künstliche Lichtquellen. Dies kann nach dem aktuellen Kenntnisstand zu einer Meidung von Flugstraßen und Jagdlebensräumen in Bereichen mit künstlicher Beleuchtung führen. Sind künstliche Lichtquellen direkt auf die Sommerquartiere gerichtet, werden nahezu alle Fledermausarten beeinträchtigt (VOIGT et al. 2019). Von starker direkter Beleuchtung betroffene Quertiere werden möglicherweise aufgegeben oder die Tiere fliegen am Abend verspätet aus und die effektive Jagdzeit verringert sich. Dies hat eine Abnahme der individuellen Fitness zur Folge (Gewichtsverlust, Verringerung des Immunstatus gegenüber Krankheitserregern, etc.). Aufgrund der geschilderten Sachverhalte können die Beleuchtungsanlagen der künftigen Betriebsflächen zu einer erheblichen Störung der dort vorkommenden Fledermauspopulationen führen. Vor diesem Hintergrund ist auf Lichteinträge, die über das normale Maß der Beleuchtung der Betriebsflächen hinausgehen, zu verzichten und die Beleuchtungsanlagen sind vorsorglich fledermausfreundlich zu gestalten. Direkte nächtliche Ausleuchtung der Gehölzreihen, insbesondere jene entlang der Straße An den Teichen, kann zur Folge haben, dass die Flug- und Jagdstrecken der dort potenziell

vorkommenden Fledermäuse aufgegeben werden und das räumliche Funktionsgefüge dieser Arten beeinträchtigt würde, so dass hierauf zu verzichten ist. Da Quartiere am Fermenter nicht ausgeschlossen werden können, sollte dieser nicht direkt angestrahlt werden.

Der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist unter Zugrundelegung der dargelegten Vermeidungsmaßnahmen nicht einschlägig.

Prüfung des Schädigungsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG)

Sämtliche Bäume mit Stammdurchmesser von mindestens 0,3 m sollen erhalten bleiben. Auf dieser Grundlage ist eine baubedingte Zerstörung oder Beschädigung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten durch die Rodung von Gehölzen nicht anzunehmen. Sofern entgegen der aktuellen Planung Baumfällungen erforderlich werden, gelten die zuvor ausgeführten Hinweise zur Vermeidung von Beeinträchtigungen.

Unter Voraussetzung der oben genannten Vermeidungsmaßnahmen ist der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG nicht erfüllt.

7.2.2 Brutvögel

In dem Untersuchungsraum wurden 25 Brutvogelarten nachgewiesen bzw. als potenzielle Kolonisten eingestuft. Zu diesen zählen insbesondere Ubiquisten sowie einige stenotope Spezies. Das Vorhaben kann zu einem Verlust von Brut-, Wohn- bzw. Zufluchtsstätten sowie Nahrungshabitaten einiger dieser europäisch geschützten Vogelarten nach Art. 1 der EU-Vogelschutzrichtlinie führen. Weit verbreitete, ubiquitäre oder anspruchsarme und störungsunempfindliche Arten, deren Bestände landesweit nicht gefährdet sind und deren Lebensräume grundsätzlich zu ersetzen sind, müssen im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung keiner vertiefenden und artspezifischen Darstellung unterliegen, wenn durch das Vorhaben keine populationsrelevanten Beeinträchtigungen zu erwarten sind (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN 2009). Ein Ausschluss von Arten kann in dem Fall erfolgen, wenn die Wirkungsempfindlichkeiten der Arten vorhabenspezifisch so gering sind, dass mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass keine Verbotstatbestände ausgelöst werden können (Relevanzschwelle). Diese Arten finden über den flächenbezogenen Biotoptypenansatz der Eingriffsregelung (einschließlich Vermeidung und Kompensation) hinreichend Berücksichtigung (vgl. BAUCKLOH et al. 2007).

Im Rahmen der vorzunehmenden Eingrenzung der für die artenschutzrechtliche Betrachtung relevanten Arten ist folglich für die Mehrzahl der im Untersuchungsraum nachgewiesenen Spezies im Rahmen der vorliegenden speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung keine vertiefende Betrachtung erforderlich. Die ungefährdeten Arten sind meist anspruchsarm und wenig empfindlich. Bei ihnen kann eine gute regionale Vernetzung ihrer Vorkommen vorausgesetzt werden. Für diese Arten ist daher trotz möglicher geringfügiger örtlicher Beeinträchtigungen und Störungen sichergestellt, dass sich der Erhaltungszustand ihrer Lokalpopulationen unter Berücksichtigung von Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen über den flächenbezogenen Biotoptypenansatz der Eingriffsregelung nicht verschlechtert und die ökologische Funktion ihrer Lebensstätten im räumlichen Zusammenhang erfüllt bleibt.

Um das Spektrum der zu berücksichtigenden Vogelarten im Rahmen der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung einzugrenzen, werden bei der artspezifischen Betrachtung folgende Gruppen berücksichtigt:

- Streng geschützte Vogelarten,
- Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie,
- Vogelarten, die auf der Roten Liste oder der Vorwarnliste geführt werden.

Damit sind der mit mehreren Brutpaaren nachgewiesene gefährdete Star sowie die potenziell mit Einzelpaaren vorkommenden Arten der Vorwarnliste Goldammer, Feldsperling und Stieglitz hinsichtlich artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände näher zu betrachten.

Prüfung des Zugriffsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG)

Hinsichtlich der Überprüfung des Zugriffsverbotes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist für sämtliche vorkommenden Vogelarten zu konstatieren, dass es durch die Vermeidungsmaßnahme der Rodung von Gehölzen, dem Abriss von Gebäuden und der Baufeldfreimachung außerhalb der Brutzeit nicht zu baubedingten Tötungen von Individuen der betreffenden Arten oder ihrer Entwicklungsformen kommen wird. Mögliche Tötungen von Individuen durch betriebsbedingte Kollisionen mit Fahrzeugen gehen nicht über das allgemeine Lebensrisiko hinaus und stellen daher keinen Verbotstatbestand dar.

Es ist festzustellen, dass der Verbotstatbestand gemäß § 44 (1) Nr. 1 BNatSchG unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen nicht erfüllt wird.

Prüfung des Störungsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG)

Die Störung von Vögeln durch bau- oder betriebsbedingten Lärm und/oder andere Immissionen in für die Tiere sensiblen Zeiten kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Das Störungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG während der sensiblen Zeiten der Vögel stellt nur einen Verbotstatbestand dar, insoweit eine erhebliche Störung verursacht wird. Eine Erheblichkeit ist nach BNatSchG dann gegeben, wenn durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert wird. In Bezug auf das Störungsverbot während der Fortpflanzungs- und Aufzuchtzeiten lassen sich bau- und betriebsbedingte Störungen in Form von z. B. Lärmimmissionen nicht gänzlich vermeiden. Während der Baumaßnahmen werden akustische und visuelle Störreize durch Maschinen und Fahrzeuge sowie durch die Arbeiter selbst ausgelöst, die eine Scheuchwirkung auf einzelne Vogelarten ausüben können; gleiches gilt für alle im Bereich einer Biogasanlage möglichen Störwirkungen, wie z. B. die Anwesenheit von Personen und Transportverkehr. Im Fall einer erheblichen Störung ist mit der Aufgabe von Brutplätzen zu rechnen, sofern die betroffenen Arten empfindlich auf Störreize reagieren (RECK et al. 2001). Eine Verlärmung kann somit zu einer Verdrängung besonders störungsempfindlicher Arten führen.

Sämtliche im Plangebiet vorkommenden Brutvogelarten werden allgemein als relativ unempfindlich gegenüber anthropogenen Störungen eingestuft. GASSNER et al. (2010) geben für die hier zu betrachtenden Spezies eine planerisch zu berücksichtigende Fluchtdistanz von 5 bis maximal 20 m an. Fluchtdistanzen indizieren dabei die Empfindlichkeit gegenüber menschlicher Anwesenheit und Störung (l. c.). Aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Fluchtdistanzen gegenüber anthropogen verursachten visuellen und akustischen Reizen, ist nicht mit der Erfüllung von Verbotstatbeständen zu rechnen. Gestörte Bereiche innerhalb der artspezifischen Fluchtdistanzen kommen für die Nistplatzwahl von vornherein nicht in Frage. Erhebliche Beeinträchtigungen, die mit einer Verschlechterung des Erhaltungszustands der lokalen Populationen der o. g. Arten einhergehen, sind daher nicht zu erwarten.

Erhebliche Störungen während Überwinterungs- und Wanderzeiten sind auszuschließen. Arten, die während des Winters innerhalb des Plangebietes oder in dessen Umgebung vorkommen, könnten durch Lichtemissionen und andere visuelle Effekte in dieser Zeit aufgescheucht werden. Damit diese Störung zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Population führt, müsste dieses Individuum direkt oder indirekt durch das Aufscheuchen zu Tode kommen bzw. so geschwächt werden, dass es sich in der Folgezeit nicht mehr reproduzieren kann. Dies ist aufgrund der Art des Vorhabens unwahrscheinlich. Vögel sind

in der Regel an Siedlungslärm, Lichtemissionen und visuelle Effekte gewöhnt und suchen ihre individuellen Sicherheitsabstände auf, so dass es zu keinen ungewöhnlichen Scheuch-Effekten für die Arten kommt, die Individuen schwächen oder töten könnten.

Der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist unter Zugrundelegung der dargelegten Vermeidungsmaßnahmen nicht einschlägig.

Prüfung des Schädigungsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG)

Regelmäßig genutzte Fortpflanzungsstätten, wie z. B. Horste von Greif- oder Großvögeln, sind auch bei längerer Abwesenheit der Tiere geschützt. Nicht geschützt sind Fortpflanzungsstätten, die funktionslos geworden sind, also alte Brutplätze von Vögeln, die in jedem Jahr an anderer Stelle ein neues Nest bauen. Ebenfalls nicht geschützt sind potenzielle Lebensstätten, die bisher noch nicht von gemeinschaftsrechtlich geschützten Arten genutzt werden.

Goldammer und Stieglitz bauen in jedem Jahr ein neues Nest. Da der Schutzanspruch der temporären Fortpflanzungsstätten nur dann vorliegt, wenn diese in Benutzung sind, d. h. während der Brutzeit, kann eine Schädigung der Fortpflanzungsstätte infolge der Baufeldfreimachung und der Rodung von Gehölzen außerhalb der Brutzeit ausgeschlossen werden.
Feldsperling und Star sind Höhlenbrüter, die 2023 in Hohlräumen an dem Fermenter gebrütet haben. Da dieser erhalten bleibt, ist nicht von einer Schädigung der Fortpflanzungsstätten auszugehen.

Unter Voraussetzung der oben genannten Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen ist der Verbotstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG nicht erfüllt.

8.0 VERMEIDUNG, VERMINDERUNG UND KOMPENSATION VON BEEINTRÄCHTIGUNGEN

In Bezug auf die Vermeidung und Minimierung sowie der Kompensation von Beeinträchtigungen der hier betrachteten Faunengruppen sind die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Für die Vermeidung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände gemäß § 44 (1) BNatSchG ist die Baufeldräumung / Baufeldfreimachung außerhalb der Zeit zwischen dem 1. März und dem 15. Juli, Baumfäll- und Rodungsarbeiten sind außerhalb der Zeit zwischen dem 1. März und dem 30. September durchzuführen. Die Arbeiten sind ausnahmsweise in den genannten Zeiten zulässig, wenn durch eine ökologische Baubegleitung artenschutzrechtliche Verbotstatbestände ausgeschlossen werden können.
- Für Beeinträchtigungen der Fauna durch die Überplanung von Gehölzen sind adäquate Kompensationsmaßnahmen (Anpflanzung von standortgerechten Bäumen und Sträuchern) auf der Grundlage des flächenbezogenen Biotoptypenansatzes der Eingriffsregelung durchzuführen. Durch die geplante Wallbepflanzung und die vorgesehene Sichtschutzpflanzung sowie die Anlage einer Sukzessions-/Brachfläche werden die Beeinträchtigungen der beiden Faunengruppen vollständig ausgeglichen.
- Auf eine starke nächtliche Beleuchtung der Baustellen ist ebenso zu verzichten wie auf Lichteinträge, die über das normale Maß der Beleuchtung der Verkehrswege und der Wohngrundstücke hinausgehen Die Beleuchtung sollte nur indirekt und mit fledermausfreundlichen Lampen erfolgen. Eine Beleuchtung der Gehölzreihen entlang der Straße An den Teichen sowie punktuelle Beleuchtungskonzentrationen sind zu vermeiden. Gebäude sollten nicht direkt angestrahlt werden.

9.0 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der für den Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplanes Nr. VIII „Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27“ (Stadt Lohne, Landkreis Vechta) für die Fledermausfauna durchgeführten Potenzialansprache wurden neun Spezies deklariert, die Teile des Plangebietes und dessen nähere Umgebung als Nahrungshabitat nutzten könnten. In Anbetracht der im Gebiet geringen Strukturvielfalt existieren Jagdgebiete nur im Bereich der vereinzelt vorhandenen Gehölze. Das im Betrachtungsraum wichtigste Nahrungshabitat für Fledermäuse ist der den Plangeltungsbereich querende jedoch außerhalb dessen liegende Gehölzbestand beidseitig der Straße An den Teichen. Diese Gehölzreihen dienen darüber hinaus mit großer Wahrscheinlichkeit verschiedenen Fledermausarten als Flugroute zur Überquerung der Autobahntrasse, sie besitzen damit aller Voraussicht nach eine bedeutende Funktion als Habitat verbindende Leitstruktur für die Vernetzung der westlich und östlich der A1 gelegenen Lebensräume. In einer abgestorbenen Birke in der Feldhecke an der südwestlichen Grenze von Flurstück 80/5 ist eine Spechthöhle vorhanden, die aufgrund ihrer Größe und Struktur potenziell als Balzquartier für verschiedene Fledermausarten geeignet ist. Die Überprüfung der übrigen im Gebiet vorhandenen Bäume ergab keine Hinweise auf Vorkommen natürlicher Baumhöhlen bzw. andere Strukturen, die als Sommer- oder Winterquartiere für Fledermäuse in Frage kommen, Einzelstrukturen könnten sporadisch als Tagesversteck genutzt werden. Gebäudequartiere sind für den Fermenter nicht auszuschließen. Unter den Brutvögeln sind im Untersuchungsraum insgesamt 25 Arten zu erwarten. Zu diesen zählen großenteils Allerweltsarten; mit Dorngasmücke und Goldammer sind zwei stenotope Halboffenlandbrüter und mit Haussperling und Hausrotschwanz zwei an Gebäude besonders gut adaptierte Spezies vertreten. Mit dem Star gilt aktuell eine Brutvogelart des Planungsraumes als regional, landes- und bundesweit gefährdet, weitere drei Arten (Feldsperling, Goldammer Stieglitz) sind auf der landesweiten Vorwarnliste verzeichnet. Alle 25 Brutvogelspezies sind besonders geschützt, streng geschützte Arten treten nicht auf. Die aus der Realisierung des Vorhabens resultierenden Beeinträchtigungen der Fauna werden durch die geplanten Gehölzpflanzungen sowie die Anlage einer Sukzessions-/Brachfläche innerhalb des Plangebietes ausgeglichen. Für die Überprüfung der mit dem vorliegenden Planungsvorhaben verbundenen Auswirkungen auf die Arten der hier zu betrachtenden Fledermäuse und Brutvögel wurde unter Berücksichtigung der Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG eine Erörterung der artenschutzrechtlichen Konflikte durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen erforderlich sind. Unter deren Berücksichtigung sind die Verbotstatbestände (Zugriffs-, Störungs- und Schädigungsverbot) nach § 44 BNatSchG allesamt nicht einschlägig.

10.0 LITERATUR

BAUCKLOH, M., E.-F. KIEL & W. STEIN (eds.) (2007): Berücksichtigung besonders und streng geschützter Arten bei der Straßenplanung in Nordrhein-Westfalen. - Naturschutz und Landschaftsplanung 39: 13-18.

BEHM K. & T. KRÜGER (2013): Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 33: 55-69.

BREUER, W. (1994): Naturschutzfachliche Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 14: 1-60.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN (BMVBS) (ed.) (2009): Leitfaden zur Berücksichtigung des Artenschutzes bei Aus- und Neubau von Bundeswasserstraßen. - Bonn.

DRACHENFELS, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4: 1-336.

FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. IHW-V., Eching.

GASSNER, E., A. WINKELBRANDT & D. BERNOTAT (2010): UVP und Strategische Umweltprüfung – Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung, 5. Auflage. - Müller-V., Heidelberg.

GEDEON K., C. GRÜNBERG, A. MITSCHKE, C. SUDFELDT, W. EIKHORST, S. FISCHER, M. FLADE, S. FRICK, I. GEIERSBERGER, B. KOOP, M. KRAMER, T. KRÜGER, N. ROTH, T. RYSLAVY, S. STÜBING, S. R. SUDMANN, R. STEFFENS, F. VÖKLER & K. WITT (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German Breeding Birds.- Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten - Münster.

KRÜGER, T. & K. SANDKÜHLER (2022): Rote Liste der Brutvögel Niedersachsens und Bremens. 9. Fassung, Oktober 2021. - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 41: 111-174.

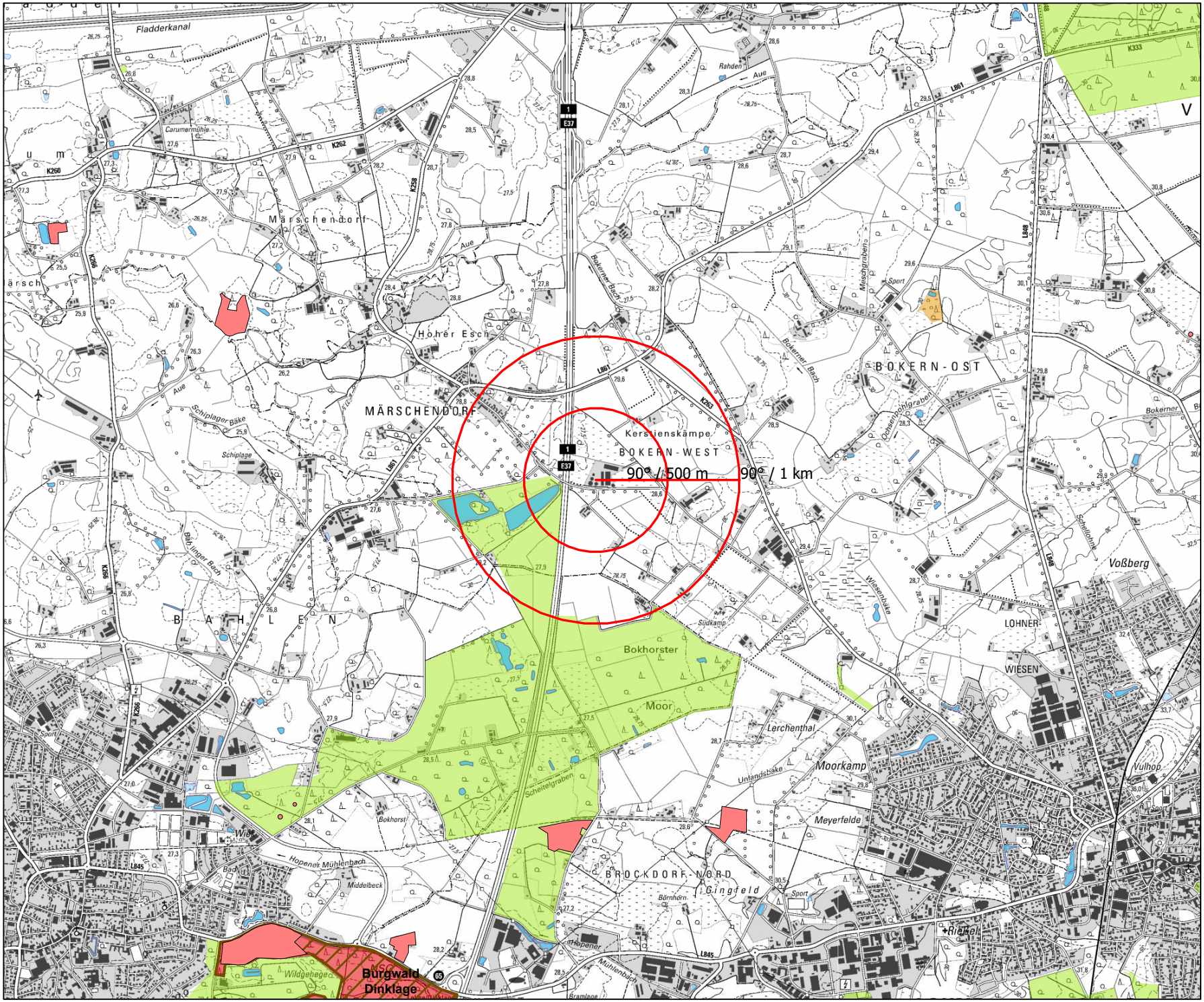
MEINIG, H., P. BOYE, M. DÄHNE, R. HUTTERER & J. LANG (2020): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. - Naturschutz u. Biologische Vielfalt 170 (2): 73 S.

RECK, H., J. RASMUS & G. M. KLUMP (2001): Auswirkungen von Lärm und Planungsinstrumente des Naturschutzes. - Naturschutz Landschaftsplanung 33: 145-149.

RYSLAVY T., H.-G. BAUER, B. GERLACH, O. HÜPPOP, J. STAHMER, P. SÜDBECK & C. SUDFELDT (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 6. Fassung, 30. September 2020. - Ber. Vogelschutz 57: 13-112.

VOIGT, C.C, C. AZAM, J. DEKKER, J. FERGUSON, M. FRITZE, S. GAZARYAN, F. HÖLKER, G. JONES, N. LEADER, D. LEWANZIK, H.J.G.A. LIMPENS, F. MATHEWS, J. RYDELL, H. SCHOFIELD, K. SPOELSTRA, M. ZAGMAJSTER (2019): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Beleuchtungsprojekten. EUROBATS Publication Series No. 8 (deutsche Ausgabe). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn.

20241205-170541_Umweltkarten



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen.

LGLN

© 2024

Maßstab: 1:25.000

Datum: 05.12.2024

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz

Legende

- Naturpark
- Nationalpark
- Biosphärenreservat
- Naturschutzgebiet
- Naturdenkmal
- Landschaftsschutzgebiet
- geschützte Landschaftsbestandteile (GLB)
- Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH) in Niedersachsen
- EU-Vogelschutzgebiete (VSG) in Niedersachsen
- Landesweite Biotopkartierung 1984 - 2004
- Stillgewässer in Mooren

Trinkwasserschutzgebiete (WSG) nach Schutzzone

Trinkwasserschutzgebiete (WSG) nach Schutzzone

- Schutzzone I
- Schutzzone II
- Schutzzone IIA
- Schutzzone IIB
- Schutzzone III
- Schutzzone IIIA
- Schutzzone IIIB
- keine Angabe

Trinkwasserschutzgebiete (WSG) nach Zustand

Trinkwasserschutzgebiete (WSG) nach Zustand

- Abgrenzung einer amtlichen Festsetzung durch Verordnung
- Abgrenzung eines Verordnungsentwurfs
- vorgesehenes WSG mit vorläufigen Anordnungen nach § 52 Abs. 2 WHG

Heilquellenschutzgebiete (HQSG) nach Zustand

Heilquellenschutzgebiete (HQSG) nach Zustand

- Abgrenzung einer amtlichen Festsetzung durch Verordnung
- Abgrenzung eines Verordnungsentwurfs

Heilquellenschutzgebiete (HQSG) nach Schutzzone

Heilquellenschutzgebiete (HQSG) nach Schutzzone

- Schutzzone I
- Schutzzone II
- Schutzzone IIA
- Schutzzone IIB
- Schutzzone III
- Schutzzone IIIA
- Schutzzone IIIB
- Schutzzone IIIC
- Schutzzone IV
- Schutzzone V
- Schutzzone VI
- Schutzzone A (quantitativ)
- Schutzzone B (quantitativ)
- Schutzzone D (quantitativ)
- keine Angabe

Stehende Gewässer

Widmung

- Gewässer 1. Ordnung (nicht vorhanden)
- Gewässer 2. Ordnung
- Gewässer 3. Ordnung

LBLID6760

ID5362

LBLID8498

ID3139

ID5787

measure_1733414640539

ID6788

measure_1733414586474

14.3 Angaben zur Ermittlung und Beurteilung der UVP-Pflicht für Anlagen nach dem BImSchG

1. Adressdaten

Genehmigungsbehörde:
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg Theodor-Tantzen-Platz 8 26122 Oldenburg
Antragsteller:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 49393 Lohne
Planungsbüro für die UVP-Unterlagen:

2. Kurzbeschreibung des Vorhabens

☐ Neuerrichtung ☒ Änderung oder Erweiterung (nach BImSchG)

Nr. des Anhangs der 4. BImSchV	8.6.3.1EG
Anlagenbezeichnung:	Anlagen zur biologischen Behandlung, soweit nicht durch Nummer 8.5 oder 8.7 erfasst, von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich zur Verwertung durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 100 Tonnen oder mehr je Tag
Nr. der Anlage 1 des UVPG	8.4.2.1
Bezeichnung	Errichtung und Betrieb einer Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle, soweit die Behandlung ausschließlich durch anaerobe Vergärung (Biogaserzeugung) erfolgt, mit einer Durchsatzkapazität von 50 t oder mehr je Tag,

3. Schutzkriterien (Belastbarkeit der Schutzgüter)

Sind folgende Gebiete oder Objekte im Einwirkungsbereich der Anlage vorhanden?

	Gebietsart	Kleinster Abstand in m
☐	Europ. Vogelschutzgebiete nach § 7 (1) Nr. 7 BNatSchG	
☐	Naturschutzgebiete nach § 23 BNatSchG	
☐	Nationalparke, Nationale Naturmonomente nach § 24 BNatSchG	
☐	Biosphärenreservate nach § 25 BNatSchG	
☐	Biotope nach § 30 BNatSchG	
☒	Landschaftsschutzgebiete nach § 26 BNatSchG	75
☐	Geschützte Landschaftsbestandteile nach § 29 BNatSchG	
☐	Natura 2000 Gebiete § 32 BNatSchG	
☐	Naturdenkmäler nach § 28 BNatSchG	
☐	Wasserschutzgebiete (§ 51 WHG), Heilquellenschutzgebiete (§ 53 WHG), Risikogebiete (§ 73 WHG) und Überschwemmungsgebiete (§ 76 WHG)	
☐	Gebiete, in denen die in Gemeinschaftsvorschriften festgelegten Umweltqualitätsnormen nach EG-Luftqualitätsrichtlinie bereits überschritten sind - Grenzwerte nach EG-Luftqualitätsrichtlinie - Messwerte für das Beurteilungsgebiet oder vergleichbare Gebiete	
☐	Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte (§ 2 (2) Nr. 2 und 5 des ROG)	
☐	Denkmale oder Gebiete, die als archäologisch bedeutende Landschaft eingestuft sind	

☐	Sonstige Schutzkriterien	

14.3a UVP-Pflicht oder Einzelfallprüfung

Zutreffendes ankreuzen	**UVP-pflichtige Vorhaben gemäß §§ 6, 9 bis 13 UVPG i.V.m Anlage 1 UVPG, Ziffern 1.1 bis 10.7**
1. ☐	Neuvorhaben mit einem "X" in Anlage 1 des UVPG (unbedingte UVP-Pflicht für das Vorhaben § 6 UVPG)
2. ☐	Neuvorhaben mit einem "A" oder "S" in Anlage 1 des UVPG für welches die Einzelfallprüfung Vorprüfung entfällt, weil der Träger des Vorhabens freiwillig die Durchführung einer UVP beantragt (freiwillige UVP § 7 (3) UVPG)
3. ☐	Änderungsvorhaben, bei dem für das bestehende Vorhaben eine UVP durchgeführt worden ist, und allein die Änderung die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet (UVP-Pflicht für das Änderungsvorhaben § 9 (1) Satz 1 Nr. 1 UVPG)
4. ☐	Änderungsvorhaben, bei dem für das Vorhaben keine UVP durchhgeführt worden ist, und das bestehende Vorhaben und die Änderung zusammen die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erstmals erreichen oder überschreiten (UVP-Pflicht für das Änderungsvorhaben § 9 (2) Nr. 1 UVPG) oder eine UVP-Pflicht besteht und dafür keine Größen- oder Leistungswerte vorgeschrieben sind (§ 9 (3) Nr. 1)
5. ☐	Änderungsvorhaben mit einem "A" oder "S" in Anlage 1 des UVPG, für welches die Einzelfallprüfung/ Vorprüfung entfällt, weil der Träger des Vorhabens freiweillig die Durchführung einer UVP beantragt (freiwillige UVP § 9 (4) entsprechend § 7 UVPG)
6. ☐	Kumulierende Vorhaben, die zusammen die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreichen oder überschreiten, (UVP-Pflicht für die kumulierenden Vorhaben § 10 (1) UVPG)
7. ☐	Hinzutretendes kumulierendes Vorhaben
7.1. ☐	- das allein die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet und dem für das frühere Vorhaben ● eine Zulassungsentscheidung getroffen und ● bereits eine UVP durchgeführt worden ist (UVP-Pflicht für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 11 (2) Nr. 1 UVPG)
7.2. ☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben ● eine Zulassungsentscheidung getroffen und ● keine UVP durchgeführt worden ist (UVP-Pflicht für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 11 (3) Nr. 1 UVPG)
7.3. ☐	- das allein die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist und ● für das frühere Vorhaben allein die UVP-Pflicht besteht (UVP-Pflicht für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 (1) Nr. 1 UVPG)
7.4. ☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen, ● keine UVP durchgeführt worden ist und ● die Antragsunterlagen bereits vollständig eingereicht sind (UVP-Pflicht für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 (2) Nr. 1 UVPG)

7.5. ☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen, ● keine UVP durchgeführt worden ist und ● die Antragsunterlagen noch nicht vollständig sind (UVP-Pflicht für die kumulierenden Vorhaben § 12 (3) Nr. 1 UVPG)

Falls keiner der o.g. Punkte zutrifft, ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen (s. Teil B), wenn sich deren Notwendigkeit aus der nachfolgenden Übersicht ergibt:

Zutreffendes ankreuzen	**UVP-vorprüfungspflichtige Vorhaben (Vorprüfung des Einzelfalls) gemäß §§ 7, 9 bis 14 UVPG i.V.m. Anlage 1 UVPG, Ziffern 1.1 bis 10.7**
8. ☐	Neuvorhaben mit einem "A " oder "S " in Anlage 1 des UVPG (allgemeine oder standortbezogene Vorprüfung für das Vorhaben § 7 (1) und (2) UVPG)
9. ☐	Änderungsvorhaben, bei dem für das bestehende Vorhaben eine UVP durchgeführt worden ist und bei dem
9.1. ☐	- allein die Änderung die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG nicht erreicht oder überschreitet (allgemeine Vorprüfung für das Änderungsvorhaben § 9 (1) Satz 1 Nr. 2 UVPG)
9.2. ☐	- keine Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG vorgeschrieben sind (allgemeine Vorprüfung für das Änderungsvorhaben § 9 (1) Satz 2 UVPG)
10. ☒	Änderungsvorhaben, bei dem für das bestehende Vorhaben keine UVP durchgeführt worden ist und bei dem
10.1. ☒	- das bestehende Vorhaben und die Änderung zusammen einen in Anlage 1 UVPG genannten Prüfwert für eine Vorprüfung erstmals oder erneut erreichen oder überschreiten (standortbezogene/allgemeine Vorprüfung für das Änderungsvorhaben § 9 (2) Nr. 2 UVPG)
10.2. ☐	- für das bestehende Vorhaben und die Änderung zusammen nach Anlage 1 UVPG ● eine UVP-Pflicht besteht und dafür keine Größen- und Leistungswerte vorgeschrieben sind oder ● eine Vorprüfung, aber keine Prüfwerte vorgeschrieben sind (standortbezogene/allgemeine Vorprüfung für das Änderungsvorhaben § 9 (3) Nr. 1 und 2 UVPG)
11. ☐	Kumulierende Vorhaben, die zusammen
11.1. ☐	- die Prüfwerte für eine allgemeine Vorprüfung erstmals oder erneut erreichen oder überschreiten (allgemeine Vorprüfung für die kumulierenden Vorhaben § 10 (2) UVPG)
11.2. ☐	- die Prüfwerte für eine standortbezogene Vorprüfung erstmals oder erneut erreichen oder überschreiten (standortbezogene Vorprüfung für die kumulierenden Vorhaben § 10 (3) UVPG)
12. ☐	Hinzutretendes kumulierendes Vorhaben
12.1. ☐	- das allein die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG nicht erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben ● eine Zulassungsentscheidung getroffen und ● bereits eine UVP durchgeführt worden ist (allgem. Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 11 (2) Nr. 2 UVPG)
12.2. ☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüfwerte für die allgemeine Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet (allgemeine Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 11 (3) Nr. 2 UVPG)
12.3. ☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüfwerte für die standortbezogene Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet (standortbezogene Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende, § 11 (3) Nr. 3 UVPG)

12.4.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen zwar die maßgeblichen Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet, das jedoch allein die Prüfwerte für die standortbezogene und die allgemeine Vorprüfung nicht erreicht oder überschreitet (allgemeine Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 11 (4) UVPG)
12.5.	☐	- das allein die Größen- und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG nicht erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist und ● für das eine UVP durchgeführt worden ist (allgem. Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 (1) Nr. 2 UVPG)
12.6.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüfwerte für die allgemeine Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist, ● allein keine UVP-Pflicht besteht und ● die Antragsunterlagen bereits vollständig eingereicht sind (allgem. Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 (2) Nr. 2 UVPG)
12.7.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüftwerte für die standortbezogene Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist, ● allein keine UVP-Pflicht besteht und ● die Antragsunterlagen bereits vollständig eingereicht sind (standortbezogene Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 (2) Nr. 3 UVPG)
12.8.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüfwerte für die allgemeine Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist, ● allein keine UVP-Pflicht besteht und ● die Antragsunterlagen noch nicht vollständig eingereicht sind (allgemeine Vorprüfung für die kumulierenden Vorhaben § 12 (3) Nr. 2 UVPG)
12.9.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen die Prüftwerte für die standortbezogene Vorprüfung erstmals oder erneut erreicht oder überschreitet und bei dem für das frühere Vorhaben zum Zeitpunkt der Antragstellung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben ● noch keine Zulassungsentscheidung getroffen worden ist, ● allein keine UVP-Pflicht besteht und ● die Antragsunterlagen noch nicht vollständig eingereicht sind (standortbezogene Vorprüfung für die kumulierenden Vorhaben § 12 (3)Nr. 3 UVPG)
12.10.	☐	- das mit dem früheren Vorhaben zusammen zwar die maßgeblichen Größen und Leistungswerte für die unbedingte UVP-Pflicht gemäß § 6 UVPG erreicht oder überschreitet, jedoch allein die Prüfwerte für die standortbezogene und die allgemeine Vorprüfung nicht erreicht oder überschreitet (allgemeine Vorprüfung für das hinzutretende kumulierende Vorhaben § 12 Abs. 4 UVPG)
13.	☐	Entwicklungs- u. Erprobungsvorhaben mit einem "X" in Anlage 1 und das nicht länger als 2 Jahre durchgeführt werden soll (allgemeine Vorprüfung für das Entwicklungs- und Erprobungsvorhaben § 14 (1) UVPG)

14.3b Vorprüfung des Einzelfalls ("A"- und "S"-Fall) gemäß Anlage 3 UVPG

1 Merkmale des Vorhabens

1.1 Größe und Ausgestaltung des gesamten Vorhabens

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau
Prozentuale Ausschöpfung der Spanne zwischen unterem und oberem Prüfwert der Anlage 1 UVPG	Nr. 8.4.1.2 - Biogasanlage: Die Durchsatzkapazität der Anlage zur biologischen Behandlung von Gülle beträgt 126,03 t/d. Der Prüfwert (50 t/d) wird überschritten. Nr. 1.2.2.2 - Verbrennungsmotoranlage (BHKW): Am Standort befinden sich zwei BHKW. Die Feuerungswärmeleistung der beiden BHKW beträgt zusammen 4,889 MW. Die Spanne zwischen dem unteren Prüfwert (1 MW) und dem oberen Prüfwert (10 MW) wird zu ca. 43,2 % ausgeschöpft. Nr. 9.1.1.3 - Gaslagerung: Das Fassungsvermögen der Gaslageranlage beträgt 13,2 t. Die Spanne zwischen dem unteren Prüfwert (3 t) und dem oberen Prüfwert (30 t) wird um 37,8 % ausgeschöpft. Nr. 1.11.2.1 - Biogasaufbereitung: Die Verarbeitungskapazität der Anlage zur Aufbereitung von Biogas beträgt ca. 4,13 Mio. Nm³ Rohgas je Jahr. Der Prüfwert (2 Mio. Nm³/a) wird überschritten.
Geschätzte Flächeninanspruchnahme in m^2	13.632
Geschätzter Umfang der Neuversiegelung in m^2	7.006
Geschätzter Umfang der Erdarbeiten in m^3	
Anzahl, Größe und Höhe der Gebäude	Gebäude: 1 Einhausung Festdosierer (ca. 160,96 m²; Firsthöhe: ca. 5,51 m ü. GOK) 1 Technik- und Pumpengebäude ca. 60 m²; Firsthöhe: ca. 3,53 m ü. GOK) 1 Lagerhalle (ca. 1.250 m²; Firsthöhe: ca. 10,88 m ü. GOK), 1 Container für Sauerstoffgenerator (ca. 7,85 m²; Höhe: ca. 2,99 m ü. GOK) 1 Container für Gasaufbereitungsanlage (ca. 35,10 m²; Höhe: ca. 2,99 m ü. GOK) 1 Technikhalle (ca. 375 m²; Firsthöhe: ca. 5,54 m ü. GOK); sonstige Anlagenteile: 1 Hochfermenter (ca. 467,59 m²; Höhe: ca. 25,20 m ü. GOK) 1 Gärrestspeicher mit Tragluftdach (ca. 1.316,39 m²; Dachhöhe: ca. 19,60 m ü. GOK) 1 Auffangbunker (ca. 112,50 m²; Höhe: ca. 2,00 m ü. GOK) 1 Warmwasserspeicher (ca. 79,59 m²; Höhe: ca. 16,89 m ü. GOK)
Produktionsmengen, Kapazität, Stoffdurchsatz	Durchsatzkapazität Inputstoffe: 126,03 t/d, Rohgasproduktion: ca. 6,31 Mio. Nm³/a, Biomethanproduktion: bis zu 2,27 Mio. Nm³/a

Mit dem Vorhaben verbundenes Verkehrsaufkommen a) Bauphase b) Betriebsphase	a) Bauphase: Durch Anlieferung der Baustoffe und Anlagenteile/ Aggregate erhöht sich temporär das Verkehrsaufkommen. Die Anlieferung erfolgt jedoch nur tagsüber und an Werktagen. b) Betriebsphase: Durch Anlieferung zusätzlicher Inputstoffe und Abfuhr zusätzlicher Gärreste erhöht sich das Verkehrsaufkommen. Die Transportbewegungen zur Anlieferung von Maissilage und zur Abholung der Gärreste erfolgt größtenteils nicht regelmäßig, da sie vom Erntezeitraum bzw. von den Düngephasen abhängen. Erfahrungsgemäß stellt der Erntezeitraum (ca. 3 bis 10 Tage/ Jahr) die Zeit mit dem höchsten zu erwartenden Verkehrsaufkommen dar. Der Erntezeitraum kann gemäß TA Luft als seltenes Ereignis gewertet werden. Das Verkehrsaufkommen außerhalb der Erntezeit wird erhöht durch Gärrestausbringung. Detaillierte Angaben zum voraussichtlichen Verkehrsaufkommen sind dem unter Abschnitt 4.6.1 beigefügten Schallimmissionsgutachten zu entnehmen. Hinsichtlich des anlagenbezogenen Verkehrs im öffentlichen Verkehrsraum wurde im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung festgestellt, dass eine Prüfung, ob organisatorische Maßnahmen eine Verringerung der Geräuschemissionen bewirken können, nicht erforderlich ist.
Art und Umfang der eingesetzten Energie	thermische Energie für Wärmeversorgung der beiden Fermenter und der Gebäude (Eigenversorgung mit anfallender Abwärme); elektrische Energie für Betrieb der Aggregate (Bezug über das öffentliche Stromnetz)
Sonstige Angaben	Ergänzende Angaben zu Flächeninanspruchnahme und Neuversiegelung: - Bei der Angabe zur Flächeninanspruchnahme handelt es sich um die Fläche, um die das vorhandene Betriebsgrundstück erweitert wird. - geplante Neuversiegelung: ca. 7.006 m², davon ca. 4.131 m² für bauliche Anlagen und ca. 2.875 m² für Verkehrsflächen

1.2 Zusammenwirken mit anderen bestehenden oder zugelassenen Vorhaben und Tätigkeiten

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau
Bestehende Vorhaben oder Tätigkeiten	bestehende Biogasanlage Timphaus
Zugelassene Vorhaben oder Tätigkeiten	bestehende Biogasanlage Timphaus

1.3 Nutzung natürlicher Ressourcen, insbesondere Fläche, Boden, Wasser, Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau
Änderung an oberirdischen Gewässern oder Verlegung von Gewässern Flächen-, Volumen-, Qualitätsveränderungen	nicht vorgesehen
Einleitung in Oberflächengewässer	nicht vorgesehen

Entnahme aus Oberflächengewässern	nicht vorgesehen
Grundwasserentnahme	nicht vorgesehen
Inanspruchnahme des Bodens durch Flächen-entzug, Versiegelung, Verdichtung, Bodenabtrag, -auftrag, Entwässerung, Eintrag von Schadstoffen	Inanspruchnahme des Bodens durch Flächenentzug, Versiegelung, Bodenabtrag, Bodenauftrag: Die Erweiterung erfolgt auf einer bisher unbebauten Ackerfläche sowie auf einem Teilbereich des vorhandenen Betriebsgrundstücks der Biogasanlage. Die beabsichtigte Bebauung und die Schaffung befestigter Flächen führt zu Flächenentzug, Bodenversiegelungen sowie Bodenabtrag und Bodenauftrag. Die Nutzung von Baumaschinen führt in der Regel zu Bodenverdichtungen. Inanspruchnahme des Bodens durch Entwässerung: Das anfallende unbelastete Niederschlagswasser wird auf unversiegelten Freiflächen im Boden versickert. Ergänzend wird entlang der westlichen Grundstücksgrenze eine Versickerungsmulde bzw. ein längliches Versickerungsbecken hergerichtet, um anfallendes Niederschlagswasser zurückzuhalten und zu versickern. Potentiell verunreinigtes Niederschlagswasser wird nicht versickert sondern gesammelt und über Schmutzwasserleitungen in eine bestehende Grube am Ferkelstall der östlich angrenzenden Tierhaltungsanlage Timphaus abgeleitet. Ein Entwässerungsplan mit Darstellung der geplanten Entwässerung ist dem Abschnitt 10.2 dieses Antrags beigefügt. Inanspruchnahme des Bodens durch den Eintrag von Schadstoffen: Durch Berücksichtigung des Standes der Technik und der geltenden gesetzlichen Vorgaben (z.B. AwSV, TA Luft) ist im bestimmungsgemäßen Betrieb kein Schadstoffeintrag in den Boden zu erwarten. Im Havariefall/ Störfall kann nicht völlig ausgeschlossen werden, dass es zu Einträgen von Schadstoffen und wassergefährdenden Stoffen kommt, die sich negativ auf den natürlichen Bodenhaushalt auswirken. Durch eine Umwallung wird sichergestellt, dass wassergefährdende Stoffe sowie Schadstoffe in flüssiger Form zurückgehalten werden und negative Auswirkungen auf angrenzende Flächen und den Boden dort vermieden werden.

Veränderung von Flora, Fauna, Biotopen	Die beabsichtigte Bebauung und die Schaffung befestigter Flächen führt zu Bodenversiegelungen und stellt somit einen Eingriff in den Naturhaushalt dar. Es findet ein Funktionsverlust auf diesen Flächen statt. Gleichzeitig geht Boden als Standort für Pflanzen und Tiere verloren. Der zu erwartende Eingriff bezieht sich auf die Versiegelung des Betriebsgrundstücks der vorhandenen Biogasanlage sowie die westlich angrenzende Ackerfläche. Flora/ Biotope: Das Betriebsgrundstück ist geprägt durch die vorhandene Biogasanlage sowie eine großflächige landwirtschaftliche Nutzfläche, die als Ackerland intensiv genutzt wird. Auf dem zukünftigen Betriebsgrundstück befinden sich nur wenige Biotoptypen mit besonderer Bedeutung und besonderer Planungsrelevanz. Im Bereich der bestehenden Biogasanlage erfolgt die Überbauung einer vorhandenen Strauch- und Baumhecke. Biotope nach § 30 BNatSchG sind im näheren Umfeld des Betriebsgrundstücks nicht vorhanden. Fauna: Das Betriebsgrundstück ist von allgemeiner Bedeutung für das Schutzgut Fauna. Eine Vorbelastung durch die vorhandene Bebauung und durch die intensiv landwirtschaftliche genutzte Ackerfläche ist bereits vorhanden, so dass die mögliche Zunahme der Störeinflüsse zu vernachlässigen ist. Die größte Auswirkung für das Schutzgut Fauna ist in der dauerhaften Änderung der Flächennutzung bzw. der Biotoptypen zu sehen.
Veränderung des Landschaftsbildes	Durch die geplanten baulichen Anlagen, insbesondere durch die Behälter, erfolgt ein Eingriff in das Landschaftsbild. Die geplante Erweiterung der Biogasanlage erfolgt auf einer Fläche, die durch die Lage zwischen der Bundesautobahn A1 im Westen und der bestehenden Biogasanlage mit angrenzender Tierhaltungsanlage im Osten isoliert von der freien Landschaft liegt und durch die angrenzenden Bebauungen bereits erheblich vorbelastet ist. Die Erweiterung der Biogasanlage führt zu keiner relevanten Beeinträchtigung oder Veränderung des Landschaftsbildes.
Art und Menge des Wasserverbrauchs	Es ist kein relevanter Wasserverbrauch vorgesehen. Wasser wird lediglich für Reinigungsvorgänge der Anlagenteile oder des Anlagegeländes benötigt.

1.4 Erzeugung von Abfällen im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sowie von Abwässern

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau
Art, Menge und Beschaffenheit der Abfälle	Altöl (Schmieröl der vorhandenen BHKW): ca. 2,0 t/a; Wischtücher, Ölfilter, Filtermaterial (vorhandene BHKW, Gasaufbereitungsanlage): ca. 0,21 t/a; Aktivkohle (Abgasreinigung vorhandene BHKW und Gasaufbereitungsanlage): ca. 2,1 t/a; hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (Gesamtanlage)
Art, Menge und Beschaffenheit der Abwässer	kein Abwasseranfall
Klassifizierung der Abfälle gem. Kreislaufwirtschaftsgesetz	Altöl: AVV 13 02 05 Aktivkohle: AVV 06 13 02 hausmüllähnliche Gewerbeabfälle: AVV 20 03 01
Klassifizierung der Abwässer nach WHG	entfällt
Art der vorgesehenen Entsorgung	Abfälle: Altöl, Aktivkohlefilter: Entsorgung über zertifizierte Fachbetriebe; hausmüllähnliche Gewerbeabfälle: Entsorgung über die örtliche Müllabfuhr Abwasser: Abwasser fällt im Rahmen der Erweiterung nicht an.

1.5 Umweltverschmutzung und Belästigung

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau zu den voraussichtlich in Luft, Wasser und Boden emittierten Stoffen
Emissionen und Stoffeinträge in • Luft, • Boden, • Gewässer, • Grundwasser jeweils differenziert nach fester, flüssiger und gasförmiger Form und jeweils Art und Menge	Emissionen und Stoffeinträge in Luft und Boden: Durch vollumfängliche Berücksichtigung der Anforderungen der TA Luft und der AwSV im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwarten. Emissionen und Stoffeinträge in Gewässer/ Grundwasser: Durch vollumfängliche Berücksichtigung der Anforderungen der AwSV im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwarten.
Art und Umfang der Emissionen von • Lärm • Erschütterungen (Sprengungen) • Licht • Gerüche • Elektromagnetische Felder • (Ab)Wärme • Klimarelevante Gase	Lärmemissionen: - durch anlagenbezogenen Fahrzeugverkehr, - durch technische Aggregate im Freien - durch schallabstrahlende Gebäudeaußenflächen Durch die neu geplanten Anlagenteile entstehen neue Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen erzeugen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Schallemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die geltenden Immissionsrichtwerte zur Tageszeit und in der ungünstigsten vollen Nachtstunde an den maßgeblichen Immissionsorten eingehalten bzw. unterschritten werden. Die Unterschreitungen betragen mindestens 11 dB am Tag und mindestens 6 dB in der Nacht. Aufgrund der genannten Werte konnte entsprechend TA Lärm auf eine Untersuchung der Geräuschvorbelastung verzichtet werden. Das Gutachten ist dem

	Abschnitt 4.6.1 dieses Antrags beigefügt. Geruchsemissionen: - durch Lagerung der festen Inputstoffe - durch Einbringung der festen Inputstoffe - durch Anmischung der Inputstoffe - durch Entnahme von flüssigen Gärresten - durch Separation von Gärresten - durch Lagerung von separierten festen Gärresten - durch Verwertung von Biogas im BHKW (Abgas BHKW) - durch Verwertung von Biogas in der Gasaufbereitungsanlage (Emissionen RTO-Anlage) - durch diffuse Emissionen durch Umschlagvorgänge, Transport- und Umschlagprozesse (sogenannte Platzemissionen) Durch die geplante Anlagenerweiterung entstehen neue Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen verursachen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Geruchsemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Mithilfe der durchgeführten Ausbreitungsberechnung wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % der Gesamtzusatzbelastung ermittelt. Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium nicht. Das Gutachten ist dem Abschnitt 4.1.1 dieses Antrags beigefügt. Abwärme: Sowohl bei der Verwertung des Biogases in den vorhandenen BHKW als auch bei der Gasverdichtung des Biogases während der Rohgasvorbehandlung und innerhalb der Gasaufbereitungsanlage entsteht Abwärme. Die Abwärme wird für die Wärmeversorgung der am Betriebsstandort vorhandenen Wärmeabnehmer (Fermenter, Gebäude) sowie weitere Wärmabnehmer (Wohnhäuser) verwendet. Emissionen durch Erschütterungen. Licht, elektromagnetische, klimarelevante Gase: Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind keine relevanten Emissionen zu erwarten.
Sonstige Angaben	-

1.6 Risiken von Störfällen, Unfällen und Katastrophen, die für das Vorhaben von Bedeutung sind, einschließlich der Störfälle, Unfälle und Katastrophen, die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Abriss, Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau

Art und Umfang der Lagerung, des Umgangs, der Produktion, der Nutzung oder der Beförderung von • gefährlichen Stoffen im Sinne der CLP-Verordnung, • wassergefährdenden Stoffen im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes oder • Gefahrgütern im Sinne des Gesetzes über die Beförderung gefährlicher Güter oder radioaktive Stoffe	Stoffe im Sinne der CLP-Verordnung: Frostschutzmittel Glykosol: - Verwendung in den Über- und Unterdrucksicherungen der gasdichten Behälter (< 1.000 Liter) - keine Lagerung - kein Verbrauch Frostschutzmittel Frostox: - Verwendung im Kühlkreislauf des bestehenden BHKW (< 1.000 Liter) - keine Lagerung - kein Verbrauch Transformatorenöl Nytro Taurus: - Verwendung als Schmierstoff in der bestehenden Trafostation (< 500 Liter) - keine Lagerung - kein Verbrauch Biogas: - Erzeugung in den gasdichten Behältern - energetische Verwertung in den vorhandenen BHKW und in der Gasaufbereitungsanlage, - Lagerung in den gasdichten Behältern und in den Gasspeichern oberhalb der gasdichten Behälter (maximal: 39.492 kg) Biomethan: - Erzeugung in der Gasaufbereitungsanlage - Einspeisung ins Gasnetz - keine Lagerung Wassergefährdende Stoffe im Sinne des WHG: - Frostschutzmittel Glykosol: WGK 1 - Frostschutzmittel Frostox: WGK 1 - Transformatorenöl Nytro Taurus: WGK 1 - Motoröl: WGK 2 - Altöl: WGK 3 - Maissilage, Flüssigmist, Festmist, Gärsubstrat, Silagesickersaft, Gärrest: allgemein wassergefährdend

Betriebsbereiche oder Stoffe nach Art und Menge des Vorhabens, die den Vorschriften der 12. BImSchV unterliegen	Biogas ist ein entzündbares Gas (Kategorie 1) und somit nach Nr. 1.2.2 der Stoffliste des Anhangs I der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) einzustufen. Das ermittelte Gesamtgewicht an Biogas der vorhandenen Anlage beträgt ca. 14.583 kg, so dass die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg) überschritten wird und die vorhandene Biogasanlage einen Betriebsbereich im Sinne der Störfall-Verordnung darstellt. Durch die geplante Errichtung der beiden neuen gasdichten Behälter erhöht sich die maximal gelagerte Biogasmenge auf ca. 39.492 kg. Da hierdurch weiterhin lediglich die Mengenschwelle der Spalte 4 (10.000 kg) überschritten wird, die Mengenschwelle der Spalte 5 (50.000 kg) jedoch weiterhin unterschritten wird, stellt die Biogasanlage zukünftig unverändert einen Betriebsbereich der unteren Klasse im Sinne der Störfall-Verordnung dar, für den weiterhin die Pflichten der §§ 3 - 8a der 12. BImSchV einzuhalten sind. Diese beinhalten u.a. die Ausarbeitung eines Konzepts zur Verhinderung von Störfällen (Störfallkonzept). Innerhalb des Störfallkonzeptes sind die wesentlichen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen und Mittel definiert, die zur Verhinderung von Störfällen, zur Begrenzung von Auswirkungen und zum sicheren Betrieb sämtlicher Anlagenteile des Betriebsbereichs beitragen.
Anfälligkeit des Vorhabens für Störfälle im Sinne des § 2 Nummer 7 der 12. BImSchV, insbesondere aufgrund seiner Verwirklichung innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstandes zu Betriebsbereichen im Sinne des § 3 (5a) des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Angaben zu: • Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls im Sinne von § 2 Nr. 7 12. BImSchV • Möglichkeit, dass sich durch das Vorhaben die Eintrittswahrscheinlichkeit des Störfalls erhöht • Verschlimmerung der Folgen eines Störfalls durch das Vorhaben	Für die vorhandene Biogasanlage liegt ein Störfallkonzept vor, in dem die wesentlichen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen und Mittel definiert, die zur Verhinderung von Störfällen, zur Begrenzung von Auswirkungen und zum sicheren Betrieb sämtlicher Anlagenteile des Betriebsbereichs beitragen. Das Störfallkonzept ist dem Abschnitt 6.2.1 dieses Antrags beigefügt. Gemäß § 8 der 12. BImSchV wird das Störfallkonzept im Rahmen der Änderung der Anlage aktualisiert und der Genehmigungs- und Überwachungsbehörde spätestens zur Inbetriebnahme der geänderten Anlage vorgelegt.
Sonstige Angaben zu Risiken von Störfällen Unfällen und Katastrophen, die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind	-

1.7 Risiken für die menschliche Gesundheit, z.B. durch Verunreinigung von Wasser oder Luft

	Überschlägige Angaben hinsichtlich Bau-/ Betriebsphase und nach Nutzungsaufgabe bzw. Rückbau
Risiken für die menschliche Gesundheit, z.B. durch Verunreinigung von Wasser oder Luft	Aufgrund der vorangegangenen Angaben sind Risiken für die menschliche Gesundheit, z.B. durch Verunreinigungen von Wasser oder Luft, insbesondere durch Einhaltung der einschlägigen Sicherheitsregeln nicht zu erwarten.

2 Standort des Vorhabens

2.1 Nutzungskriterien

bestehende Nutzung des Gebietes, insbesondere als Fläche für Siedlung und Erholung, für land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Nutzungen, für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung (Nutzungskriterien)

	Überschlägige Darstellung der Betroffenheit nach Art und Umfang (Durch welchen Wirkfaktor ist ggf. eine Betroffenheit gegeben?)
Nutzung als Fläche für Siedlung: - Baunutzungskategorie nach BauNVO, - Tatsächliche Art und Intensität der Wohnnutzung	Der Standort der Biogasanlage befindet sich im Außenbereich der Stadt Lohne und liegt unmittelbar neben einem Tierhaltungsbetrieb des Herrn Franz Timphaus. Das weitere Umfeld der Biogasanlage ist stark landwirtschaftlich geprägt. Im näheren Umfeld liegen vereinzelte Hofstellen und Wohnnutzungen. Die nächstgelegene Wohnnutzung liegt ca. 360 m entfernt. Die nächstgelegene geschlossene Bebauung liegt süd-östlich ca. 2,5 km des Betriebsgrundstücks innerhalb des Stadtgebietes der Stadt Lohne.
Öffentliche Nutzungen: Empfindliche Nutzungen wie z.B. Krankenhäuser, Altersheime, Schulen, Kindergärten, Kursgebiete usw.	nicht betroffen
Nutzung als Fläche für Erholung: Bereich mit besonderer Bedeutung für Erholung/Fremdenverkehr	Das Umfeld ist stark landwirtschaftlich geprägt. Das Gebiet besitzt daher keine Funktion als Erholungsraum. Dem Gebiet kommt keine touristische Bedeutung zu
Land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Nutzungen: Flächen mit besonderer Bedeutung für die Land- oder Forstwirtschaft oder die Fischerei	Der Vorhabenstandort wird aktuell teilweise intensiv landwirtschaftlich genutzt. Eine besondere Bedeutung für die Landwirtschaft ist nicht erkennbar. Das Umfeld ist durch gering strukturierte und intensiv genutzte Ackerflächen geprägt.
Nutzung für Ver- und Entsorgung, z.B.: - Altlasten, Altablagerungen, Deponien - Rohrleitungen und sonstige Leitungsanlagen - Energieerzeugungsanlagen - Gebiete für den Rohstoffabbau	Das Vorhaben betrifft die vorhandene Biogasanlage sowie unmittelbar angrenzende Flächen. Das Gebiet dient somit bereits jetzt der Nutzung von Energieerzeugungsanlagen durch Biomasse.
Nutzung für den Verkehr: - Straßenverkehrsflächen - Schienenverkehrsflächen - Flugverkehrsflächen - Wasserstraßen	Westlich grenzt das Betriebsgrundstück an die Bundesautobahn A1 an. In der näheren Umgebung befinden sich keine Schienenverkehrsflächen, Flugverkehrsflächen oder Wasserstraßen.
Sonstige wirtschaftliche Nutzungen: Sind in der Umgebung der Anlage andere Anlagen mit Auswirkungen auf das Gebiet vorhanden?	Unmittelbar östlich neben der Biogasanlage grenzt der eine Tierhaltungsanlage des Herrn Franz Timphaus an.
Welche Vorbelastungen sind bekannt oder zu besorgen?	Vorbelastungen bestehen durch die vorhandene Biogasanlage.
Sind kumulative Wirkungen möglich (Art und Intensität)?	Gemäß der unter den Abschnitten 4.1.1 und 4.1.6 beigefügten Immissionsschutz-Gutachten ist aufgrund der Inaugenscheinnahme der Ortslage und der Untersuchungen in vorherigen Gutachten eine beurteilungsrelevante Vorbelastung durch Gerüche oder Schall nicht erkennbar.
Sonstige Nutzungskriterien	-

2.2 Qualitätskriterien

Reichtum, Qualität und Regenerationsfähigkeit von Wasser, Boden, Natur (Tiere und Pflanzen) und Landschaft (Landschaftsbild, Landschaftsraum) des Gebietes, Leistungsfähigkeit der natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion des Bodens

	Überschlägige Darstellung der Betroffenheit nach Art und Umfang (Durch welchen Wirkfaktor ist ggf. eine Betroffenheit gegeben?)
- Lebensräume mit besonderer Bedeutung für Pflanzen und Tiere	Pflanzen: Die geplante Erweiterung erfolgt auf dem vorhandenen Betriebsgrundstück der Biogasanlage sowie einer angrenzenden intensiv bewirtschafteten Ackerfläche. Ein Vorkommen besonders geschützter Pflanzenarten ist nicht wahrscheinlich und auch nicht bekannt. Aufgrund des hohen Versiegelungsgrads und der hohen Vorbelastungen kommt dem Schutzgut Pflanzen eine geringe Bedeutung zu. Auf dem Betriebsgrundstück befindet sich eine Strauch- und Baumhecke, die durch die geplante Erweiterung überplant wird und somit nicht erhalten werden kann. Der Verlust dieser Hecke wird durch geplante Neuanpflanzungen ausgeglichen. Tiere: Hinsichtlich der Betroffenheit von Lebensräumen mit besonderer Bedeutung für Tiere wurde ein faunistischer Fachbeitrag erarbeitet, der diesem Abschnitt als Anlage beigefügt ist. Untersucht wurde hierbei die Betroffenheit von Brutvögeln und Fledermäusen. Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und der erheblichen Vorbelastung des Gebietes wird dem Gebiet insgesamt eine allgemeine Bedeutung als Vogelbrutgebiet und als Lebensraum für Fledermäuse zugeordnet. Als Lebensraum Tiere bietet das Gebiet aufgrund der vorhandenen Bebauung und Bodenversiegelung, durch den Betrieb der vorhandenen Biogasanlage und die angrenzende Tierhaltungsanlage sowie durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung nur eine untergeordnete Bedeutung.
- Böden mit besonderen Funktionen für den Naturhaushalt	Der Boden des zukünftigen Betriebsgrundstücks ist durch intensive landwirtschaftliche Nutzung sowie die bestehende Bebauung und den Betrieb der vorhandenen Biogasanlage bereits erheblich vorbelastet.Die Schutzgüter Tiere und Pflanzen werden nur nachgeordnet berührt, da die heutige, intensive landwirtschaftliche Nutzung im Bereich der Ackerflächen sowie die stark anthropogen überformten Flächen der bestehenden Biogasanlage keine Ausbildung besonders wertvoller Bereiche erwarten lässt. Die Baumstrukturen werden weitgehend erhalten, so dass die hier zu erwartenden Habitate erhalten bleiben. Der Verlust potenzieller Habitate in der abgängigen Strauch- und Baumhecke kann durch die Schaffung von neuen Grünstrukturen ausgeglichen werden. Es ist von keinem Boden mit besonderen Funktionen für den Naturhaushalt auszugehen.
- Oberflächengewässer mit besonderer Bedeutung	Weder am Vorhabenstandort noch in der näheren Umgebung befinden sich Oberflächengewässer mit besonderer Bedeutung.
- Natürliche Überschwemmungsgebiete	Weder am Vorhabenstandort noch in der näheren Umgebung befinden sich natürliche Überschwemmungsgebiete.

- Bedeutsame Grundwasservorkommen	Weder am Vorhabenstandort noch in der näheren Umgebung befinden sich bedeutsame Grundwasservorkommen.
- Für das Landschaftsbild bedeutende Landschaften oder Landschaftsteile	Das Gebiet um das Betriebsgrundstück ist der naturräumlichen Einheit der Vechtaer Mark im Naturraum des Bersenbrücker Landes zuzuordnen. Nach dem Landschaftsrahmenplan des Landkreises Vechta handelt es sich bei der Landschaftsbildeinheit um Landschaftsräume mit dominierender Ackernutzung. Insgesamt wird das Gebiet für das Landschaftserleben als mittel bewertet. Westlich der Autobahn und ca. 75 m vom zukünftigen Betriebsgrundstück entfernt befindet sich das Landschaftsschutzgebiet Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche (LSG VEC 00075). Westlich des Betriebsgrundstücks verläuft die Bundesautobahn A1, die als landschaftsprägendes Einzelobjekt mit visueller Zerschneidungswirkung und Lärmbelästigung sowie geruchliche Störungen dargestellt wird, was in der Bewertung wiederum zu einer nachhaltigen Einschränkung des Landschaftserlebens führt. Das Landschaftsbild bzw. das Landschaftserleben ist sowohl durch die Autobahn als auch durch die vorhandene Biogasanlage und die vorhandene angrenzende Tierhaltungsanlage bereits erheblich vorbelastet.
- Flächen mit besonderer klimatischer Bedeutung (Kaltluftentstehungsgebiete, Frischluftbahnen) oder besonderer Empfindlichkeit (Belastungsgebiete mit kritischer Vorbelastung)	Das Gebiet hat keine signifikante Bedeutung als Kaltluftentstehungsgebiet oder als lokalklimatisch relevante Kalt- bzw. Frischluftleitbahn. Durch die bestehende Biogasanlage, die angrenzende Tierhaltungsanlage und die angrenzende Autobahn ist das Gebiet hinsichtlich der Schutzgüter Klima und Luft bereits erheblich vorbelastet
- Flächen mit besonderer Bedeutung für den Naturschutz	Im näheren Umfeld des Betriebsgrundstücks befinden sich keine Flächen mit besonderer Bedeutung für den Naturschutz.
- Gebiete, die eines besonderen Schutzes gem. § 49 BImSchG i.V.m. Landesrecht unterliegen	nicht betroffen

2.3 Schutzkriterien

Belastbarkeit der Schutzgüter unter besonderer Berücksichtigung folgender Gebiete und von Art und Umfang des ihnen jeweils zugewiesenen Schutzes (Schutzkriterien)

		Überschlägige Darstellung der Betroffenheit nach Art und Umfang
2.3.1	Natura 2 000-Gebiete nach § 7 (1) Nr. 8 BNatSchG,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Natura 2000-Gebiete nach § 7 (1) Nr. 8 BNatSchG ausgewiesen.
2.3.2	Naturschutzgebiete nach § 23 Bundesnaturschutzgesetz, soweit nicht bereits von Ziff. 2.3.1 erfasst,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage ist kein Naturschutzgebiet ausgewiesen.
2.3.3	Nationalparke und Nationale Naturmonumente nach § 24 BNatSchG, soweit nicht bereits von Ziff. 2.3.1 erfasst,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Nationalparke oder Nationalen Naturmomente ausgewiesen.

2.3.4	Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete gemäß §§ 25 und 26 BNatSchG,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Biosphärenreservate ausgewiesen. Westlich des Betriebsgrundstücks grenzt in ca. 75 m Entfernung das Landschaftsschutzgebiet LSG VEC 00075 Bockhorster Moor, Wilder Pool, Märschendorfer Teiche an.
2.3.5	Naturdenkmäler nach § 28 Bundesnaturschutzgesetz,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m) um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Naturdenkmäler ausgewiesen.
2.3.6	geschützte Landschaftsbestandteile, einschließlich Alleen, nach § 29 BNatSchG,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m) um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine geschützten Landschaftsbestandteile, einschließlich Allen, nach § 29 BNatSchG ausgewiesen.
2.3.7	gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 des BNatSchG	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m) um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine gesetzlich geschützten Biotope nach § 30 BNatSchG ausgewiesen.
2.3.8	Wasserschutzgebiete nach § 51 des WHG, Heilquellenschutzgebiete nach § 53 (4) des WHG, Risikogebiete nach § 73 (1) des WHG sowie Überschwemmungsgebiete nach § 76 des WHG,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Wasserschutzgebiete, kein Heilquellenschutzgebiete, keine Risikogebiete nach WHG und keine Überschwemmungsgebiete ausgewiesen.
2.3.9	Gebiete, in denen die in den Vorschriften der EU festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Gebiete bekannt, in denen die in den Vorschriften der EU festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind.
2.3.10	Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte, insbesondere zentrale Orte im Sinne des § 2 (2) Nummer 2 des ROG,	Im Einwirkungsbereich (Radius von 1.000 m um den Emissionsschwerpunkt) der Biogasanlage sind keine Gebiete mit höherer Bevölkerungsdichte ausgewiesen.
2.3.11	in amtliche Listen oder Karten verzeichnete Denkmäler, Denkmalensembles, Bodendenkmäler oder Gebiete, die von der durch die Länder bestimmten Denkmalschutzbehörde als archäologisch bedeutende Landschaften eingestuft worden sind.	Baudenkmäler: Am Vorhabenstandort befinden sich keine Baudenkmäler. Nördlich in ca. 650 m Entfernung und östlich in ca. 1.000 m Entfernung zum Betriebsgrundstück liegen zwei alte Hofstellen (Kersting und Aumann) mit teilweise denkmalgeschützten Gebäuden, die als Gesamtanlagen (Ensembles) dem Denkmalschutz unterliegen. Bodendenkmäler: Für den Vorhabenstandort bzw. die nähere Umgebung liegen keine Hinweise auf Bodendenkmäler vor.

3. Art und Merkmale der möglichen Auswirkungen

	Überschlägige Beschreibung der möglichen nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter auf Grundlage der Merkmale des Vorhabens und des Standortes
Schutzgut Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit	Geruch: Durch die geplante Anlagenerweiterung entstehen neue

Relevante Auswirkungen sind hier insbesondere durch Folgendes zu erwarten: - Geruchsstoffe (Beurteilung nach 5.4.7.1, Tab. 10 und Abb. 1 TA Luft bzw. den Immissionswerten der GIRL), - Staub und gasförmige Immissionen (Beurteilung nach TA Luft), - Geräusche (Beurteilung nach TA Lärm), - Unfallrisiko - Widersprüche zu raumordnungs- und bauplanungsrechtlichen Zielen und Maßnahmen	Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen verursachen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Geruchsemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Mithilfe der durchgeführten Ausbreitungsberechnung wurden für die schutzbedürftigen Wohnnutzungen innerhalb des Beurteilungsgebietes Geruchsstundenhäufigkeiten zwischen 1 % und 2 % der Gesamtzusatzbelastung ermittelt. Die Gesamtzusatzbelastung überschreitet somit an den Immissionsorten das Irrelevanzkriterium nicht. Das Gutachten ist dem Abschnitt 4.1.1 dieses Antrags beigefügt. Lärm: Durch die neu geplanten Anlagenteile entstehen neue Emissionsquellen, die wiederum zusätzliche Emissionen erzeugen. Zur Beurteilung der zu erwartenden Schallemissionen wurde im Zuge des aktuell laufenden Bauleitplanverfahrens ein Immissionsschutz-Gutachten erstellt. Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die geltenden Immissionsrichtwerte zur Tageszeit und in der ungünstigsten vollen Nachtstunde an den maßgeblichen Immissionsorten eingehalten bzw. unterschritten werden. Die Unterschreitungen betragen mindestens 11 dB am Tag und mindestens 6 dB in der Nacht. Aufgrund der genannten Werte konnte entsprechend TA Lärm auf eine Untersuchung der Geräuschvorbelastung verzichtet werden. Das Gutachten ist dem Abschnitt 4.6.1 dieses Antrags beigefügt. Unfallrisiko: Die Anforderungen der Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz (VSG) werden erfüllt. Ebenfalls werden das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) berücksichtigt. Hinsichtlich möglicher Störfalle im Sinne der 12. BImSchV erfolgte die Aufstellung eines Störfallkonzeptes, in dem die Gesamtziele und die allgemeinen Grundsätze des Vorgehens des Betreibers zur Begrenzung der Gefahren von schweren Unfällen definiert sind. Widersprüche zu raumordnungs- und bauplanungsrechtlichen Zielen und Maßnahmen bestehen nicht. Um dauerhaft die planungsrechtlichen Voraussetzungen für den Betrieb der Biogasanlage und den baulichen Bestand der Biogasanlage zu sichern, erfolgt derzeit die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. VIII Sondergebiet - Biomethan, An den Teichen 27. Der Geltungsbereich des in der Aufstellung befindlichen Bebauungsplanes umfasst die Flurstücke 20/24, 20 /27, 20/29 und Teilbereiche der Flurstücke 20/14, 20/27, 20/28 und 20/30. Parallel zur Aufstellung des Bebauungsplanes soll ebenso die 90. Änderung des Flächennutzungsplanes der Stadt Lohne erfolgen. Die formelle Beteiligung der Öffentlichkeit sowie der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange wurde durchgeführt;

	der Ausschuss für Umwelt-, Bau- und Stadtentwicklung und der Verwaltungsausschuss haben der Vorlage zum Feststellungsbeschluss der Flächennutzungsplanänderung und zum Satzungsbeschluss des Bebauungsplans am 20.05.2025 und am 10.06.2025 bereits mehrheitlich zugestimmt. Es ist zu erwarten, dass der Rat in der Sitzung am 18.06.2025 sowohl die Flächennutzungsplanänderung als auch den Bebauungsplan als Satzung beschließen wird.
Schutzgut Tiere, Pflanzen und deren Lebensräume Relevante Auswirkungen sind hier insbesondere durch Folgendes zu erwarten: - Verlust, Zerschneidung oder Entwertung wertvoller Lebensräume, - Beeinträchtigung schutzrelevanter Tier- und Pflanzenbestände durch auftretende Immissionen, z.B. stoffliche Immissionen, Geräusche	Die Schutzgüter Tiere und Pflanzen werden nur nachgeordnet berührt, da die heutige, intensive landwirtschaftliche Nutzung im Bereich der Ackerflächen sowie die stark anthropogen überformten Flächen der bestehenden Biogasanlage keine Ausbildung besonders wertvoller Bereiche erwarten lässt. Die Baumstrukturen werden weitgehend erhalten, so dass die hier zu erwartenden Habitate erhalten bleiben. Der Verlust potenzieller Habitate in der abgängigen Strauch- und Baumhecke kann durch die Schaffung von neuen Grünstrukturen ausgeglichen werden.
Schutzgut Boden und Wasser Relevante Auswirkungen sind hier insbesondere durch Folgendes zu erwarten: - Nachhaltige Veränderungen der Hydrologie, Wasserbeschaffenheit und Gewässerökologie, - Flächenversiegelung - Beeinträchtigung schutzrelevanter Gebiete, wie z.B. Trinkwasserschutzgebiete durch auftretende Stoffeinträge	Hydrologie, Wasserbeschaffenheit, Gewässerökologie: Anfallendes nicht verunreinigtes Niederschlagswasser wird großflächig auf unversiegelten Flächen des Betriebsgrundstücks frei versickert oder und über eine Versickerungsmulde bzw. ein Versickerungsbecken ins Grundwasser eingeleitet. Flächenversiegelung: Flächenversiegelungen stellen aufgrund ihrer Dauerhaftigkeit eine nachteilige Umweltauswirkung dar. Im vorliegenden Fall betrifft der Verlust jedoch eine intensiv genutzte Ackerflächen sowie einen teilbereich des vorhandenen Betriebsgrundstücks der vorhandenen Biogasanlage, die aufgrund der Vorbelastung ohne besondere Bedeutung für das Schutzgut Boden sind. Durch die vorangegangene intensive Nutzung und Bebauung des Grundstücks kann zudem davon ausgegangen werden, dass die Bodenverhältnisse flächendeckend gestört sind. Flächenversiegelungen werden entsprechend durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen. Stoffeinträge: Die Anforderungen der AwSV werden vollumfänglich erfüllt, so dass Stoffeinträge in den Boden und das Grundwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwarten sind.

Schutzgut Luft (Klima) Relevante Auswirkungen sind hier insbesondere durch Folgendes zu erwarten: Überschreitung von Grenz- und Richtwerten (Stickstoffeinträge, Feinstaubbelastung, Abwärme)	Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Klima beschränken sich lediglich auf das lokale Kleinklima. Die zusätzliche Versiegelung am Standort ist vor dem Hintergrund der ländlichen Umgebung im Hinblick auf die (klein)klimatische Wirkung vernachlässigbar. Lufthygienische Auswirkungen sind nicht zu erwarten bzw. aufgrund der bestehenden Biogasanlage als nicht erheblich einzustufen. Es ist keine erhebliche Veränderung des bestehenden Zustandes zu erwarten. Die Anforderungen der AwSV werden vollumfänglich erfüllt, so dass Stoffeinträge in den Boden und das Grundwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwarten sind. Abwärme: Im Prozesse entstehende Abwärme wird für Heizzwecke verwendet. Zusammenfassend sind keine erheblichen negativen Beeinträchtigungen zu erwarten.
Schutzgut Landschaft - Nachhaltige und schwere Eingriffe in das Landschaftsbild - Veränderungen des Charakters der Landschaft insbesondere durch das Bauwerk, die Farb- und Materialwahl der Baustoffe usw.	Die Planung hat keine erheblichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild oder das Landschaftserleben. Die Erweiterung der Biogasanlage erfolgt auf Flächen, die durch die Lage zwischen Bundesautobahn im Westen und bestehender Biogasanlage mit angrenzenden Tierhaltungsanlagen im Osten isoliert von der freien Landschaft liegen und erheblich vorbelastet sind. Die bestehende Anlage ist durch Grünstrukturen eingefasst. Auch im Zuge der geplanten Erweiterung sind Eingrünungsmaßnahmen in Form einer Wallbepflanzung vorgesehen, die die Auswirkungen auf das Landschaftsbild weiter minimieren. Es entstehen keine Strukturen, die das Landschaftsbild und das Landschaftserleben wesentlich verändern.
Schutzgut Sach- und Kulturgüter Beeinträchtigung wertvoller Schutzgüter	Baudenkmäler: Nachteilige Auswirkungen auf die beiden nördlich bzw. östlich des Betriebsgrundstücks gelegenen Baudenkmäler sind aufgrund der Entfernung zur Biogasanlage (ca. 650 m und 1.000 m) nicht zu erwarten. Durch die Straße Märschendorfer Damm und die beststehenden Bebauungen ist zudem eine ausreichend räumliche und visuelle Trennung gegeben. Bodendenkmäler: Da für den Vorhabenstandort und die nähere Umgebung keine Hinweise auf Bodendenkmäler vorliegen, ist eine Betroffenheit nicht gegeben. Sollten während der Bautätigkeiten dennoch zufällig neue Bodendenkmäler angetroffen werden, wird umgehend die untere Denkmalschutzbehörde des Landkreises Vechta oder die Abteilung Archäologie des Niedersächsischen Landesamtes für Denkmalpflege benachrichtigt.

17.1 Sonstige Unterlagen

Anlagen:

- 17.1.1 Verwertungskonzept - LWK Niedersachsen.pdf

TEE GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

Anlage 3

An die Düngebehörde der
Landwirtschaftskammer
Bezirksstelle Oldenburg –Süd
Löninger Straße 68
49661 Cloppenburg

Kostenübernahmeerklärung für die Prüfung des Verwertungskonzeptes durch die Düngebehörde der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zum
Aktenzeichen: GP24-027
Betriebsnummer: 460 049 211

Sehr geehrte Damen und Herren!

Ich übernehme die Kosten für eine sofortige Prüfung des Verwertungskonzeptes durch die Düngebehörde der Landwirtschaftskammer Niedersachsen auch im Falle der späteren Ablehnung meines Antrages.

10.10.2024
Datum und Ort

TEE GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
49393 Lohne
Unterschrift des Bauherrn

Anlage 7
zum Gem. RdErl. d. ML, d. MS u .d. MU v. 24.04.2015 (- 404/104-60202/2-1-160-)

Einwilligung gemäß § 4 Abs. 2 Niedersächsisches Datenschutzgesetz (NDSG) zur Verarbeitung von Daten des Antrages Agrarförderung sowie zum Abgleich von Daten des Qualifizierten Flächennachweises mit dem Meldeprogramm für Wirtschaftsdünger

Name/Vorname/Firma (des / der Erklärenden)	Betriebsnummer
TEE GmbH & Co .KG	460 049 211
Straße, Hausnummer	**Tel.-Nr. / Fax / Mobil-Nr.**
Dinklager Landstraße 4	
PLZ, Ort	**Az. (bei Genehmigungsanträgen)**
49393 Lohne	GP24-027

Hiermit erkläre/n ich/wir mich/uns einverstanden, dass für den Nachweis von landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber der Genehmigungsbehörde im Rahmen des Nachweises gemäß § 41 Abs. 2 NBauO Daten aus meinem/unserem jeweils aktuellen Antrag Agrarförderung durch

Datenempfänger

1) LWK Niedersachsen
2) LK Vechta

genutzt werden dürfen.

Die Nutzung der Daten des Antrages Agrarförderung bezieht sich dabei auf die für die Prüfung und Überwachung des Qualifizierten Flächennachweises relevanten Angaben zur Lage der Fläche (Gemarkung), Flächenidentifikation (FLIK), Schlaggröße und Bezeichnung der einzelnen Schläge und deren Anbau (Kulturart, Nutzung).

Ich / Wir willige/n weiterhin ein,

a) dass die o.g. Daten für die Prüfung des Qualifizierten Flächennachweises erhoben und gespeichert werden dürfen
b) dass die Flächengrundlage des Qualifizierten Flächennachweises auch zukünftig über den jeweils aktuellen Antrag Agrarförderung überwacht werden darf,
c) dass, sofern beim Qualifizierten Flächennachweis eine Abgabeverpflichtung ermittelt wurde, die Angaben zur Wirtschaftsdüngerart, -menge sowie Nährstofffrachten im Meldeprogramm für Wirtschaftsdünger gespeichert und mit den Meldedaten abgeglichen werden dürfen.

Mir/uns ist bekannt, dass diese Einwilligung ohne Nachteile verweigert oder mit Wirkung für die Zukunft widerrufen werden kann. Die Weigerung oder der Widerruf hat zur Folge, dass dann anderweitige Nachweise über die Fläche (z.B. Liegenschaftsauszüge, Pachtverträge) und ggf. der Wirtschaftsdüngerverbringung (Aufzeichnungen gemäß § 3 der Verordnung über das Verbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger) zu erbringen sind.

Lohne 10.10.24
Ort, Datum

TEE GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
49393 Lohne
Unterschrift des oder der Erklärenden

Gärrestlagerraumberechnung

Berechnung des vorhandenen Gärrestlagervolumens nach technischer Anlagenauslegung

Betriebsnummer: 460 049 211 Aktenzeichen: GP24-027

für den Betrieb:

TEE GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27
49393 Lohne

erstellt am: 20.09.2024

1. Eingesetzte Substrate

Substrat		Menge/Jahr	TS-Gehalt	Menge/Tag	Gärrest	Fugatfaktor
a. Wirtschaftsdünger						
Rindergülle	flüssig		8,50 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,98
Schweinegülle	flüssig	17.000 t/a	6,00 %	46,6 t/Tag	16.830 t/a	0,99
	flüssig			0,0 t/Tag	0 t/a	
	flüssig			0,0 t/Tag	0 t/a	
	flüssig			0,0 t/Tag	0 t/a	
Rindermist	fest	3.500 t/a	25,00 %	9,6 t/Tag	3.255 t/a	0,93
Schweinemist	fest	500 t/a	25,00 %	1,4 t/Tag	465 t/a	0,93
Hähnchenmist	fest	3.000 t/a	50,00 %	8,2 t/Tag	2.430 t/a	0,81
Putenmist	fest		50,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,81
Hühnertrockenkot	fest	10.000 t/a	60,00 %	27,4 t/Tag	7.600 t/a	0,76
separierte Güllefeststoffe	fest		25,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,93
Pferdemiste	fest	4.000 t/a		11,0 t/Tag	3.720 t/a	0,93
	fest			0,0 t/Tag	0 t/a	
	fest			0,0 t/Tag	0 t/a	
	fest			0,0 t/Tag	0 t/a	
	fest			0,0 t/Tag	0 t/a	
	fest			0,0 t/Tag	0 t/a	
Anteil WD	83 %	**38.000 t/a**		**104,1 t/Tag**	**34.300 t/a**	
flüssige WD	37 %					
b. Energiepflanzen						
Maissilage		8.000 t/a	32,00 %	21,9 t/Tag	6.080 t/a	0,76
CCM			65,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,45
Grassilage			40,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,75
Grünroggen			28,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,75
GPS			30,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,75
Getreidekörner			87,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,25
Landsch.-pflegematerial			50,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,6
Zuckerrüben			23,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,8
Zwiebeln			15,00 %	0,0 t/Tag	0 t/a	0,7
				0,0 t/Tag	0 t/a	
				0,0 t/Tag	0 t/a	
				0,0 t/Tag	0 t/a	
Anteil NawaRo 17 %		**8.000 t/a**		**21,9 t/Tag**	**6.080 t/a**	
Menge Substrat/Gärrest		**46.000 t/a**		**126,0 t/Tag**	**40.380 t/a**	

c. Sonstiges		
Sickersaft		0, wenn Mengenanteil in Energiepflanzen enthalten
Rezirkulat		0, bei geschlossenem Kreislauf in der Anlage
Oberflächenwasser	0 m³	0, wenn separat gelagert
Gesamt:	**0 m³**	

2. Berechnung Mindestverweildauer nach VDI 4630/EEG 2012 (150 Tage im gasdichten Bereich)

tgl. Substrataustrag	110,6	t/Tag	Wirtschaftsdünger u. Energiepflanzen		
* Mindestverweildauer	150	Tage	Fermenter, Nachgärer, Endlager	erf. Volumen nach VDI	
= erf. Volumen	16.590	m³	im gasdichten System	**16.590**	m³

3. Berechnung Gärrestlagervolumen am Anlagenstandort ohne Zupachtung
Nettoangabe unter Berücksichtigung des tech. Abzugs (= Freibord), gasdicht: mind. 50 cm, nicht gasdicht: mind. 20 cm

a. Anlagenauslegung

	Behälter 1	Behälter 2	Behälter 3	Behälter 4	Behälter 5	Gesamtvolumen	
+ Fermenter	Zylinder	Zylinder	Zylinder	Zylinder	Zylinder		
Innen-Durchmesser in m	25,50	23,80					
Wandhöhe in m	6,87	22,56					
Freibord in m	0,82	0,55					
Nettovolumen in m³	**3.088,80**	**9.791,83**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**12.881**	m³
+ Nachgärer							
Innen-Durchmesser in m							
Wandhöhe in m							
Freibord in m							
Nettovolumen in m³	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0**	m³
+ Endlager (am Standort)							
Innen-Durchmesser in m	23,00	32,72	25,47	40,00			
Wandhöhe in m	4,90	6,87	6,85	10,00			
Freibord in m	0,30	0,67	0,30	0,67			
Nettovolumen in m³	**1.911,19**	**5.213,88**	**3.337,78**	**11.724,42**	**0,00**	**22.187**	m³
= Gesamtbehältervolumen						**35.068**	m³
Endlager gasdicht?	nein	ja	nein	ja		16.938	m³
Gasdichter Bereich (Fermenter, Nachgärer + gasdichte Endläger)						**29.819**	m³

b. Beratungsempfehlungen zur Mindestverweilzeit im Fermentersystem (Grundlage KTBL)
** separierte Güllefeststoffe und sonstige feste Wirtschaftsdünger (z.B. HTK o. Miste) sind wie NawaRo einzuordnen*

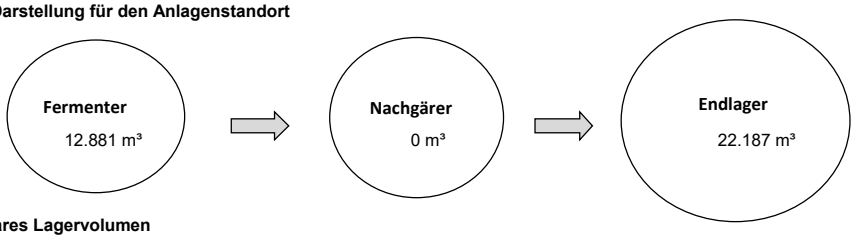
mesophil	Gärtemperatur	Substrateinsatz	Verweilzeit/Ausgasungzeit	
Empfehlung zur Berechnung der Verweilzeit im Fermenter	35-45° (mesophil)	über 80 % Gülle	35 Tage	110 Tage
		über 50 % Gülle + NawaRo	50 Tage	
		über 30 % Gülle + NawaRo	80 Tage	
		0 % Gülle, Trockenfermentation	100 Tage	

tgl. Substrat-Output	110,6	t/Tag	Wirtschaftsdünger u. Energiepflanzen
Mindestverweildauer	110	Tage	Fermenter und Nachgärer
= Mindestfermentervolumen	12.200	m³	

c. Berechnung Gärrestlagerkapazität (im Nachgärer max.70% des Volumens anrechenbar)

Gesamtvolumen im Fermentersystem *(Fermenter+Nachgärer)*		12.881	m³
- Mindestfermentervolumen (u. Beratungsempfehlung)		12.200	m³
= Lagervolumen im Fermentersystem		681	m³
verfügbares Lagervolumen im Nachgärer lt. Berechnung	681 m³	0	m³
max. 70 % von 0 m³ Nachgärervolumen =	0 m³		
+ Volumen Gärrest-Endlager		22.187	m³
= anrechenbares Gärrestlagervolumen		**22.187**	**m³**

Grafische Darstellung für den Anlagenstandort



anrechenbares Lagervolumen
0 m³ **0 m³** **22.187 m³**

anrechenbares Lagervolumen am Anlagenstandort: 22.187 m³

4. Berechnung der Lagerdauer nach Substrateinsatz und technischer Anlagenauslegung (ohne evtl. Aufbereitung)

	Gärrestanfall pro Jahr		Lagerraum	Lagerdauer Monate
Gärreste:				
+ Wirtschaftsdünger (Gülle u. Festmist)	34.300	m³		
+ Energiepflanzen	6.080	m³		
Sonstiges:				
+ Oberflächenwasser	0	m³		
= Gärrestanfall gesamt	**40.380**	**m³**		
Zupachtung von Lagerraum				
Pachtbehälter 1			3.338 m³	
Pachtbehälter 2			828 m³	
Pachtbehälter 3				
= Gesamtbetrachtung (geplanter Zustand)	**40.380**	**m³**	**26.353 m³**	**7,8**
Erforderliche Lagerkapazität und Lagerdauer			**30.285 m³**	**9,0**

Input-/ Output-Berechnung

erstellt am: 20.09.2024

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

GP24-027

Anlass:

EU-Reg.-Nr.: 460 049 211

Änderung der Inputstoffe

	Input	Input	Nährstoffanfall kg			Output
NaWaRo	in t	in m³	N_{ges}	P_2O_5	K_2O	in m³
Maissilage 32 % TS	8.000	12.308	34.400	13.600	40.800	6.080
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-

Wirtschaftsdünger

Hähnchenmist NP red.	3.000	4.615	75.000	51.000	58.500	2.430
Legehennenkot NP red. (HTK)	10.000	14.286	210.000	169.000	179.000	7.600
Mastschw.-Gülle Brei/Sens. NP red.	8.000	8.000	55.200	25.600	34.400	7.920
Sauengülle NP red.	6.000	6.000	23.400	13.200	15.000	5.940
Ferkelgülle NP red.	3.000	3.000	12.600	6.000	10.200	2.970
Rindermist	3.500	5.385	17.500	11.200	28.000	3.255
Pferdemist	4.000	6.154	16.000	13.200	42.800	3.720
Schweinemist	500	769	3.000	3.250	3.500	465
		-	-	-	-	-

Wasser

Oberflächenwasser (Einleitung vor evtl. Aufbereitung)	-	-	-	-	-	-

	Input t	Input m³	N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	**Output m³**
Gesamt Rohgärrest:	46.000	60.516	447.100	306.050	412.200	**40.380**
		abzüglich 5% N Verluste	424.745			
Nährstoffgehalte Rohgärrest:		rechnerische Durchschnittswerte	**10,52**	**7,58**	**10,21**	**kg/m³**

	N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	**Output m³**
nicht aufbereiteter Rohgärrest:	**-**	**-**	**-**	**-**

Rohgärrest für die Aufbereitung:	N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg	**Menge m³**
	424.745	**306.050**	**412.200**	**40.380**

Lagerraumberechnung mit Aufbereitung

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

erstellt am: 20.09.2024
GP24-027
EU-Reg.-Nr.: 460 049 211

	Gärrestanfall / Jahr	
Gärreste:		
Anfall (Rohgärrest)	**40.380**	m³
Sonstiges:		
		m³
Gärrestaufbereitung:		
- abzüglich separierte Gärreste feste Phase nach der Separation	**6.057**	t
- abzüglich Gärrestmenge, die dem Trocknungsprozess zugeführt wird	**-**	m³
- abzüglich verdampfte Wassermenge Verfahren mit eingedicktem flüssigem Gärrest als Endprodukt	**-**	m³
= flüssige Gärreste	**34.323**	**m³**

			N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg
+ Oberflächenwasser Einleitung ins Lager nach der Aufbereitung		**m³**			
= zu lagernde flüssige Gärreste mit N,P,K-Frachten gesamt	**34.323**	**m³**	**339.796**	**198.933**	**329.760**

Lagerraum nach Gärrest-Aufbereitung	**Lagerraum (Netto)**	**Lagerdauer Monate**
Geplanter Zustand am Standort	**22.187 m³**	**7,8**
Zupachtung von Lagerraum für fl. Gärreste		
Pachtbehälter 1	**3.338 m³**	
Pachtbehälter 2	**828 m³**	
Pachtbehälter 3	**0 m³**	
Lager Summe	**26.353 m³**	**9,2**
Erforderliche Lagerkapazität	**25.742 m³**	**9,0**

Abseparierte Gärreste (feste Phase)	**6.057**	**t**		
Lagerungsdichte	**0,65**	**t/m³**		
	9.318	**m³**		
Vorhandener Lagerraum für feste Phase nach Separation in m³			7.225 m³	**9,3**
Erforderliche Lagerkapazität und Lagerdauer (feste Phase nach Separation)			**6.989 m³**	**9**

Gärrest-Aufbereitung

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

erstellt am: 20.09.2024
GP24-027
EU-Reg.-Nr.: 460 049 211

Bitte auswählen, ob bzw. welche Gärrestaufbereitung vorgenommen wird:

(2) Separation mit Pressschnecke

40.380	**m³**	Die zu separierende Rohgärrestmenge (max. 40.380 t; siehe Zelle M29)
15	**%**	Separation Abscheideleistung (AbL): Menge (s. FAQ zum VWK; i.d.R. max. 15%)
20	**%**	Separation AbL: Anteil Stickstoff von Gesamt in der festen Phase (mind. 15% - max. 25%)
35	**%**	Separation AbL: Anteil Phosphat von Gesamt in der festen Phase (mind. 30% - max 40%)

Separation	Menge t	N_{ges}	P_2O_5	K_2O
Nährstofffracht feste Phase kg	6.057	84.949	107.118	82.440
Nährstoffgehalte feste Phase kg/ t		14,0	17,7	13,6
Nährstofffracht flüssige Phase kg	34.323	339.796	198.933	329.760
Nährstoffgehalte flüssige Phase kg/ t		9,9	5,8	9,6

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne GP24-027

Fließdiagramm: (2) Separation mit Pressschnecke

Oberflächenwasser, das nach der Aufbereitung ins Lager eingeleitet wird (s. Zelle H52), ist im Fließdiagramm nicht abgebildet

erstellt am: 20.09.2024

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

GP24-027

EU-Reg.-Nr.: 460 049 211

Legende

Einheiten im Fließdiagramm

Menge	in t
Nges	in kg
P2O5	in kg
Ergebnismenge, blau unterlegt	
Verarbeitungsmenge, grün	

Rohgärrest	
Anfallmenge	40.380
Nges	424.745
P2O5	306.050

Rohgärrest in die Separation	
Menge	40.380
Nges	424.745
P2O5	306.050

Separation Pressschnecke Abscheideleistung (bezogen a.d. feste Phase)	
Abscheideleistung	15
Nges	20
P2O5	35

feste Phase	
Menge	6.057
Nges	84.949
P2O5	107.118

Rohgärrest nicht separiert	
Anfallmenge	-
Nges	-
P2O5	-

flüssige Phase	
Menge	34.323
Nges	339.796
P2O5	198.933

Zusammenfassung: (2) Separation mit Pressschnecke

erstellt am: 20.09.2024
GP24-027

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

EU-Reg.-Nr.: 460 049 211

	Menge	N_{ges}		P_2O_5		K_2O	
Input	**m³**	**kg**	**kg/m³**	**kg**	**kg/m³**	**kg**	**kg/m³**
NaWaRo	12.308	34.400	2,8	13.600	1,1	40.800	3,3
Wirtschaftsdünger	48.209	412.700	33,5	292.450	23,8	371.400	30,2
Oberflächenwasser OW	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt Input	**60.516**	**447.136**	36,3	**306.075**	24,9	**-**	-
Output							
Rohgärrest	**40.380**	**424.745**	10,5	**306.050**	7,6	**412.200**	10,2
nicht verarbeitete Rohgärreste							
Rohgärrest	**-**	**-**	-	**-**	-	**-**	-
Rohgärreste für die Separation							
flüssige Phase	**40.380**	**424.745**	10,5	**306.050**	7,6	**412.200**	10,2
separierte Gärreste							
flüssige Phase	**34.323**	**339.796**	9,9	**198.933**	5,8	**329.760**	9,6
feste Phase	**6.057**	**84.949**	14,0	**107.118**	17,7	**82.440**	13,6
zugeleitetes OW	**-**	**-**	-	**-**	-	**-**	-

Geplante Nährstoffträger-Abgabe: Liste der Aufnehmer

erstellt am: 20.09.2024

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

GP24-027

Bitte Aufnehmer für die geplanten Abgaben auflisten und in den schriftlichen Vereinbarungen Gärrestphasen mit Nährstofffrachten einzeln aufführen.

Aufnehmer		Nährstoffträger-	Nährstofffracht (gesamt)		
BNR	Aufnehmer	Menge t	N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg
	NOM GmbH	40.380	424.745	306.050	412.200
	SUMME	40.380	424.745	306.050	412.200

Geplante Nährstoffträger-Abgaben

ת: 20.09.2024
GP24-027

TEE GmbH & Co. KG Dinklager Landstraße 4 (Standort: An den Teichen 27 49393 Lohne

Aufnehmer	Gärrest	Nährstoffträger-Menge t	Nährstofffracht (gesamt) N_{ges} kg	P_2O_5 kg	K_2O kg
NOM GmbH	separierter Gärrest, flüssige Phase	**34323**	**339.796**	**198.933**	**329.760**
NOM GmbH	separierter Gärrest, feste Phase	**6057**	**84949**	**107118**	**82440**
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				
Aufnehmer	Gärrest auswählen				

Kooperationsvertrag zur gemeinschaftlichen Nutzung von Lagerraum für Wirtschaftsdünger/Abwässer

Hiermit erklärt der Eigentümer

Name, Vorname oder Betriebsbezeichnung	Krümpelbeck, Thomas
Straße	Hinter der Bäke 2
PLZ, Ort	49456, Bakum/Carum
Betriebsnummer	

sein Einverständnis zur gemeinschaftlichen Nutzung seines Lagers für Oberflächenwasser, bestehend aus einer baulichen Einheit am Standort „In den Riehen 4, Bakum“ (siehe Luftbild) mit einem nutzbaren Gesamtvolumen von 850 m³, mit folgenden Vertragsparteien:

Lfd. Nr.	Name, Vorname / Betrieb	Anschrift	Betr.-Nr.	Lagerraumanteil in m³
1	TEE GmbH & Co. KG	Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne		850
			Summe:	850 m³

Aufgrund der oben gelisteten Aufteilung steht dem Eigentümer ein nutzbares Volumen von 0 m³ als Restkapazität zur Verfügung. Dieser Vertrag wird für die Dauer von 10 Jahren geschlossen und beginnt ab Datum der Unterzeichnung.

Datum, Unterschrift Eigentümer

TEE GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
stellvertretend für Betrieb 1
49393 Lohne

Kooperationsvertrag zur gemeinschaftlichen Nutzung von Lagerraum für Wirtschaftsdünger

Hiermit erklärt der Eigentümer

Name, Vorname oder Betriebsbezeichnung	Timphaus, Franz
Straße	Dinklager Landstraße 4
PLZ, Ort	49393 Lohne
Betriebsnummer	

sein Einverständnis zur gemeinschaftlichen Nutzung seines Lagers für Gärreste, bestehend aus zwei baulichen Einheiten am Standort „Dinklager Landstraße 4, Lohne“ (siehe Luftbild) mit einem nutzbaren Gesamtvolumen von 4.166,13 m³, mit folgenden Vertragsparteien:

Lfd. Nr.	Name, Vorname / Betrieb	Anschrift	Betr.-Nr.	Lagerraumanteil in m³
1	TEE GmbH & Co. KG	Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne		4.166,13

Summe: 4.166,13 m³

Aufgrund der oben gelisteten Aufteilung steht dem Eigentümer ein nutzbares Volumen von 0 m³ als Restkapazität zur Verfügung. Dieser Vertrag wird für die Dauer von 10 Jahren geschlossen und beginnt ab Datum der Unterzeichnung.

Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4a
49393 Lohne

Datum, Unterschrift Eigentümer

TEE GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
49393 Lohne

stellvertretend für Betrieb

Kooperationsvertrag zur gemeinschaftlichen Nutzung von Lagerraum für Wirtschaftsdünger und Abwässer

Hiermit erklärt der Eigentümer

Name, Vorname oder Betriebsbezeichnung	Landschwein GmbH & Co. KG
Straße	Dinklager Landstraße 4
PLZ, Ort	49393 Lohne
Betriebsnummer	

sein Einverständnis zur gemeinschaftlichen Nutzung seines Lagers für Gärreste (Nr. 6) + Oberflächenwasser (externe Grube am Stall Nr. 7), bestehend aus zwei baulichen Einheiten am Standort „An den Teichen 27, Lohne“ (siehe Lageplan) mit einem nutzbaren Gesamtvolumen von 2.211 m³, mit folgenden Vertragsparteien:

Lfd. Nr.	Name, Vorname / Betrieb	Anschrift	Medium	Lagerraumanteil in m³
1	TEE GmbH & Co. KG	Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne	Oberflächen-wasser	300 m³ (externe Grube)
2	TEE GmbH & Co. KG	Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne	Gärreste	1.911 m³ (Nr. 6)
			Summe:	2.211 m³

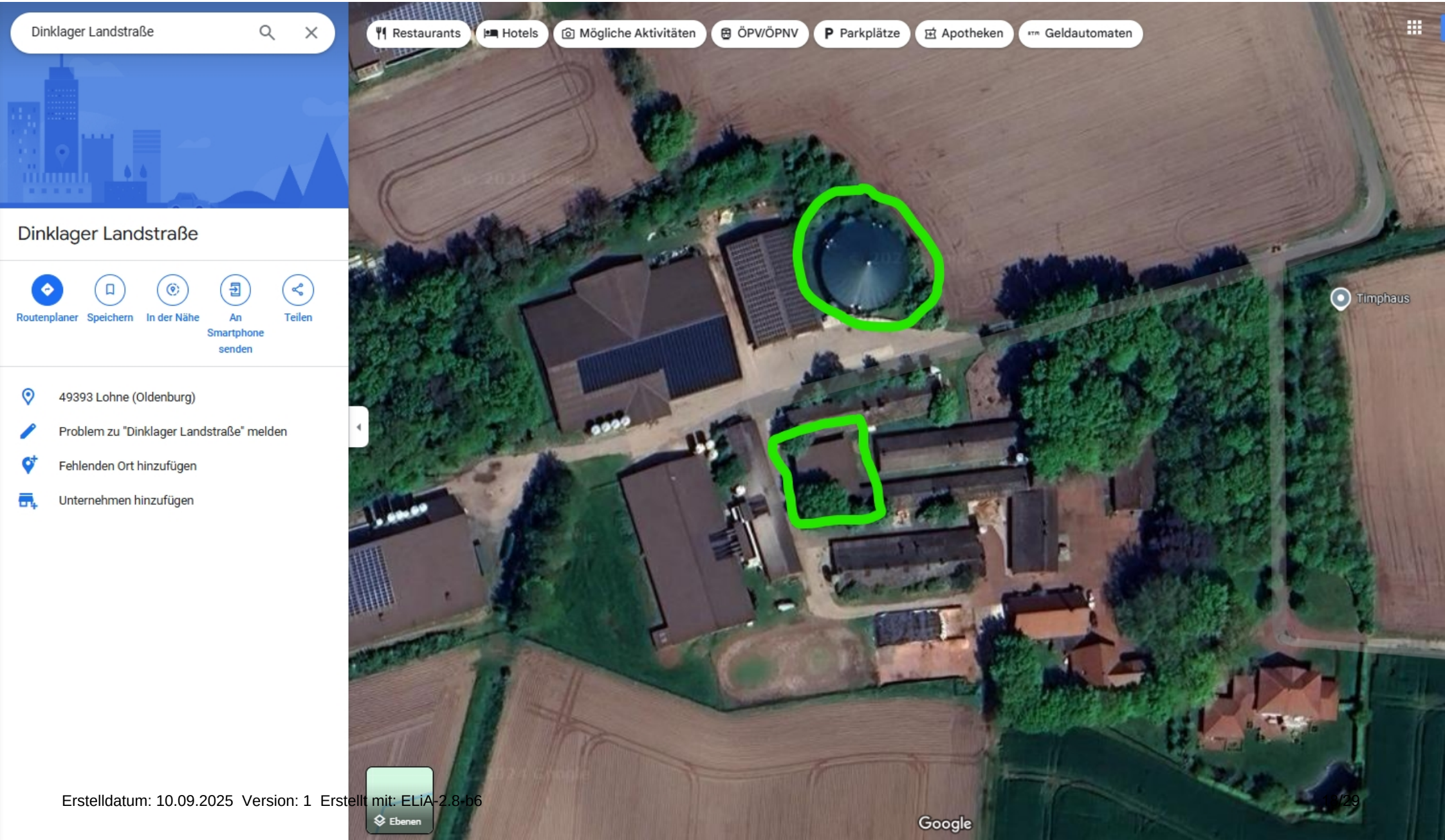
Aufgrund der oben gelisteten Aufteilung steht dem Eigentümer ein nutzbares Volumen von 0 m³ als Restkapazität zur Verfügung. Dieser Vertrag wird für die Dauer von 10 Jahren geschlossen und beginnt ab Datum der Unterzeichnung.

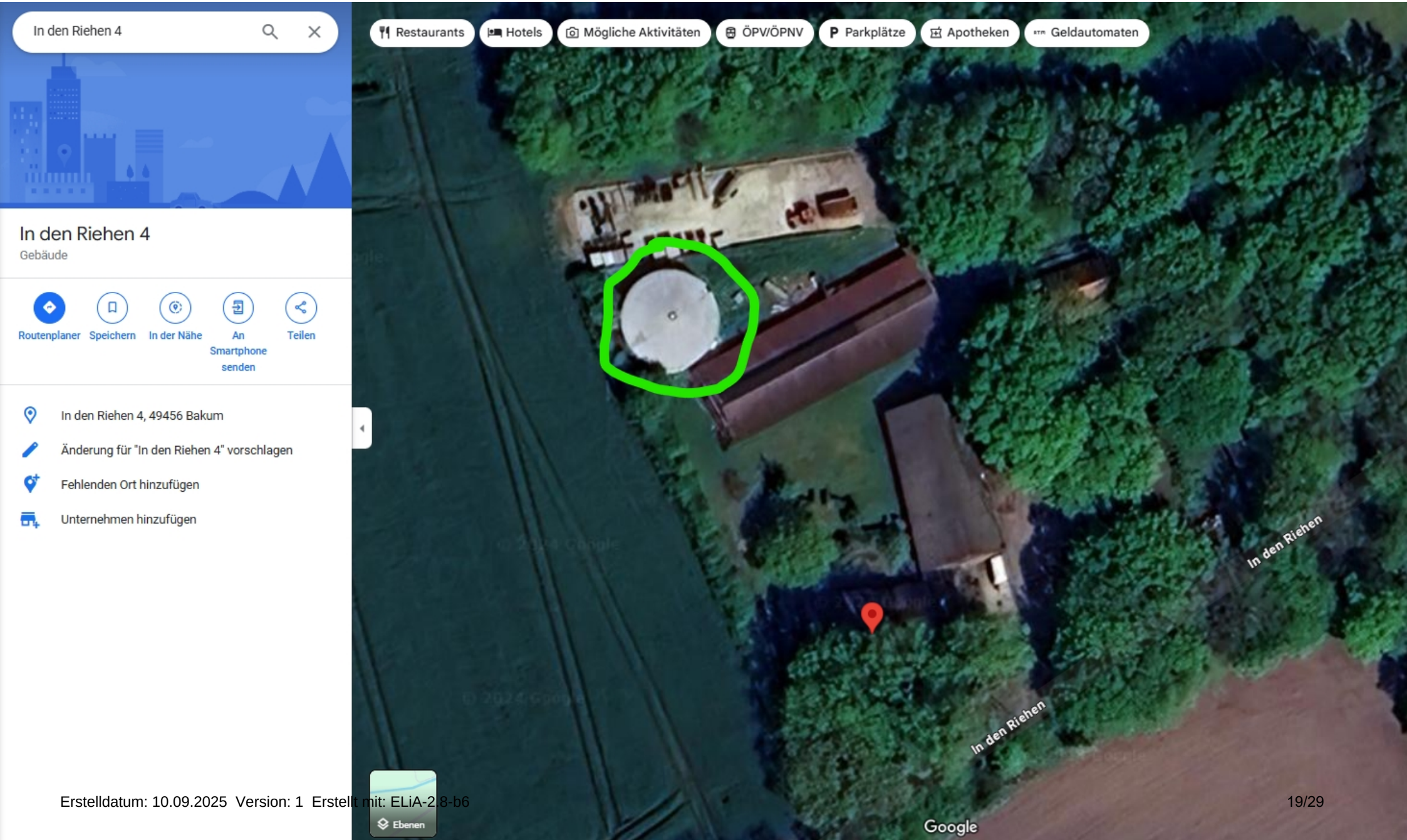
Landschwein GmbH & Co Kg
z.H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4a
49393 Lohne

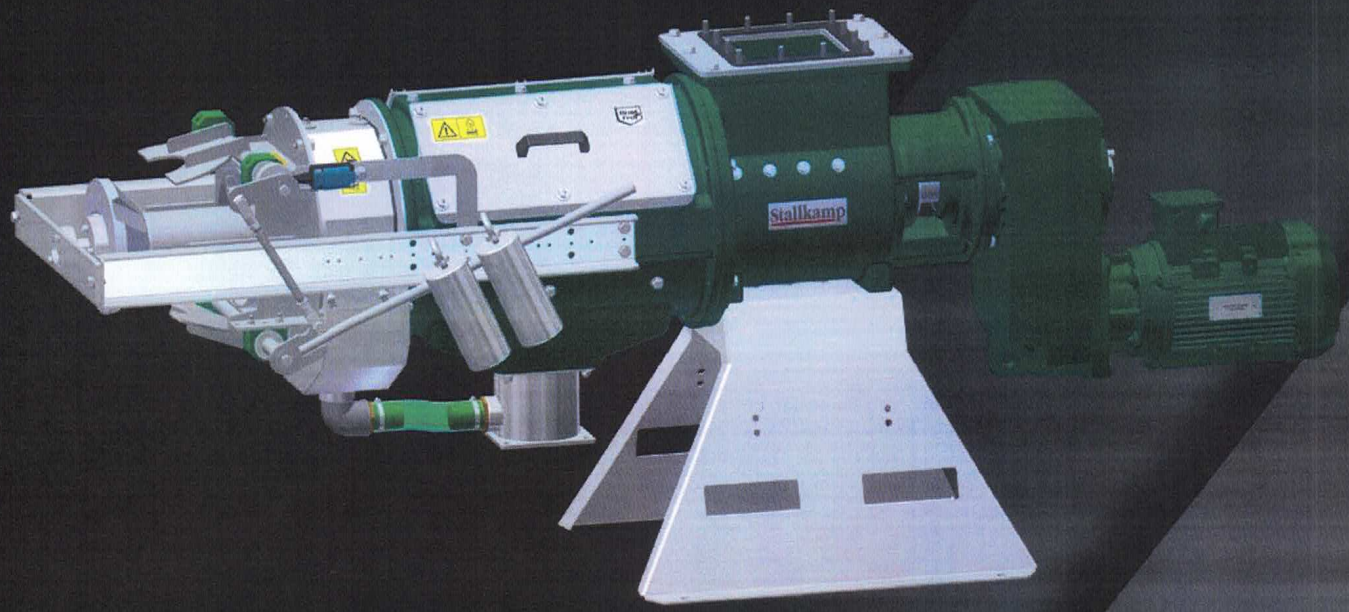
Datum, Unterschrift Eigentümer

TEE GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
49393 Lohne

stellvertretend für Betrieb 1-2


Dinklager Landstraße
Dinklager Landstraße
Routenplaner
Speichern
In der Nähe
An Smartphone senden
Teilen
49393 Lohne (Oldenburg)
Problem zu "Dinklager Landstraße" melden
Fehlenden Ort hinzufügen
Unternehmen hinzufügen
Restaurants
Hotels
Mögliche Aktivitäten
ÖPV/ÖPNV
Parkplätze
Apotheken
Geldautomaten
Timphaus
Ebenen
Google


In den Riehen 4
Restaurants
Hotels
Mögliche Aktivitäten
ÖPV/ÖPNV
Parkplätze
Apotheken
Geldautomaten
In den Riehen 4
Gebäude
Routenplaner
Speichern
In der Nähe
An Smartphone senden
Teilen
In den Riehen 4, 49456 Bakum
Änderung für "In den Riehen 4" vorschlagen
Fehlenden Ort hinzufügen
Unternehmen hinzufügen
In den Riehen
In den Riehen
Ebenen
Google



PSG 4/5.5-600 5.5-750

Pressschnecken-Separator Guss

Cast iron press screw separator

PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Aufbau des PSG

- Widerstandsfähiges Maschinengehäuse aus Guss mit Einlasskammer und 2 seitlichen Reinigungsöffnungen
- Zulauf für die zu separierende Flüssigkeit
- Auslaufstutzen mit Vierkantflansch für die gefilterte Flüssigkeit
- Feinspaltiger, robuster Siebzylinder aus rostfreiem Edelstahl
- Aufgepanzerte, zweigängige Pressschnecke aus rostfreiem Edelstahl mit präziser Passung an das Sieb
- Getriebemotor
- Feststoffauslass aus Edelstahl; Klappen stufenlos über Gegengewicht zur Steuerung des Restfeuchtegehalts einstellbar
- Untergestell/Befestigungsrahmen aus rostfreiem Edelstahl

PSG structure

- Heavy machine housing made from cast iron with inlet chamber and 2 separate cleaning holes
- Inlet for the fluid to be separated
- Outlet ports with square flange for the filtered fluid
- Robust, fine-mesh screen cylinder made from stainless steel
- Plated, two-way press screw made from stainless steel with precision fit for the screen
- Drive motor
- Solids outlet made from stainless steel; flaps steplessly adjustable via counterweight for controlling the residual moisture content
- Subframe/fastening frame made from stainless steel

Vorteile:

- Effiziente Separationsleistung bei hoher Durchsatzleistung
- Einfache Steuerung des Separators
- Beidseitig gelagerte Pressschnecke
- Kontinuierlicher Prozess
- Sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis durch den Einsatz eines Gussgehäuses
- Geringer Energieverbrauch

Advantages:

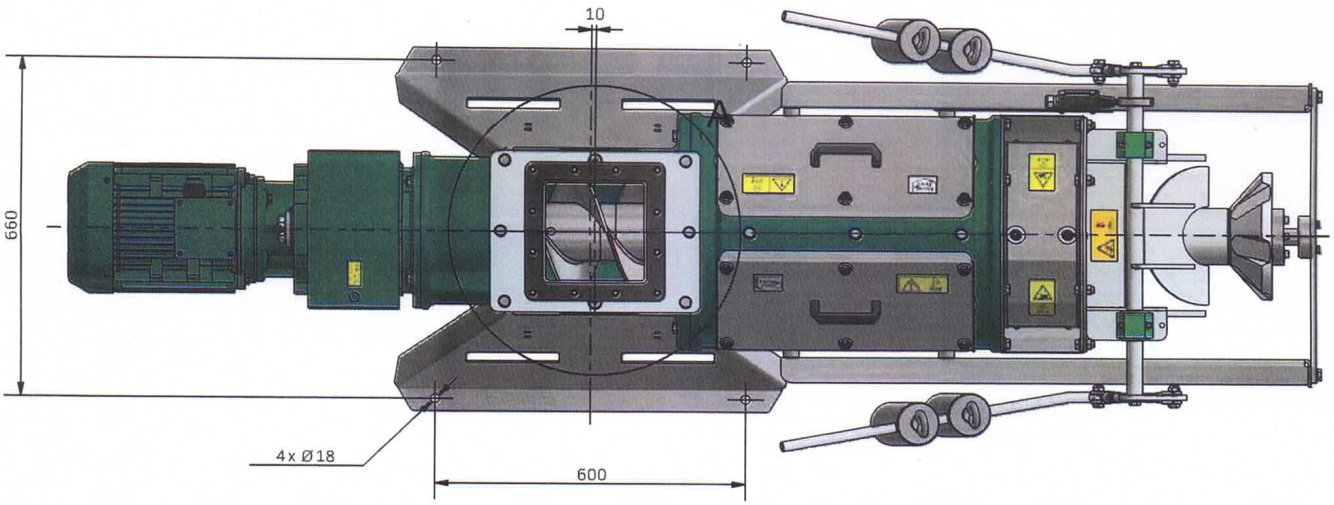
- Efficient separation performance with high throughput
- Simple separator control
- Bilaterally mounted press screw
- Continuous process
- Excellent price/performance ratio due to cast iron housing
- Low energy consumption

Anwendungen:

- Biogasanlagen: Separation von Gärresten
- Landwirtschaft und Tierhaltung: Separation von Gülle
- Vorbereitung für Green Bedding
- Schlachthöfe: z. B. Separation von Pansen- u. Darminhalten
- Lebensmittelindustrie: z. B. Separation von Gemüseabfällen
- Brennereien und Brauereien: Entwässerung von Maische und Getreideschlempe

Applications:

- Biogas plants: Separation of fermentation residues
- Agriculture and animal husbandry: Separation of manure
- Green bedding
- Abattoirs: e.g. separation of rumen and intestinal contents
- food industry and meat packing industry: e.g. separation of vegetable waste
- Distilleries and breweries: Dehydrating mash and distiller's grains



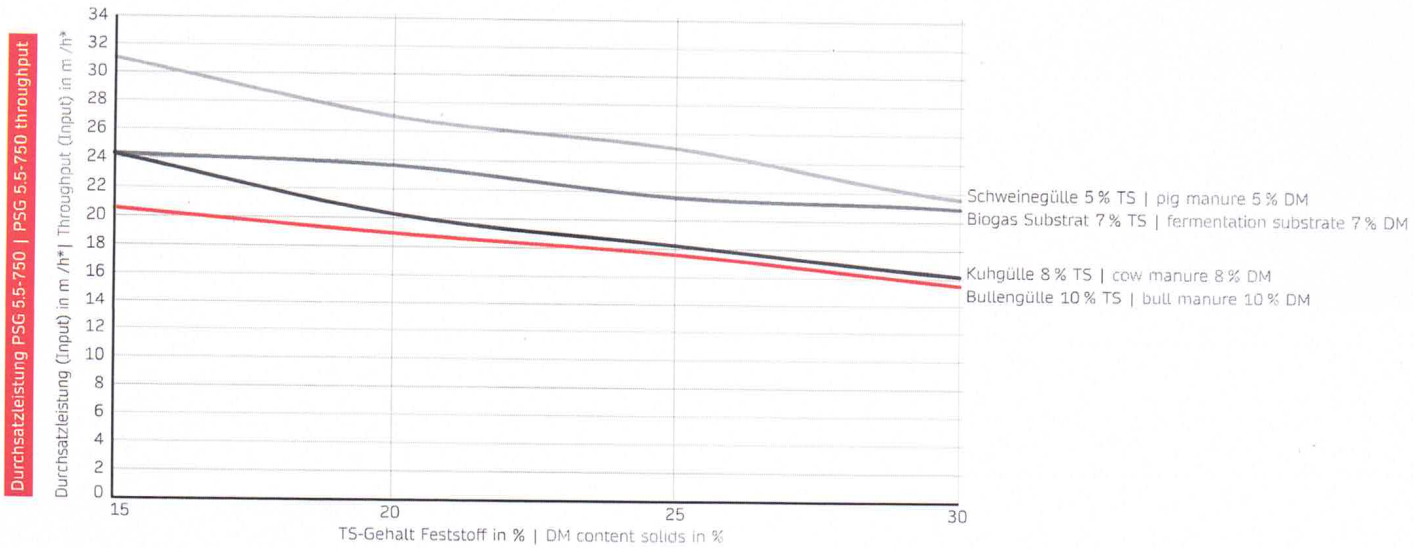
PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Die PSG-mEL unterscheidet sich von der PSG-mES durch den Auffangbehälter mit Teleskopstützen und die Abführpumpe zur Entleerung des Behälters.

The PSG-mEL differs from the PSG-mES with respect to the hopper with telescopic supports and the discharge pump for emptying the container.

Technische Daten | Technical data

	Mobile Einheit Small **Small mobile unit**	**Mobile Einheit Large** **Large mobile unit**
Separator Separator	Getriebemotor: 4/5,5 kW | Drive motor: 4/5.5 kW Drehzahl: 30 U/min | Rotational speed: 30 rpm Spaltsiebkorb: Ø 254 mm, L = 600/750 mm | Screen basket: Ø 254 mm, L = 600/750 mm Spaltweiten: 0,35 / 0,50 / 0,75 / 1,00 mm (andere Weiten auf Anfrage) Gap widths: 0.35 / 0.50 / 0.75 / 1.00 mm (other widths upon request) Durchsatz: 5–25 m³/h | Throughput: 5–25 m³/h	Getriebemotor: 4/5,5 kW | Drive motor: 4/5.5 kW Drehzahl: 30 U/min | Rotational speed: 30 rpm Spaltsiebkorb: Ø 254 mm, L = 600/750 mm | Screen basket: Ø 254 mm, L = 600/750 mm Spaltweiten: 0,35 / 0,50 / 0,75 / 1,00 mm (andere Weiten auf Anfrage) Gap widths: 0.35 / 0.50 / 0.75 / 1.00 mm (other widths upon request) Durchsatz: 5–25 m³/h | Throughput: 5–25 m³/h
Vorlagebehälter Hopper	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch
Zuführpumpe Supply pump	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder / Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder / Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR
Auffangbehälter Hopper	–	Volumen: 0,85 m³ | Volume: 0.85 m³ inkl. Schwimmerschalter | With float switch
Abführpumpe Discharge pump	–	Drehkolbenpumpe: D-SW 70 | Rotary lobe pump: D-SW 70 Oder / Or Horizontalexzenter-Schneckenpumpe HEXe 1S80 ZR Eccentric screw pump HEXe 1S80 ZR
Steuerung Control system	Durchbruchsicherung | Rupture safeguard Amperemeter | Amperemeter CEE-Stecker: 32/63 A | CEE connector: 32/63 A Externe Signale: Input/output | External signals: Input/output	Durchbruchsicherung | Rupture safeguard Amperemeter | Amperemeter CEE-Stecker: 32/63 A | CEE connector: 32/63 A Externe Signale: Input/output | External signals: Input/output
Abmessungen L x B x H (mm) Dimensions L x W x H (mm)	2.450 x 1.140 x 2.400 Variiert je nach Pumpenauswahl Varies due to the different pump options	2.590 x 1.700 x 2.500 Variiert je nach Pumpenauswahl Varies due to the different pump options
Gewicht (kg) Weight (kg)	ca. 950	ca. 1.500



Durchsatzleistung bei Sieb 0,5 mm; bei Sieb 1,0 mm + ca. 20 % | Throughput with 0.5 mm screen; with 1.0 mm screen + approx. 20%

*Die Durchsatzleistung kann je nach Beschaffenheit der Gülle abweichen | Throughput may differ depending on the nature of the manure

PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

Funktionsweise des PSG

Der Pressschnecken-Separator trennt kontinuierlich und vollautomatisch Feststoffe von Flüssigkeiten. Das zu separierende Gemisch wird von oben in die Einlasskammer gepumpt und durch die Pressschnecke in das horizontale Sieb befördert. Im letzten Teilbereich des Siebes befindet sich die Presszone, in der die letzte Restfeuchte aus dem Feststoff gepresst wird. Es entsteht ein sich permanent erneuernder, kompakter Feststoffkuchen, der trocken aus dem Feststoffauslass der Maschine heraus-gedrückt wird. Dieser lässt sich problemlos in einfachen Behältern auffangen. Die separierte Flüssigkeit fließt durch den Auslass unten am Maschinengehäuse. Aufgrund der engen Toleranzen wird das Sieb auf der Innenseite von der Pressschnecke permanent sauber gehalten.

Funktionsweise des Gegenlagers

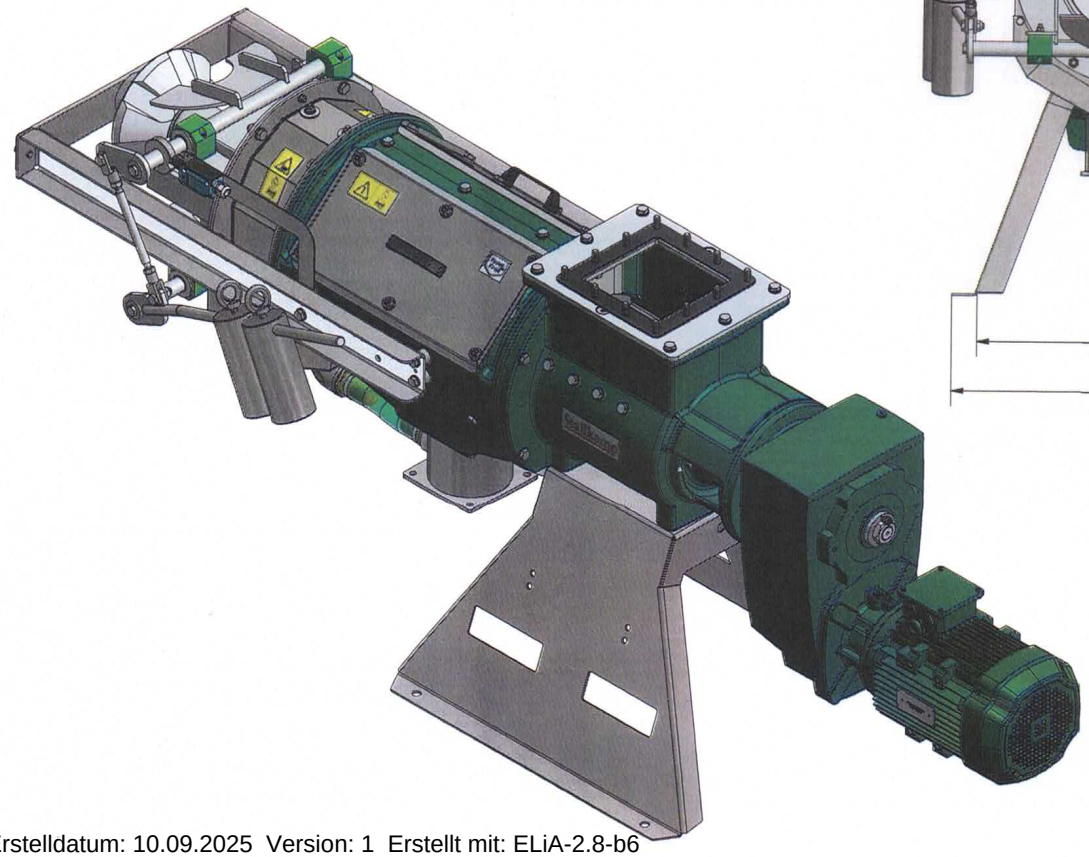
Zur Verschleißreduzierung an Sieb und Pressschnecke insbesondere bei hohen Trockenstoffgehalten wird die Pressschnecke zusätzlich über ein Gegenlager an der Auswurfseite gelagert.

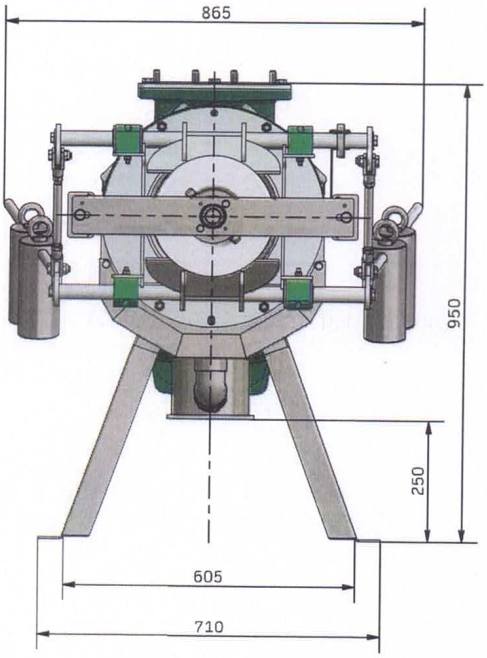
Functionality of the PSG

The press screw separator continuously separates solid materials from liquids in a fully automated manner. The mixture to be separated is pumped into the inlet chamber from above and conveyed into the horizontal screen by the press screw. The pressing zone is located in the final sub-section of the screen, where even the tiniest particles are separated from the liquid. A permanently regenerating, compact solid cake emerges, which is pushed out of the solids outlet of the machine in a dry state. This can be collected effortlessly in simple tanks. The separate liquid flows through the outlet below on the machine housing. Due to the tight tolerances, the screen is kept permanently clean on the inside of the press screw.

Functionality of the counter bearing

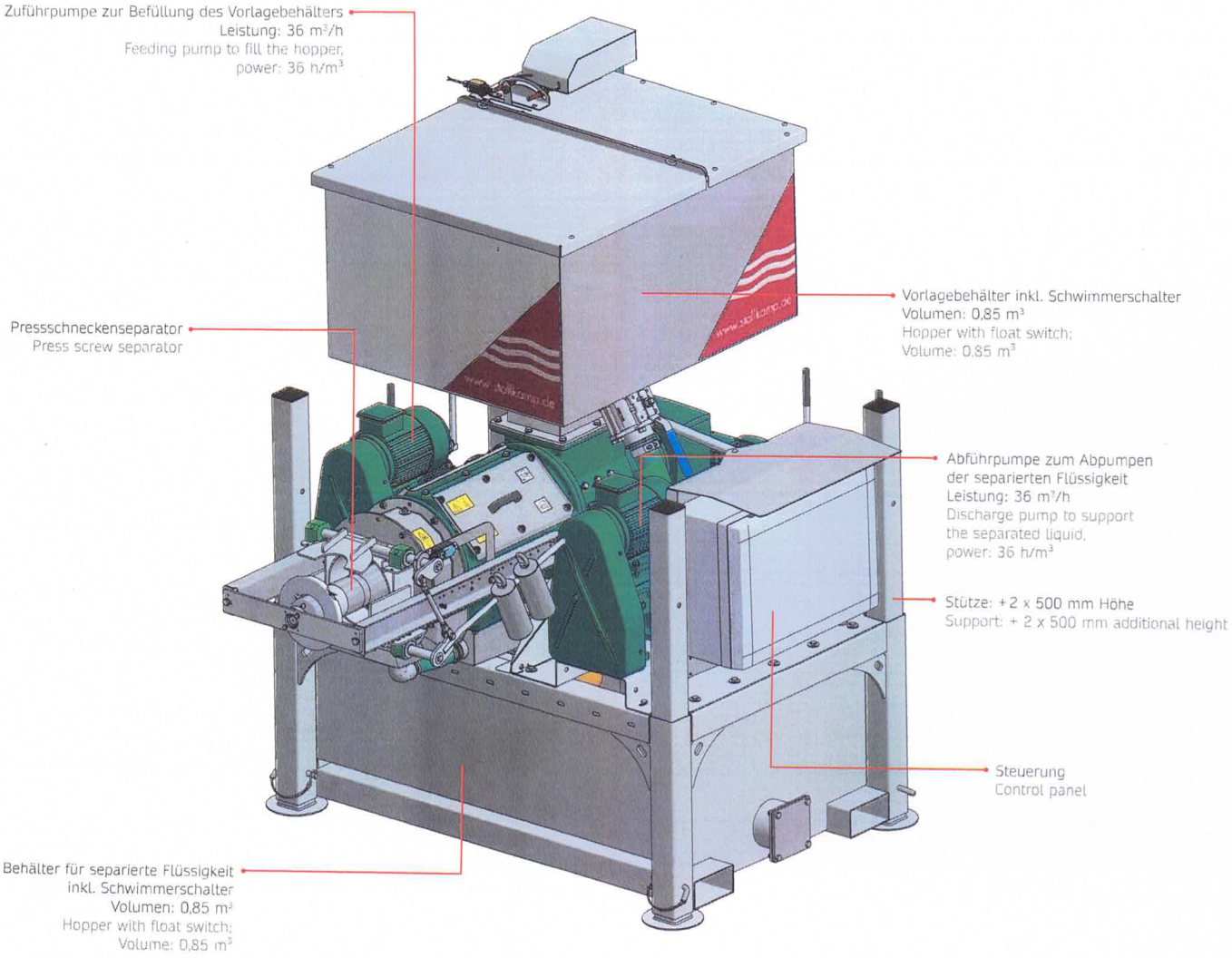
To reduce wear on the screen and press screw, especially in the case of high volumes of dry matter content, the press screw is additionally supported by a counter bearing on the outlet side.





PSG 4/5.5-600
PSG 5.5-750

PSG-mEL 5.5-750 Mobile Einheit Large
PSG-mEL 5.5-750 Large mobile unit



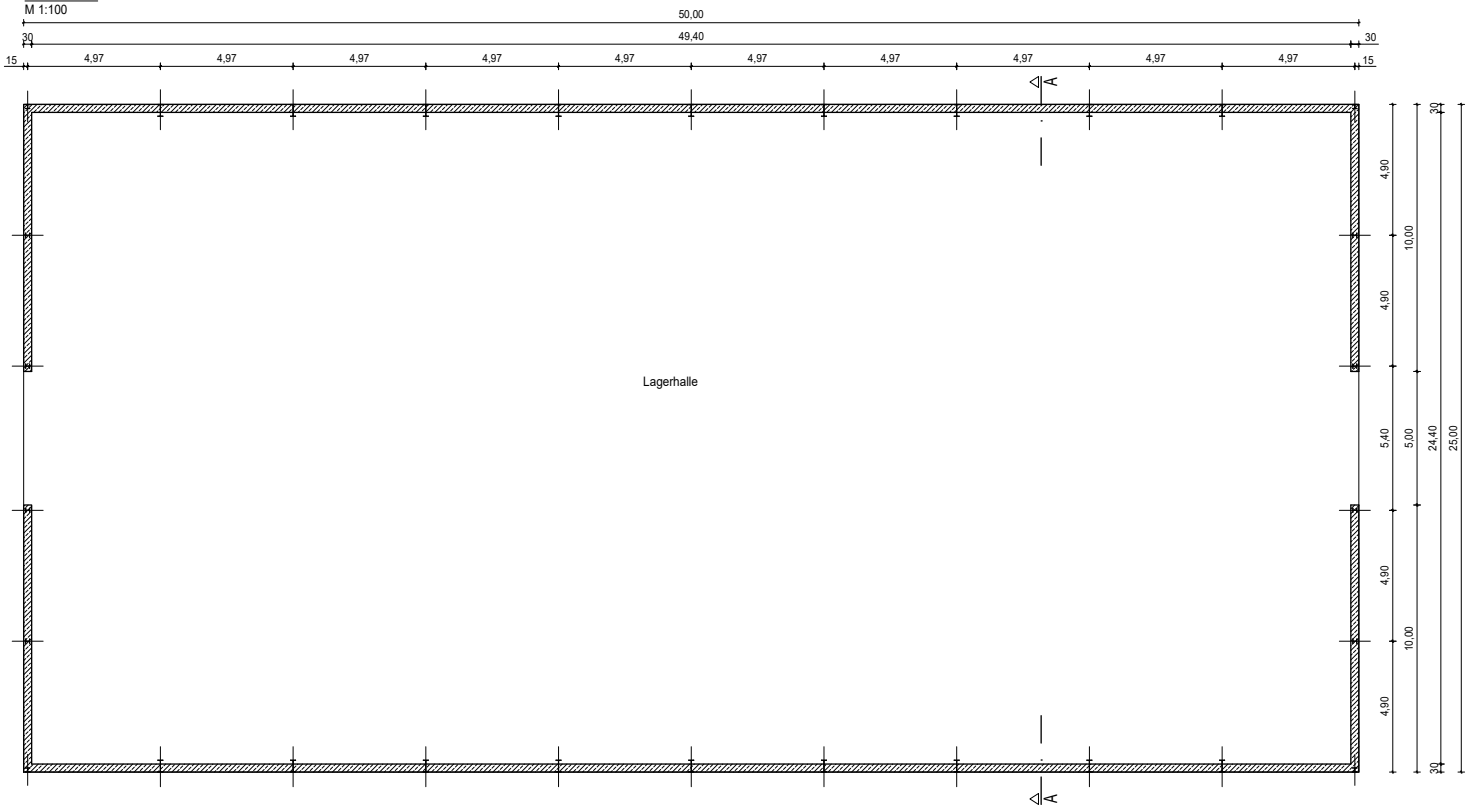
Vorteile der mobilen Einheiten

- Universell einsetzbar
- Komplette Einheit inkl. Steuerung und Pumpe(n)
- Aufeinander abgestimmte Komponenten
- Überbetrieblich einsetzbar

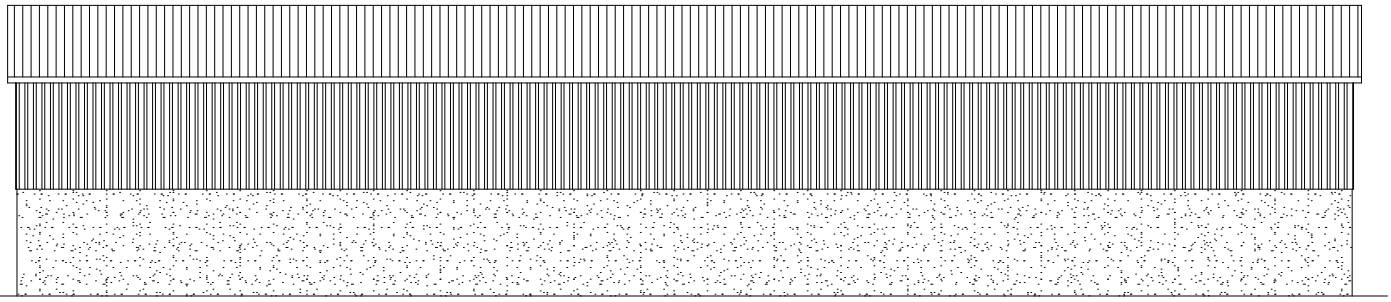
Advantages of mobile units

- Can be used anywhere
- Complete unit, including control system and pump(s)
- Harmonised components
- Can be used in different plants

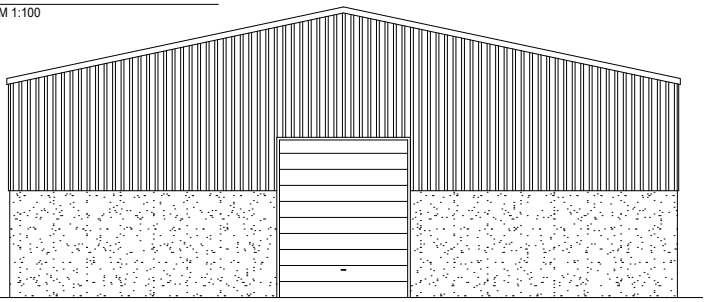
Grundriss
M 1:100



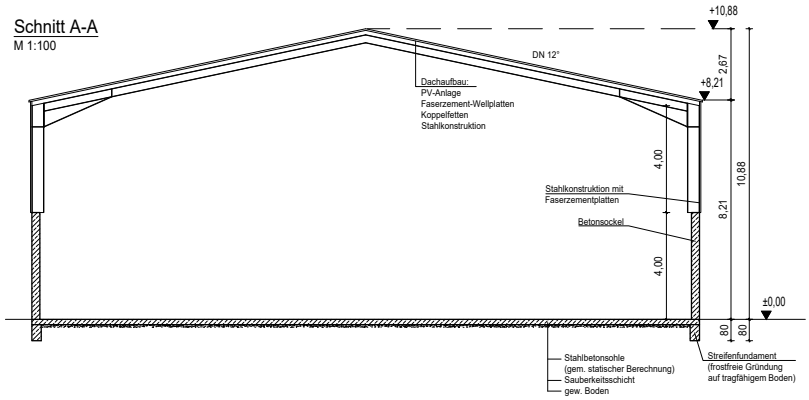
Ansichten Westen und Osten
M 1:100



Ansichten Norden und Süden
M 1:100



Schnitt A-A
M 1:100



LEGENDE

Stahlbeton C20/25, C25/30

REV.	DATUM	NAME	ART DER ÄNDERUNG

Biogasanlage Timphaus

MASSNAHME:
Erweiterung der Biogasanlage

DARSTELLUNG:
Lagerhalle
Grundriss, Schnitt und Ansichten

ZEICHNUNGSNUMMER:	GP24-027_2.TH00/1-00	GEZEICHNET: 26.09.2024	S.Winter
MAßSTAB:	1:100	GEPRÜFT: 26.09.2024	S.Geuker

KEINE AUSFÜHRUNGSPLANUNG!

BAUHERR:
Timphaus Erneuerbare Energien (TEE) GmbH & Co. KG
Dinklager Landstraße 4
49393 Lohne

BAUORT:
An den Teichen 27
49393 Lohne

ENTWURFSVERFASSER

BAUHERR

UNSER URHEBERRECHT AN ZEICHNUNGEN, UND BELAGEN BEDINGT NUR PERSÖNLICHEN GEBRAUCH UND RÜCKGABE BEI NICHTNUTZUNG. VERVIELFÄLTIGUNG IST AUSGESCHLOSSEN.

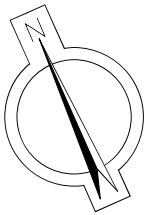
von Lehmden Planungsbüro GmbH
Sitz der Genehmigungsplanung
Boschstr. 2 - 48369 Saerbeck
Sitz der Gesellschaft
Industriering 10a - 49393 Lohne
+49 25 74 / 88 88 - 845
info@von-lehmden-planung.de
www.von-lehmden-planung.de
von Lehmden PLANUNGSBÜRO

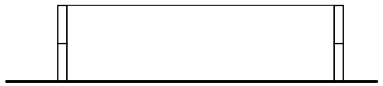
N:\Genehmigungsplanung\02_Zeichnungen\003-GP\GP24-027_2.TH00 Timphaus Erweiterung\01_Bauvorlagen\GP24-027_2.TH00-01 Lagerhalle_4.500.dwg

Erstelldatum: 10.09.2025 Version: 1 Erstellt mit: ELiA-2.8-b6

SÜD-OST

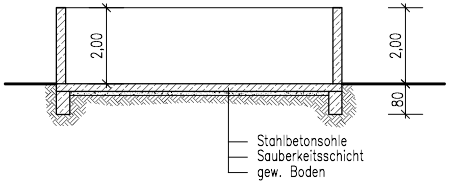
SÜD-WEST



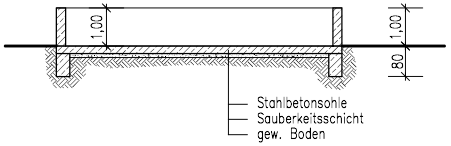


NORD-WEST

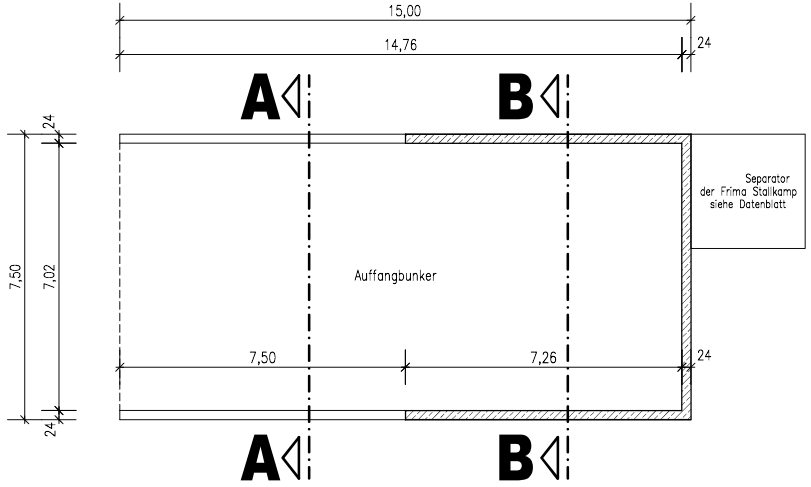
NORD-OST



SCHNITT B-B



SCHNITT A-A



GRUNDRISS

SÄMTLICHE MAßE SIND VOM UNTERNEHMER VERANTWORTLICH ZU PRÜFEN UND GEGEBENENFALLS ZU ERGÄNZEN. AUFTRETENDE UNKLARHEITEN SIND MIT DER BAULEITUNG ZU BESPRECHEN.

macke & mekelnborg
ingenieurgesellschaft mbH & co. kg
bauplanung . immobilien
Johannes-Gutenberg-Str. 14
49632 Essen i. Ol.
Mail: info@ing-mm.de
Tel.: 05434 / 92 491-0

Bauvorhaben:	Erweiterung einer Biogasanlage – Anlegen eines Auffangbunkers für separierte Gärreste
Bauherr:	Timhaus Erneuerbare Energie (TEE) GmbH & Co. KG Dinkloger Landstraße 4 49393 Lohne
Bauort:	An den Teichen 27 49393 Lohne
Bauteil:	Grundriss / Schnitt / Ansichten

Projekt-Nr.:	Blatt-Nr.:	Blatt-Gr.:
A1881-P04	A1881-G23/01	59/30
Gezeichnet:	Datum:	Maßstab:
Westendorf	12.12.2023	1:100

Nr.	Änderung	Datum	Name
1.			
2.			
3.			

Planer **Bauherr**

Vertrag

über die Abgabe und Aufnahme von organischen Nährstoffträgern

Der Abgeber

Name und Anschrift	EU-Reg.-Nr.
TEE GmbH & Co. KG, Dinklager Landstraße 4, 49393 Lohne	276 03 460 0492 11

und der Aufnehmer

Name und Anschrift	EU-Reg.-Nr.
NOM GmbH, Oldenburger Str. 246, 49377 Vechta-Calveslage	03098 27603460LWK0010006

schließen folgenden Vertrag:

§ 1

Gegenstand und Grundlage des Vertrages

Gegenstand des Vertrages ist

- ☒ die Abgabe und die Aufnahme von organischen Nährstoffträgern (Abnahmevertrag)
- ☐ die Garantie, ab dem in § 5 genannten Zeitpunkt organische Nährstoffträger abzugeben und aufzunehmen (Optionsvertrag).

Grundlage des Vertrages ist die Rahmenvereinbarung über die überbetriebliche Verwertung organischer Nährstoffträger, die Bestandteil dieses Vertrages ist und von beiden Vertragspartnern uneingeschränkt anerkannt wird.

§ 2

Qualifizierter Flächennachweis

1. In behördlichen Verfahren hat der Aufnehmer durch den QFN, soweit organische Nährstoffträger unmittelbar zur Düngung verwendet werden sollen nachzuweisen, dass er die in § 3 vereinbarten Nährstoffmengen nach guter fachlicher Praxis auf die von ihm bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen aufbringen kann. Dies gilt nur, wenn der aufnehmende Betrieb in Niedersachsen liegt.

2. Der Aufnehmer kann den Nährstoffbedarf mittels QFN selbst ermitteln oder eine andere Stelle damit beauftragen. Er ist für die Richtigkeit seiner Angaben zum QFN verantwortlich. Auf Anforderung der zuständigen Behörde wird der QFN von der Landwirtschaftskammer geprüft.

3. Der QFN ist ebenfalls Bestandteil dieses Vertrages.

§ 3
Leistungsumfang des Abgebers

Der Abgeber verpflichtet sich, ausschließlich aus folgender Anlage

Standorte der Anlagen (PLZ, Ort, Straße, Nr.)	Schlüssel-Nrn. des Landkreises/ der kreisfreien Stadt
An den Teichen 27, 49393 Lohne	

pro Wirtschaftsjahr (01.07. bis 30.06.) folgende organische Nährstoffträger an den Aufnehmer zu liefern oder von einem anerkannten Verteiler liefern zu lassen:

Menge cbm bzw. t	Art des Nährstoffträgers	bei Wirtschaftsdüngern zusätzlich Tierart gemäß QFN
34.323 t	Gärrest separierte - flüssige Phase 339.796 kg N, 198.933 kg P_2O_5, 329.760 kg K_2O	Gärrest
6.057 t	Gärrest separiert - feste Phase 84.949 kg N, 107.118 kg P_2O_5, 82.440 kg K_2O	Gärrest

Art, Umfang und Zeitpunkt der einzelnen Lieferungen erfolgen in gegenseitiger Absprache und werden durch entsprechende Lieferscheine dokumentiert.

§ 4
Leistungsumfang des Aufnehmers

Der Aufnehmer verpflichtet sich, die vereinbarten organischen Nährstoffträger und die abgesprochenen Lieferungen anzunehmen und ordnungsgemäß zu verwenden.

§ 5
Vertragsdauer

1. Der Vertrag wird für die Dauer von 3 *) Jahren geschlossen.
   ☒ Die Laufzeit des Abnahmevertrages beginnt am 01.11.2024.
   ☐ Die Laufzeit des Optionsvertrages beginnt am _____ und beinhaltet die Garantie für die Abnahme der in § 2 aufgeführten organischen Nährstoffträger für mindestens 3 *) Jahre. Der Abgeber hat den Beginn der Lieferungen dem Aufnehmer mindestens 6 Monate vorher schriftlich mitzuteilen.

2. Der Vertrag verlängert sich automatisch um jeweils ein weiteres Jahr, wenn er nicht mit einer Frist von mindestens 6 Monaten vor Ablauf von einem Vertragspartner per Einschreiben mit Rückschein gekündigt worden ist.

3. Abgeber und Aufnehmer sind sich bewusst, dass der Vertrag, soweit er Grundlage einer Genehmigung ist, während seiner Laufzeit allenfalls dann aufgelöst werden kann, wenn der Abgeber ab dem Zeitpunkt der Vertragsauflösung der zuständigen Behörde eine anderweitige anerkannte Verwendung seiner organischen Nährstoffträger nachgewiesen hat.

§ 6
Datenschutz

1. Abgeber und Aufnehmer sind sich bewusst, dass dieser Vertrag einschl. des Qualifizierten Flächennachweises und die auf der Grundlage dieses Vertrags ausgestellten Lieferscheine den jeweils zuständigen Behörden und Düngebehörden zur Überwachung der ordnungsgemäßen Verwendung der organischen Nährstoffträger vorzulegen sind.

2. Abgeber und Aufnehmer willigen hiermit gemäß § 24 Abs. 1 Bundes-Datenschutzgesetzausdrücklich ein, dass die in dem Vertrag und in den ausgestellten Lieferscheinen enthaltenen Daten den zuständigen Behörden für ihre gesetzlichen Aufgaben und für die in der Rahmenvereinbarung genannten Zwecke auf Verlangen übermittelt werden.

§ 7

Alle Änderungen und Ergänzungen dieses Vertrages bedürfen der Schriftform.

---

*) in Genehmigungsverfahren mindestens 3 Jahre

§ 8
Salvatorische Klausel

Soweit in diesem Vertrag nichts anderes geregelt ist, gelten die allgemeinen gesetzlichen Vorschriften. Sollte eine Klausel oder Bestimmung dieses Vertrages wegen Verstoßes gegen gesetzliche Bestimmungen oder auf sonstige Weise nichtig oder unwirksam sein, wird die Wirksamkeit der übrigen Bestimmungen des Vertrages davon nicht berührt.
Die Vertragspartner werden sich in diesem Falle bemühen, die unwirksame oder nichtige Bestimmung des Vertrages durch eine andere Bestimmung zu ersetzen, die dem Willen der Vertragspartner bei Abfassung der unwirksamen Bestimmung am nächsten kommt.

Vechta-Calveslage, den 21.11.2024

T E E GmbH & Co KG
z. H. Franz Timphaus
Dinklager Landstr. 4
49393 Lohne

Unterschrift des Abgebers

nom
Nährstoffverwertung Oldenburger Münsterland
Oldenburger Str. 246, 49377 Calveslage
Tel.: 0 44 [illegible] 760-11
e-Mail: info@nomgmbh.de

Unterschrift des Aufnehmers