



AUTOMOTIVE



INFOKOM



MOBILITÄT, ENERGIE & UMWELT



LUFTFAHRT



RAUMFAHRT



VERTEIDIGUNG & SICHERHEIT

Praxisbeispiel Niedersachsen: Munitionsberäumungsmaßnahme Muna Lenglern (LK Göttingen)

Sicherungsmaßnahmen im Rahmen des Wiedereinbaus von Böden durch die Immobilisierung ETV-belasteter Sicker- und Oberflächenwässer mittels Kompost

Hildesheim, 15.11.2018

Themen

1. Voruntersuchungen / Gefahrenbewertung

- Standortanalyse, Bewertung der geologischen Situation, Machbarkeitsanalyse
- geotechnische Untersuchungen
- Ermittlung der Versickerungsraten, verbal- argumentative Sickerwasserprognose
- Gefährdungsbewertung für das Grund- und Oberflächenwassers (Pfad Boden – GW/ OW)

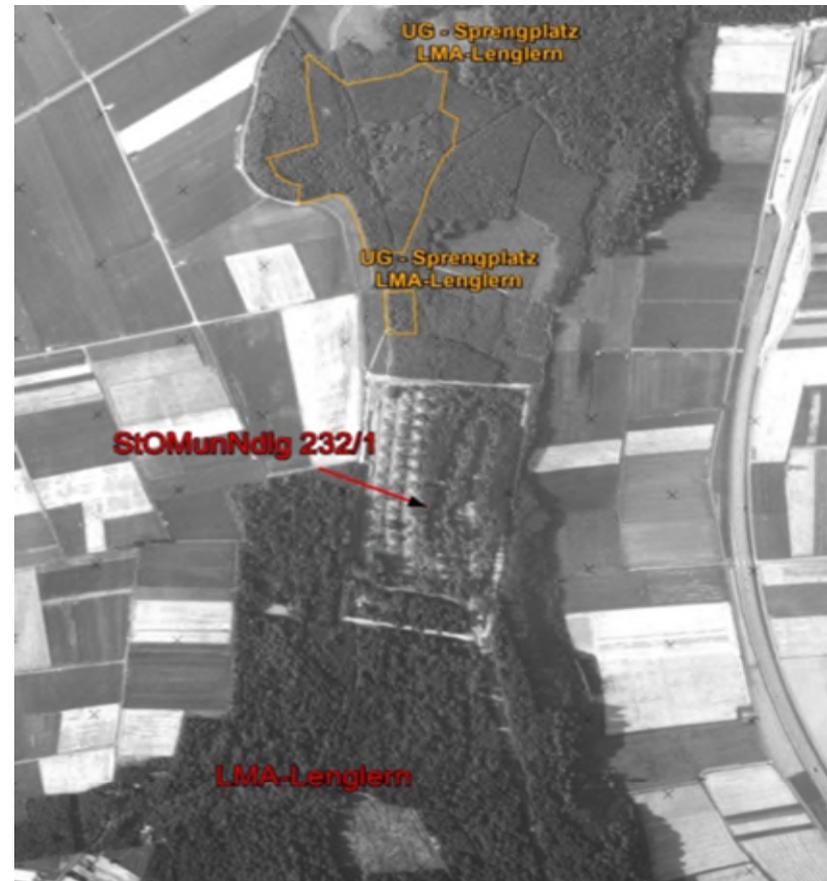
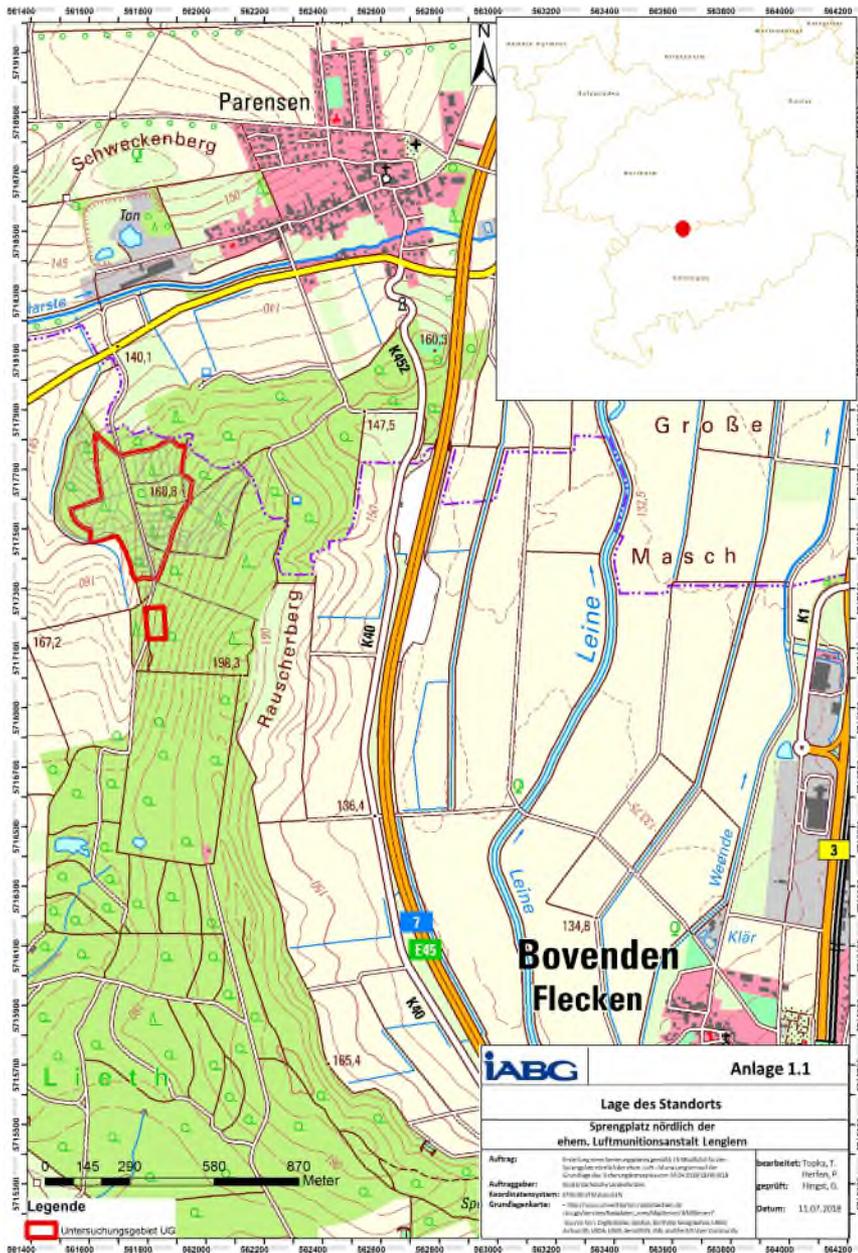
2. Sicherungskonzept bei Wiedereinbau STV- belasteter Böden

- Rahmenbedingungen/ Arbeitshypothese
- Sicherungsmaßnahmen/ Konzept:
→ Kombination
 - Sicherung des vertikalen Abstroms in den Trichtern (Sickerwasser)
 - Sicherung des horizontalen Abstroms (Oberflächenwasser)
 - rezeptive Gehölzarten, Bepflanzungsrichtlinie
- Überwachung / Monitoring
 - Sickerwassermessstellen in den Trichtern, Grundwasserbeprobung
 - Beprobung der Gräben und Rigolen
 - Oberflächenwasserproben (liegenschaftsexterner Austrag)

3. Fazit/ Ausblick

- Umsetzung Sanierungsplan
- Probleme, Problemlösungen
- Monitoring
- Multiplikation, Übertragbarkeit auf weitere Standorte

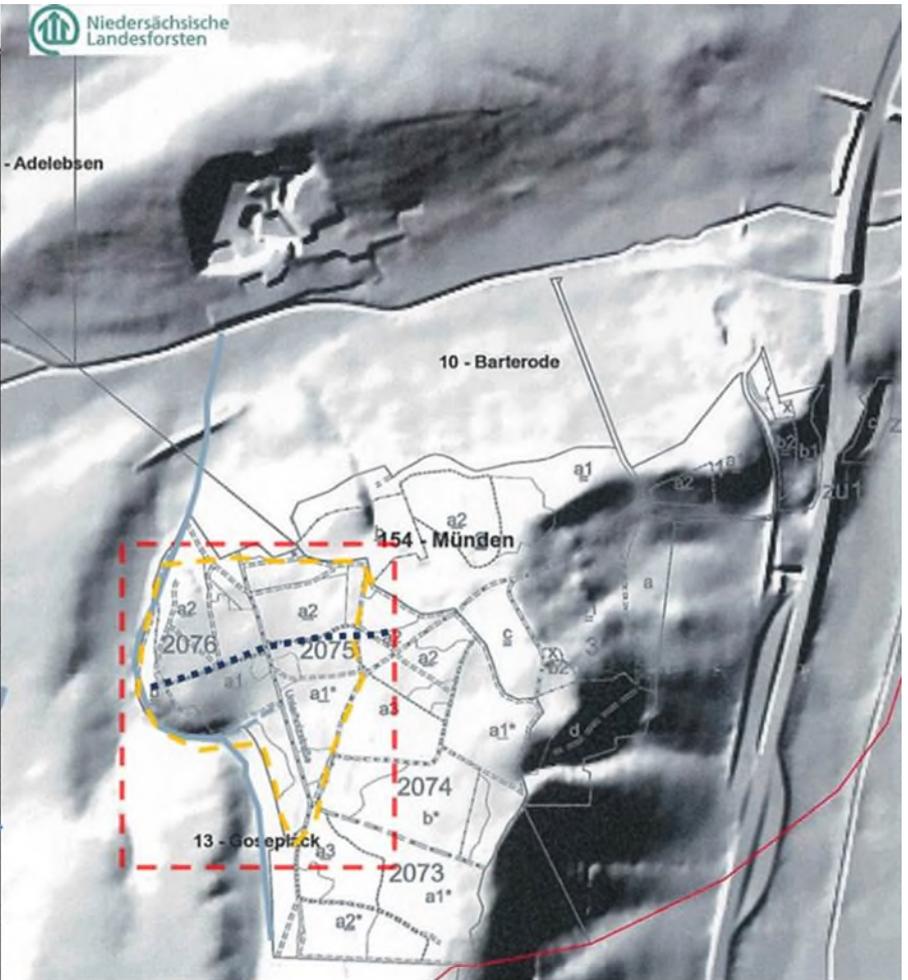
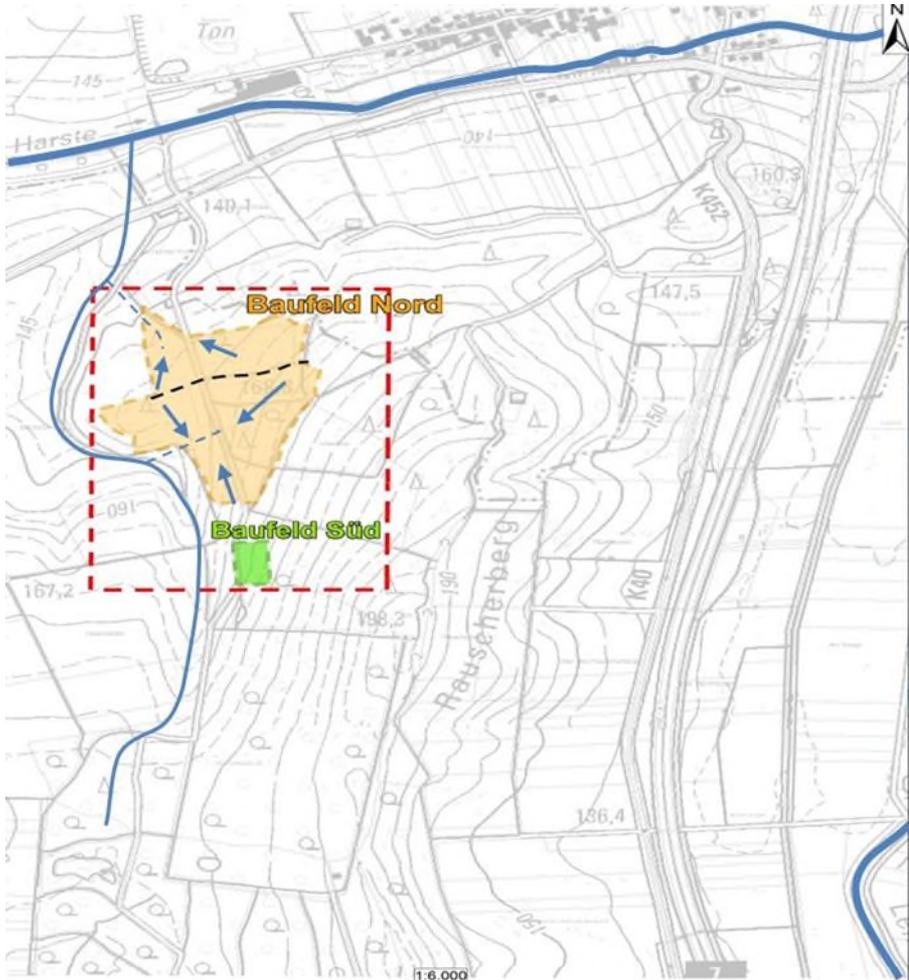
Luftmunitionsanstalt Lengler – allgemeine Daten



- 1935-45 Luft- Munitionsanstalt 3/VI Lengler (Umschlag/ Bezünderung Bomben, Granaten für Flugabwehr)
- 1944 - 47 Munitionslagerung in der Muna in 115 Bunkern (Luftwaffe: Bordwaffen-, Abwurfmunition)
- 1945-47 Demilitarisierung durch britische Truppen, Vernichtung der Munitionsbestände
- Mitte 50er Nutzung durch Bundeswehr, Standortmunitionsniederlage
- Heute forstwirtschaftliche Nutzung

Lage + Geomorphologie

- Leinetal, Höhenzug Lieth
- Fläche: ca. 12,1 ha

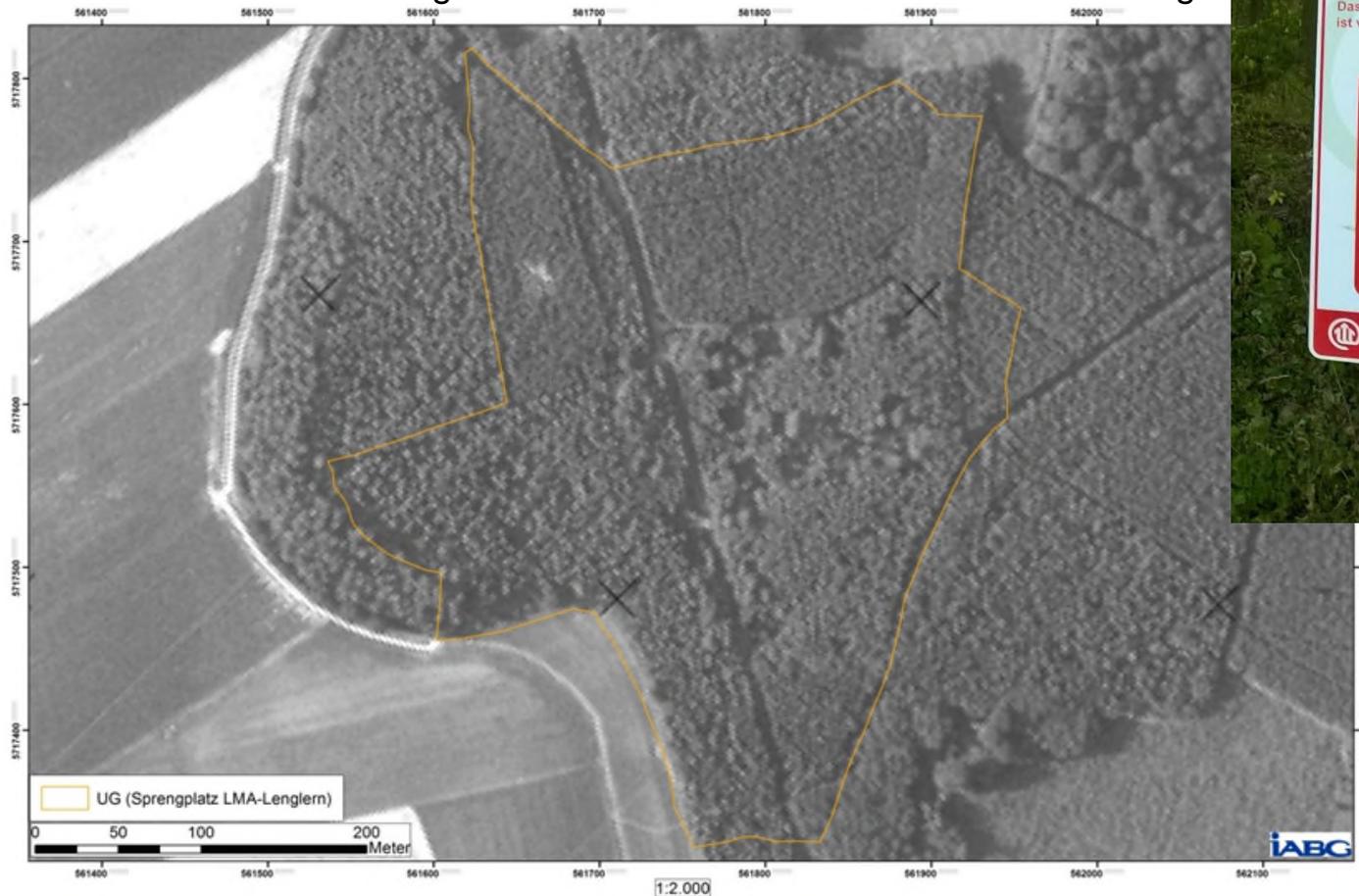


- Niederschlag 2010-2017: 514-778 mm (635 mm)

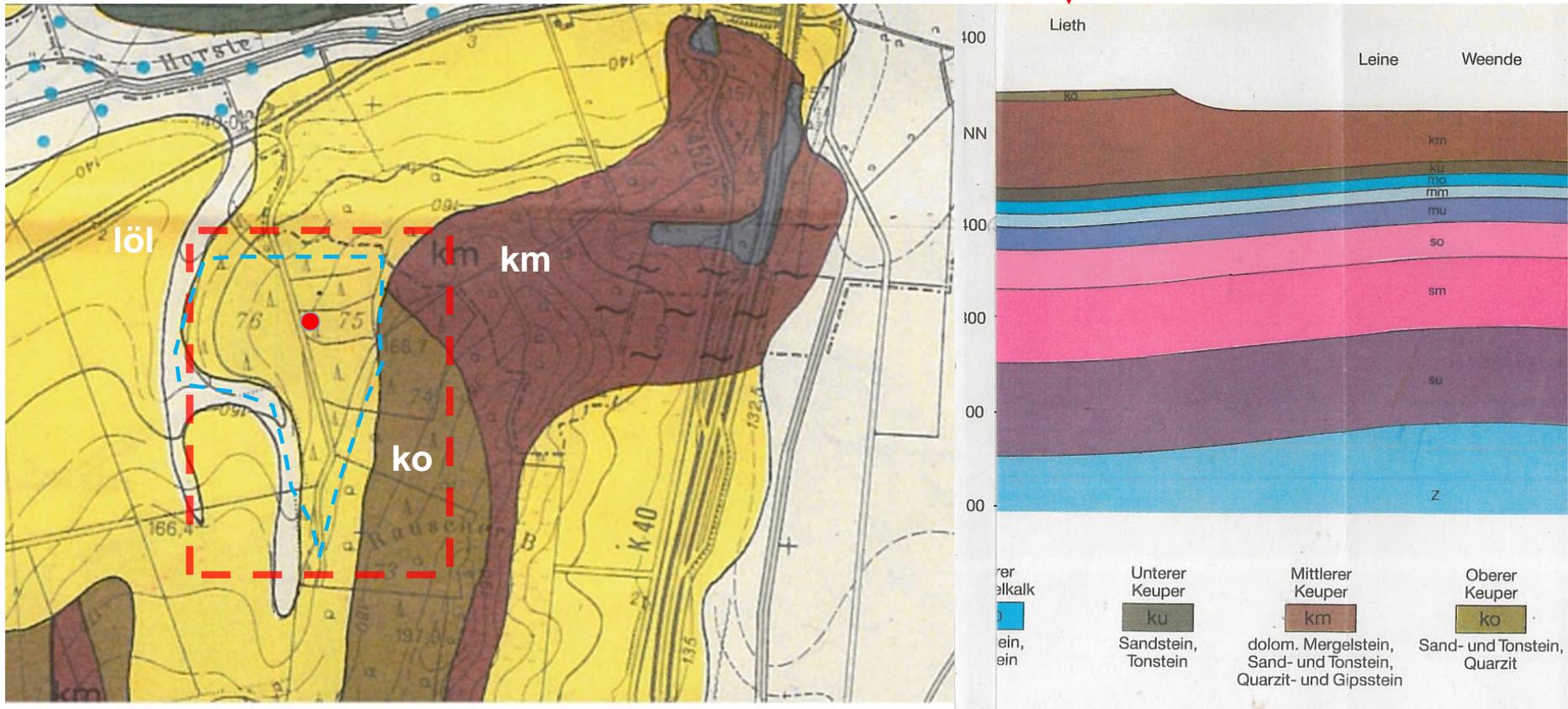
Nutzung/ Luftbildauswertung → Ausgangssituation

Ausgangssituation:

- hochwertige Laubwälder im Umfeld, Erholungsnutzung
- forstwirtschaftliche Nutzung nur eingeschränkt möglich
- KMR- Maßnahme zur Wiederherstellung einer Nutzung
 - keine Gefährdungsabschätzung gemäß BBodSchG
 - erhöhte Eluatgehalte in den Böden aus der Massenräumung

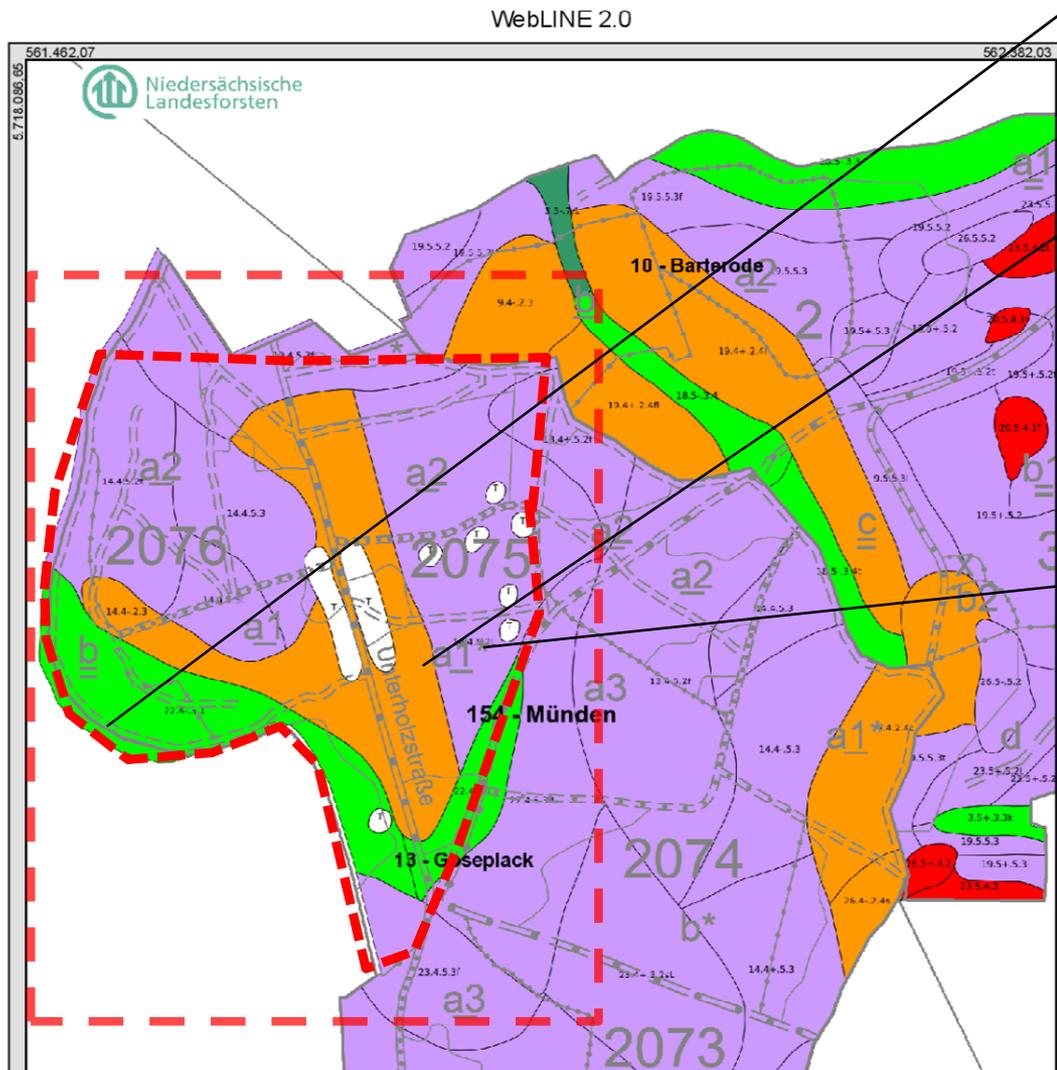


Geologische Situation



- Oberer Keuper (mit Lösslehm und schluffig-tonigen Fließerden überlagert)
 - Tonstein, klüftig – inhomogen
 - Einschaltungen von Feinsand-/ Siltsteine, Quarziten
 - nach Westen zunehmende Mächtigkeit tonig- schluffiger Deckschichten (Löss, Verwitterungstone)

Lokale Geologie (Forstliche Standortkartierung, Vegetation, Niederschlag)



■ **Grün:** Löss (22.4.3.1)

- sehr frische, zeitweilig feuchte Rinnen
- gute Nährstoffversorgung
- Löss
- mit Beimengungen oder Feinlehmböden

■ **Orange:** Stauwasserstandorte, schwach geneigte Lage (14.4.2.3)

- schwächer wechselfeuchte, staufrische Standorte flacher Hänge
- gute Nährstoffversorgung
- basenarme Silikatgesteine (**Tonstein/ Siltstein, ko**)
- **Mit schluffig – lehmigen Decken** (i.d.R. Fließerden)

■ **Violett:** Tonstein bis 1,5 m gefügegängig (14.4.5.2L/)

- schwächer wechselfeuchte, staufrische Standorte flacher Hänge
- gute Nährstoffversorgung
- Tonsteine (ko)
- tonige Böden, mit Lössüberzügen (20-40 cm)

Fazit:

Stauwassergeprägter Standort
(Bodenart: Tone, schluffige Tone)

→ Versickerung wenig wahrscheinlich

→ Ausräumung Oberboden → ca. 1 m Lockergestein

(Ton/ Schluff)

→ Trichter im Festgestein

Niederschlag: 635 mm (NIBIS: 701 mm)

Schichtenverzeichnis GWMS B1

B1

Auffüllung	A		
Fließerde	0.50	Kies, schwach sandig, grau - braun	
Verwitterungszone	1.10	Schluff, tonig, schwach sandig, schwach kiesig, grau - braun	
	2.00	Ton, schluffig, schwach kiesig, dunkelgrau	
Keuper (ansteigend)	2.40	Schluff, stark tonig, schwach kiesig, gelbbraun	
	4.10	Schluffstein, gelbbraun	
	4.40	Mergelstein, braun	
	6.70	Schluffstein, dunkelviolett	
	8.80	Tonstein, grau - grün	
	13.90	Schluffstein, Tonstein, dunkelviolett	
	15.80	Tonstein, grau	
	17.30	Tonstein, Schluffstein, dunkelviolett	
	17.60	Schluffstein, dunkelviolett	
	19.20	Tonstein, dunkelviolett	
	20.00	Tonstein, grau - grün	



Geologisches Gutachten/ verbal- arg. Sickerwasserprognose

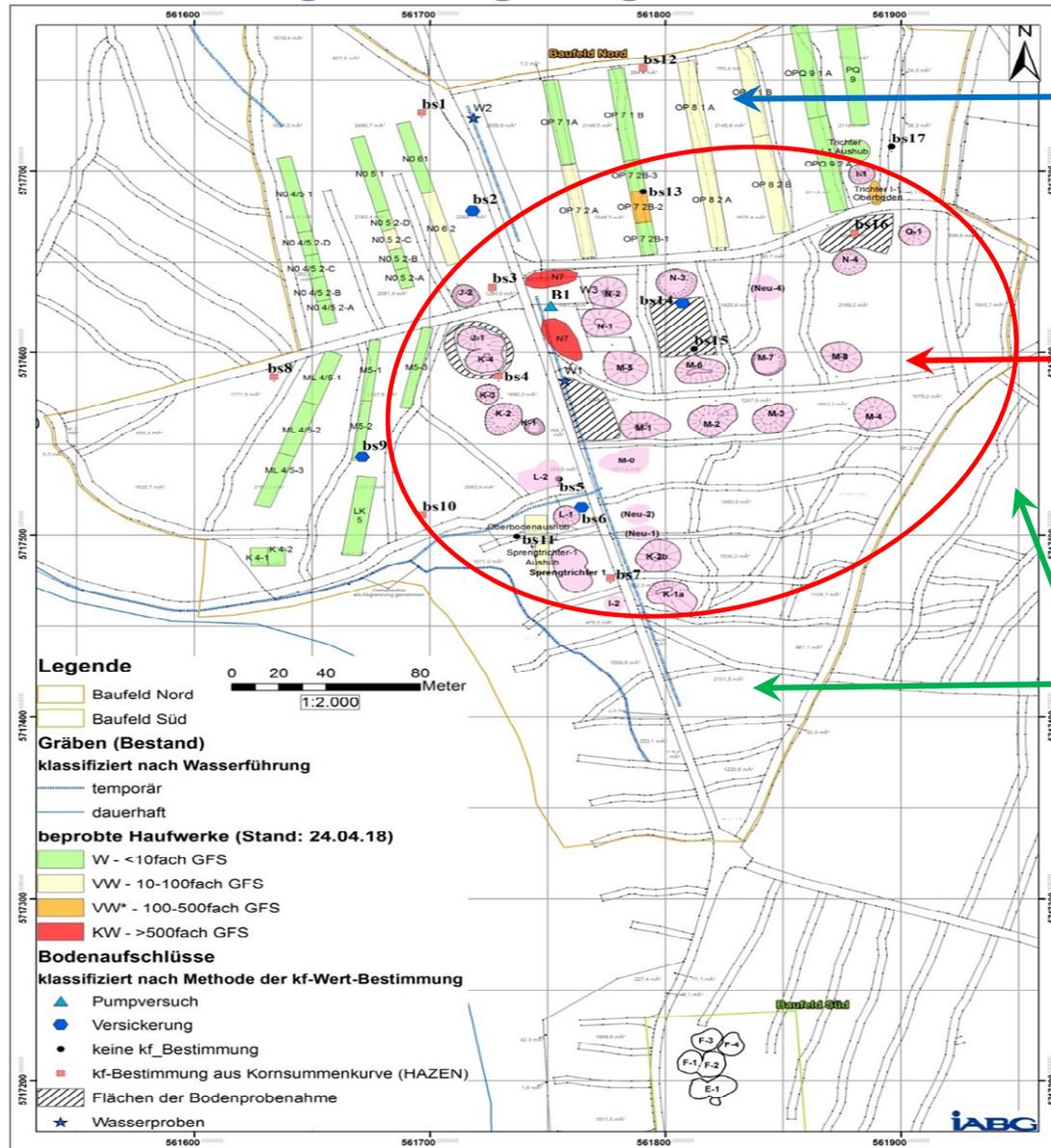
→ Untersuchungsumfang der geotechnischen Untersuchung

- 17 Kleinrammbohrungen (60 mm) bis zum Festgestein, horizontierte Proben,
 - geologische Ansprache nach DIN 4022, Schichtenverzeichnisse
 - Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121
- Abschätzung Wasserdurchlässigkeit und Beurteilung Versickerungsfähigkeit
 - Kornverteilung nach DIN 18123 durch kombinierte Sieb-/ Schlämmanalyse
 - Berechnung/ Abschätzung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (kf nach Hazen)
 - kf-Bestimmung mittels in situ Versickerungsversuchen
- Erstellung einer Bohrung im zentralen Bereich der Liegenschaft bis 20 m u. GOK
 - geologische Ansprache nach DIN 4022, Schichtenverzeichnis
 - horizontierte kf-Bestimmung mittels Pumpversuch (wasserführend)
- Grundwasserprobenahme
- 3 Oberflächenwasserprobennahmen

- Beprobungen der Haufwerke, Trichter und Auswurfbereiche
 - 1:1 Wannenuelat (5-20 kg, 24 h)
 - Bodenanalysen (Originalsubstanz, Methanolextrakt 10 g → oft nicht repräsentativ)

Geologisches Gutachten/ verbal- arg. Sickerwasserprognose

→ Untersuchungsumfang der geotechnischen Untersuchung



erweiterter Auswurfbereich
→ Massenräumung
(händische Räumung nicht möglich)

Trichterfeld und Auswurfbereich

erweiterter Auswurfbereich
→ Massenräumung
(händische Räumung nicht möglich)

Geologisches Gutachten/ verbal- argumentative Sickerwasserprognose

→ Untersuchungsergebnisse (Durchlässigkeit)

■ Geologischer Schichtenausbau

Deckschichten (17 KRB - Endteufe KRB)

- 1 - 2,5 m u. GOK, tonig-schluffige Verwitterungsschicht, z.T. Löss

Festgestein (GWMS B1)

- 2,5 - 7 m u. GOK → klüftige, entspannte Schluff- und Mergelsteine

- 7 - 19 m u. GOK → kompakter, gering klüftiger Schluff-/ Mergelstein

- gespanntes Grundwasser (Druckwasserspiegel 12 m u. GOK, Kommunikation mit Auenbereichen wenig wahrscheinlich, keine ETV nachweisbar)

■ Abschätzung Wasserdurchlässigkeit und Beurteilung Versickerungsfähigkeit

Deckschichten:

- 6 Laboruntersuchungen: $k_f = 3,7 \times 10^{-8} - 9,8 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

+ 10 abgeschätzte Werte: $< 5 \times 10^{-8} - 10^{-10}$ (Feinstkorn $> 10\%$ bzw. $> 20\%$)

- Felduntersuchungen/ Versickerungsversuche: $k_f = 3,2 \times 10^{-8} \text{ m/s} - 7,8 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

- Pumpversuch: k_f von $5,9 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (Mittelwert, gut durchlässige Schicht 19,2-19,7 m uGOK)

- kompakter Bereich von 10,7 – 20 m GOK: Schätzung $< 10^{-10} \text{ m/s}$

■ Sickerwasserraten, Sickerwasserprognose

- Wasserhaushaltsmodelle (NIBIS/ LBEG) : **$> 51 - 100 \text{ mm/a}$**

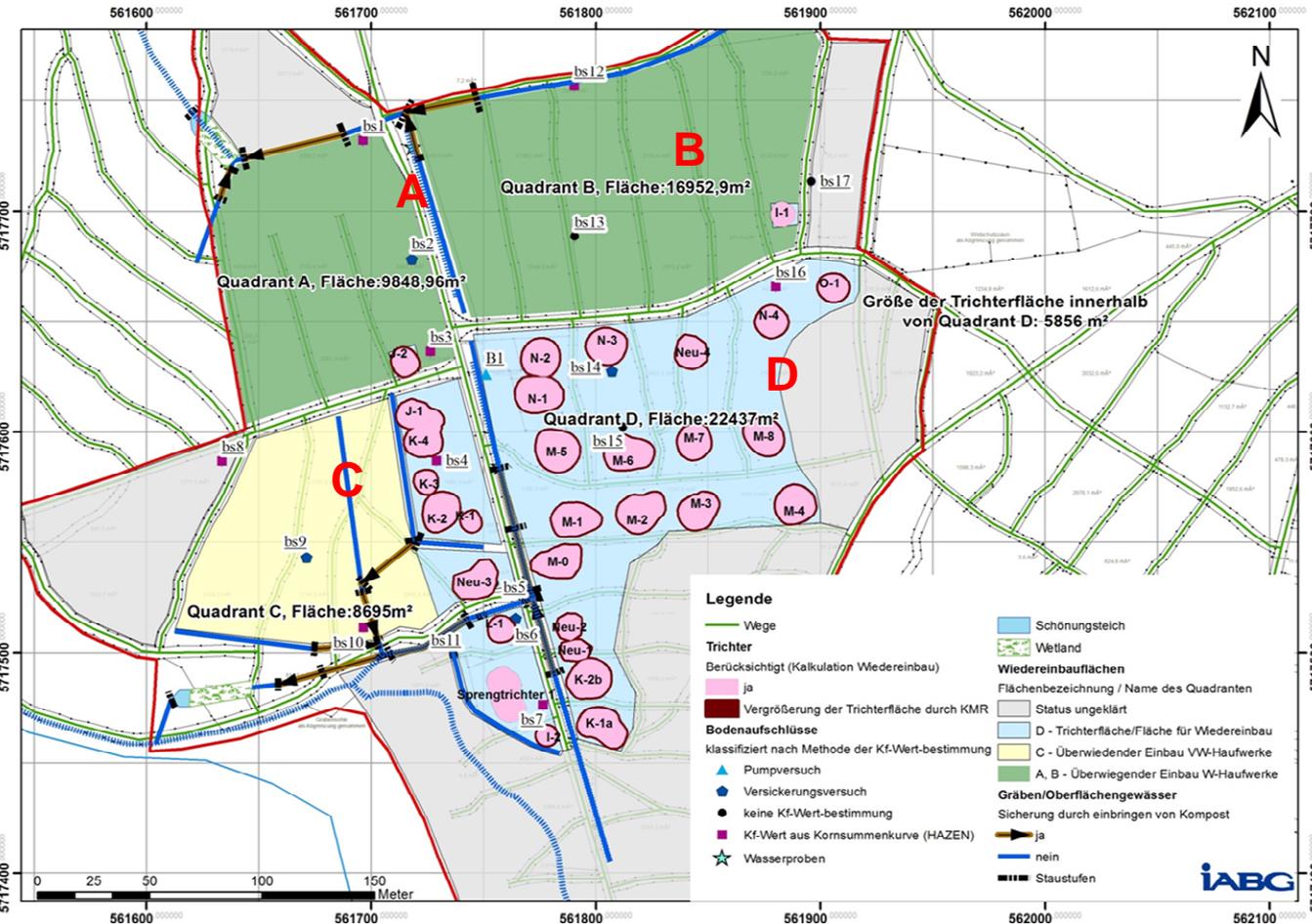
Fazit/ Annahme:

- **sickerwasserhemmende Verhältnisse → sehr geringe Sickerwasserrate**
- **relativ geringe zu erwartende Fracht → Sicherung erforderlich**
- **Unsicherheiten durch inhomogene Verhältnisse (Keuper)**

Verbal-argumentative Sickerwasserprognose und Gefahrenbetrachtung

■ Quadranten:

- KW, VW* (> 100fach GFS): Einbau in Trichterflächen
- VW (10-100fach GFS): gesicherter Flächeneinbau in Quadrant C
- W (<10fach GFS) temporär gesicherter Flächeneinbau in Quadrant A,+ Quadrant B



Frachtabschätzung:

zu erwartende Konzentration je Quadrant

→ Frachtabschätzung anhand Sickerwasserraten und Belastungszonen des Räumgutes:

184 - 364 g/a

(0,5-1 g/d)

(ohne Schadstoffminderung)

Fazit:

sickerwasserhemmende Verhältnisse

→ relativ geringe Fracht

→ Austrag über Grundwasser- und Oberflächenwasserpfad möglich

→ Sicherung erforderlich

HLUG: große Fracht - 0,5*GFS in g/d, (z.B. TNT: 0,1 g/d)

Gefahrenbetrachtung

→ Pfad Boden- Grundwasser

- **Ort der Probenahme** (Wannenelektrode: OdP, d.h. 0-max. 2,5 m u. GOK, Trichter)
→ Gefährdung durch Gehalte an ETV (i.d.R. 0-100fach GFS, in Einzelfällen darüber)
- **Ort der Beurteilung** (OdB, d.h. ca. 12 m u. GOK)
 - Reduktion der ETV-Konzentrationen bis zum OdB aufgrund der lokalen Bedingungen:
 - günstige geologische Bedingungen (schlechte Versickerung, gute Sorptionsfähigkeit der Tonminerale in den Tonen, Schluffen und im Tonstein)
 - hoher Flurabstand (min. ca. 12 m)
 - kompakte Ausprägung der in Bohrung B1 erbohrten Tonsteine bis ca. 19 m u. GOK ($k_f > 10^{-10}$)
 - *geringer Eintrag der oberflächennah festgestellten ETV in das Grundwasser nicht auszuschließen*
- **geringe Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser/ Sickerwasser**

→ Pfad Boden- Oberflächenwasser

- geringe Versickerung bedingt höhere Oberflächenwasserabflüsse
- sehr geringe Gefährdung für Oberflächenwasser gegeben
→ aber Verweilzeit (photolytischer/ mikrobieller Abbau) gegeben und verlängerbar
- **Oberflächenwasserproben: nur Spuren an ADNT – 0,2 - 4,1 µg/l (1-16fach GFS, Trockenphase)**

Fazit:

- **geringe Gefährdung gegeben → Sicherung (Immobilisierung) erforderlich/ möglich**
- **Gefährdung wird durch die geplanten Sicherungsmaßnahmen vollständig ausgeräumt**
- **Erstellung Sicherungskonzept und Sanierungsplan gemäß §13 BBodSchG**

2. Sicherungskonzept für den Wiedereinbau höher belasteter Böden aus der KMR- Maßnahme

→ in Zusammenarbeit IBH (A. Schwendner) / IABG

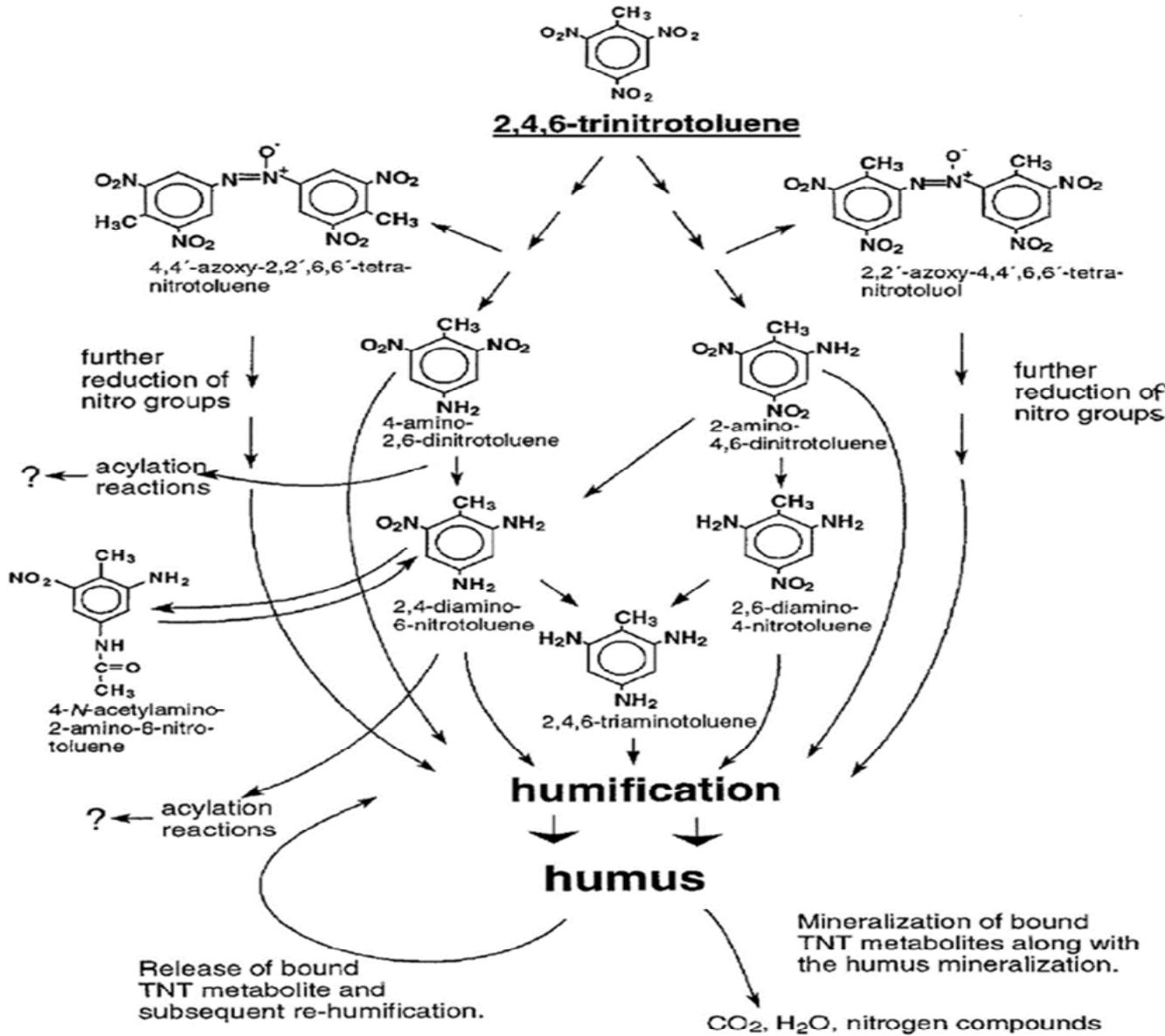
Konzept:

- Sicherungsmaßnahmen mittels Immobilisierung durch Kompost
- Kombination von:
 - Sicherung des vertikaler Sickerwasserstroms in den Trichtern mittels Immobilisierung durch Kompost (sohlig, seitlich und Zwischenlagen), keine Bepflanzung der Trichter
 - Sicherung des horizontalen Abstroms (Oberflächenwasser) mittels
 - offener Gräben (Retention, Photolyse, mikrobiologischer Abbau)
 - Immobilisierung (Kompostgefüllte Gräben, „Rigolen“)
 - ergänzende Wetlands und Teiche
 - Sickerwasserminimierung (Rezeptive Gehölzarten, Ableitungsgräben)

Voraussetzungen/ Rahmenbedingungen:

- sehr geringe Versickerung
- resp. Austrag über das Oberflächenwasser temporär möglich
- Schadstoffminderungsversuche positiv
- d.h. Eignung der relevanten ETV des Sprengplatzes
(Lenglern: überwiegend TNT, ADNT, vereinzelt Spuren an RDX)

Sicherungskonzept → Wirkprinzip der Immobilisierung



Wichtig:
Humifizierung
 = irreversibler Prozess !

Nachweis:
 N₁₅ – Markierung und
 Elution mit verschiedenen
 Elementen)

Immobilisierung – weitere Literaturdaten und Anforderungen Kompost

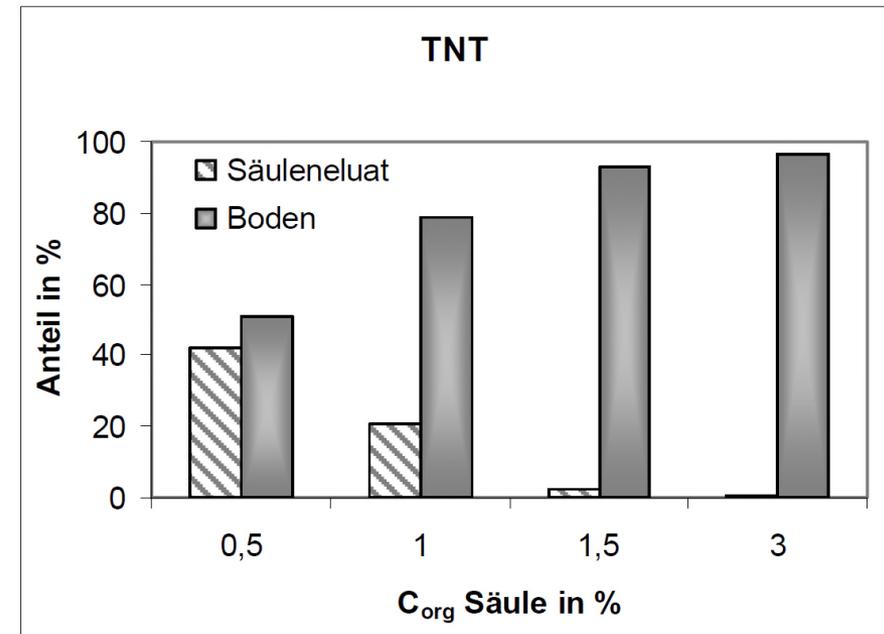
- partiell anaerobe Bereiche erforderlich (ADNT- Bildung)
- Immobilisierung - TOC- abhängig
 - 0,5% TOC ca. 50% Adsorption
 - 3% TOC >> 90% Adsorption
- KAK- abhängig (Tonminerale)
- Bindung überwiegend an der Humin- und Huminsäure- Fraktion
- Bindung an Fulvosäuren schlechter

Quelle: Haderlein et.al., 1996

→ **gute Eignung eines Stauwasser- beeinflussten Standortes**

→ **Anforderungen an den Kompost**

- Fertigkompost, ausschließlich aus Grünschnitt (keine Biotonne)
- ausgereifter Kompost - Rottegrad IV-V
- Körnung 0-15 mm (oder 0-10 mm)
- Wassergehalt max. 50 % der Frischmasse (Wärmebildung)
- Zertifizierung nach RAL GZ 251 oder vergleichbar
- weitgehende Geruchsfreiheit



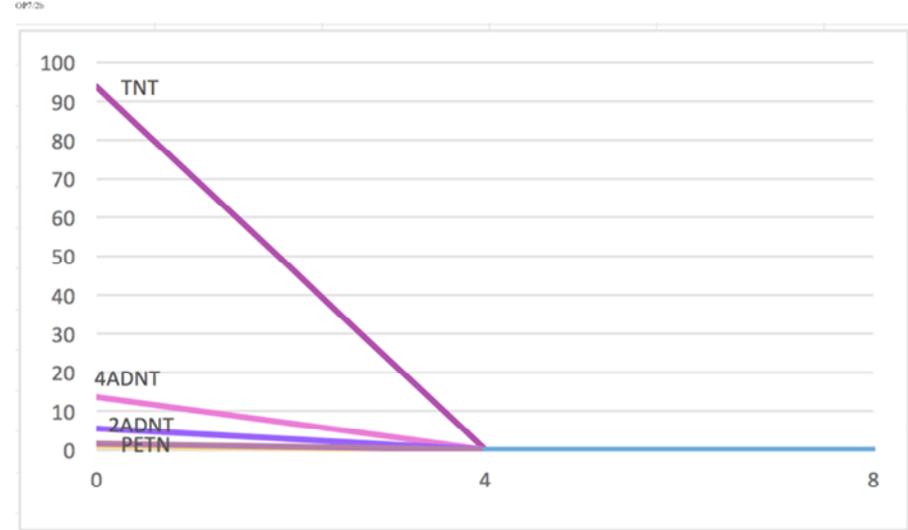
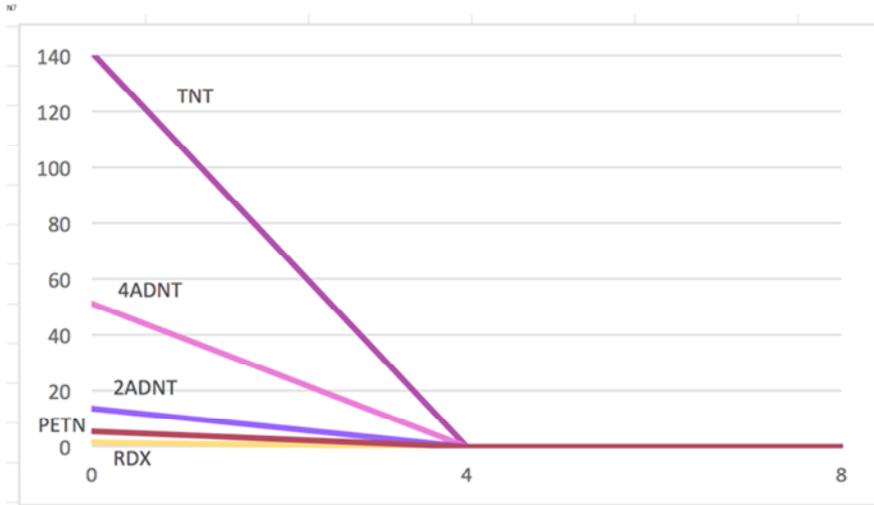
Ergebnisse der Schadstoffminderungsversuche (IBH)

Ablauf und Versuchsaufbau

- Mischprobenentnahme (Proben N7 und OP7/2b) + Beschaffung der Kompostproben (Grüngutkompost, KPA Dransfeld)
- Herstellung 24 h Wanneneulat im Verhältnis 1:1 (30 kg Boden, 30 l Wasser) Befüllung: 400 g vorgewaschenem Kies und dann mit 3 kg Kompost
- Zugabe von 4 l Eluat (Versuchsdauer 15 Tage)
- Re- Elutionsversuch: (Wasser: 2+9+2 Tage) (ergänzend Methanolextrakt)

Minderungsratenversuch N7 und OP7/2b – Material; 3 kg Kompost + 4 l Versuchseluat									
Datum	Do 01.02. 18	Do 01.02. 18	Do 01.02. 16	Do 01.02. 16	Fr. 02.02. 16	Sa. 03.02. 18	Mo. 05.02. 18	Do 08.02. 18	Fr. 15.02. 18
Uhrzeit	8:00	12:00	16:00	20:00	6:00	8:00	8:00	8:00	8:00
Versuchsdauer [h]	0	4	8	12	22	48 (2 d)	96 (4 d)	168 (7 d)	360 (15 d)
Vorablauf [ml]		200	200	200	200	200	200	200	0
Probenvol. [ml]		125	125	125	125	125	125	125	1.000
Kurier					Kurier				

Ergebnisse der Schadstoffminderungsversuche



Fazit:

- Verfahren und Kompost gut geeignet
- außergewöhnlich schnelle Immobilisierung nach 4 h
- keine wässrige Reelution (2 Tage, 9 Tage, 2 Tage Standzeit)
- Methanolextrakt: ebenfalls negativ



Wiedereinbaukonzept

■ **Kategorie W (bis 10fach GFS):**

- Wiedereinbau in der Fläche nach der KM- Freigabe ohne Sicherung, aber mit vorsorglicher temporär angelegter Abstrom- Sicherung (Oberflächenwasser) durch abstromige Kompostrigolen und offene Gräben und ergänzende Wetland/ Schönungsteiche(Quadranten A und B)
- gesicherter Verwendung der Böden für die Abdeckung der Trichter

■ **Kat. VW (bis 100fach GFS) :**

- Wiedereinbau in der Fläche nach der KM- Freigabe und Sicherung durch abstromige Kompostrigolen und offene Gräben und ergänzende Wetland/ Schönungsteiche (Quadrant C)

■ **Kat. VW* (100-500fach GFS):**

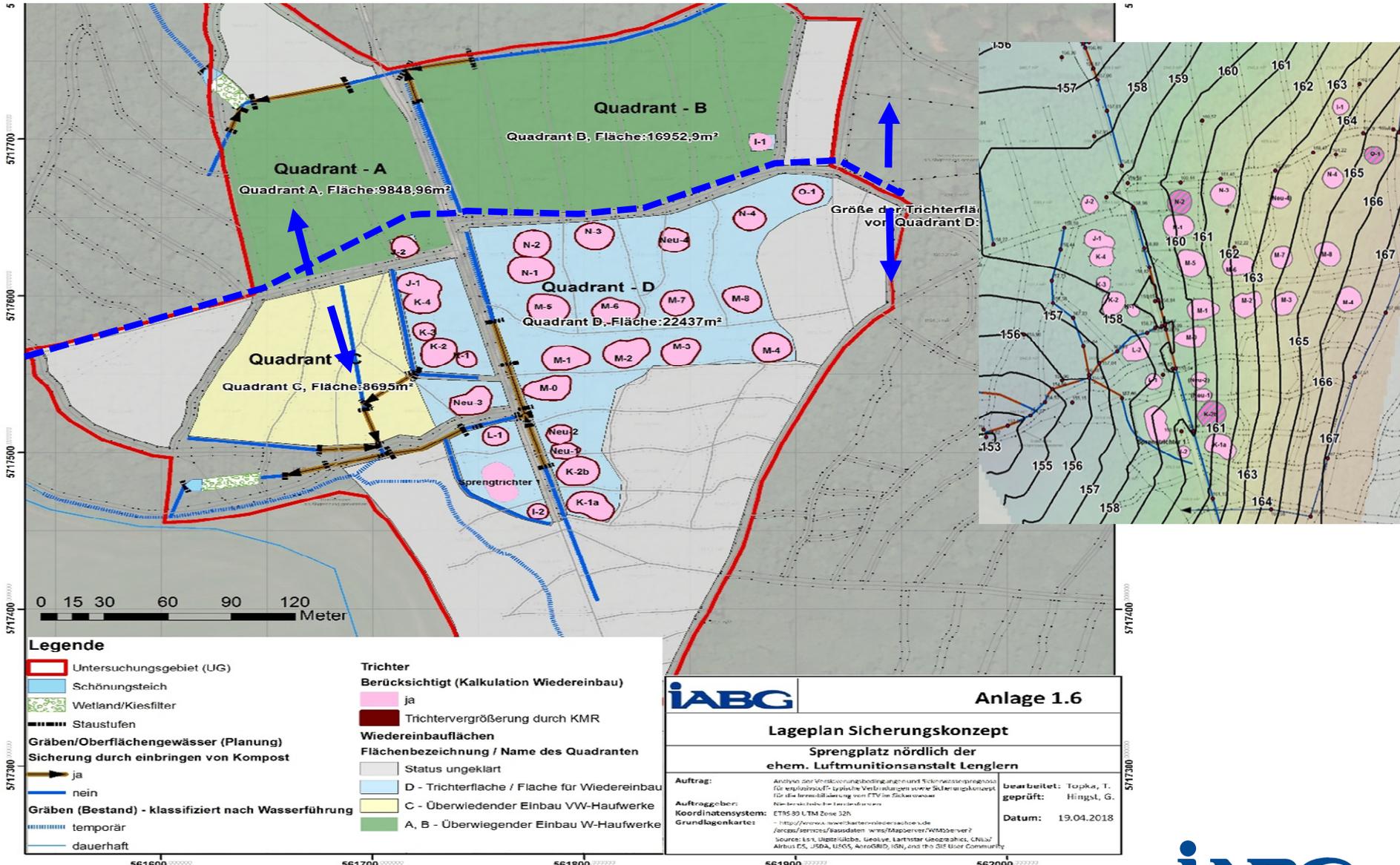
- Sicherung durch Kompost (Immobilisierung), Einbau in den beräumten Trichtern (mit Sohlsicherung und Sandwich- Lagen in einem Abstand von max. 1 m)
- Sicherung des Oberflächenwasserabstroms durch abstromige Kompostrigolen und offene Gräben und ergänzende Wetland/ Schönungsteiche (Quadrant C/D)

■ **Kategorie KW:**

- Einbau in den beräumten Trichtern (analog VW*),
 - sofern keine große Mengen (grundsätzlich Beobachtungstrichter)

Sicherungskonzept zum Wiedereinbau belasteter Böden aus der KMR

→ Ausgangssituation (Berücksichtigung: ETV- Belastung und Wasserscheide)



Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Trichter



Ableitung des unbelasteten Oberflächenwassers im Anstrom des Sanierungsbereiches

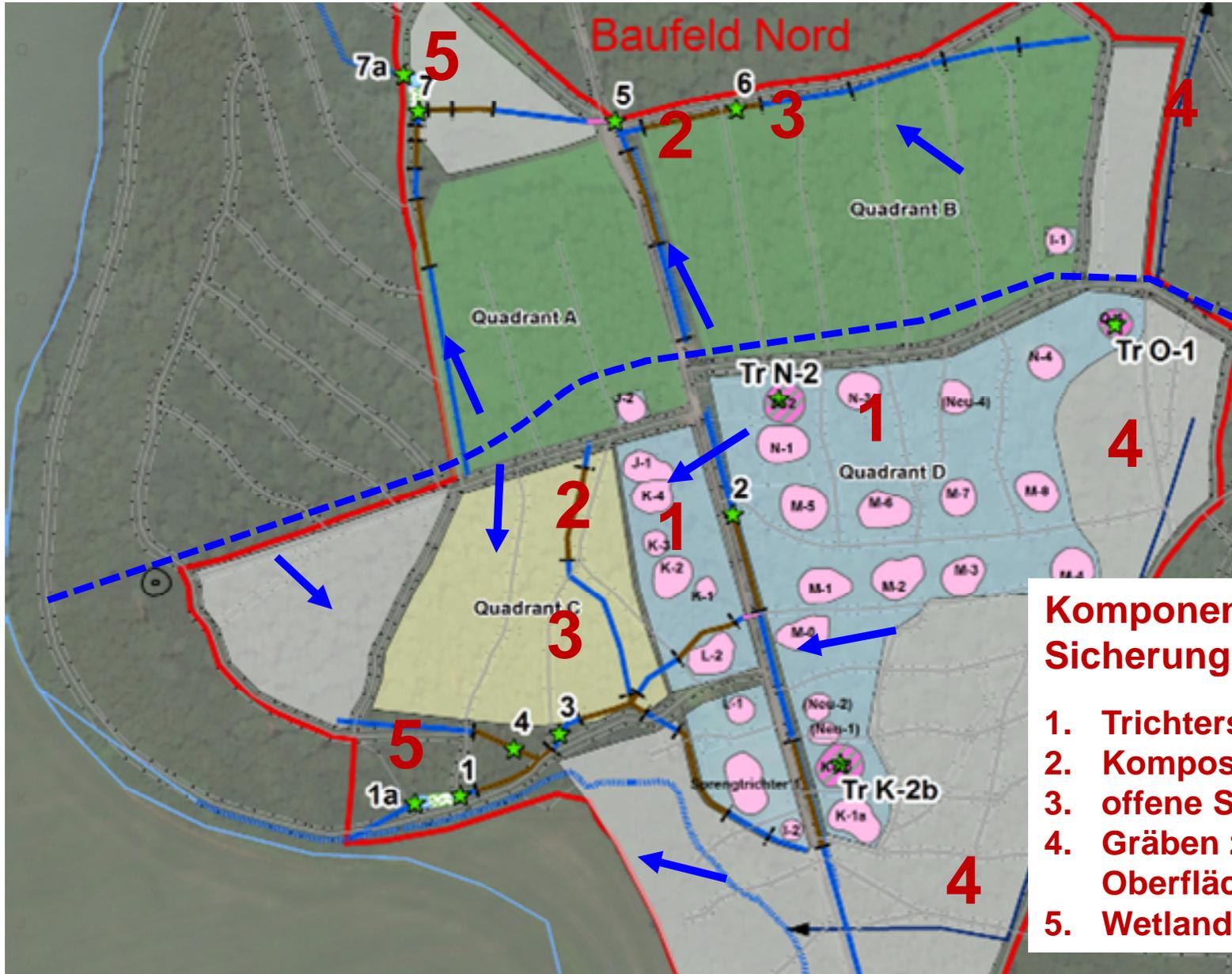
Flächenabtrag, Beräumung und gleichzeitiger Wiedereinbau



Sicherungskonzept → Beräumung der Trichter



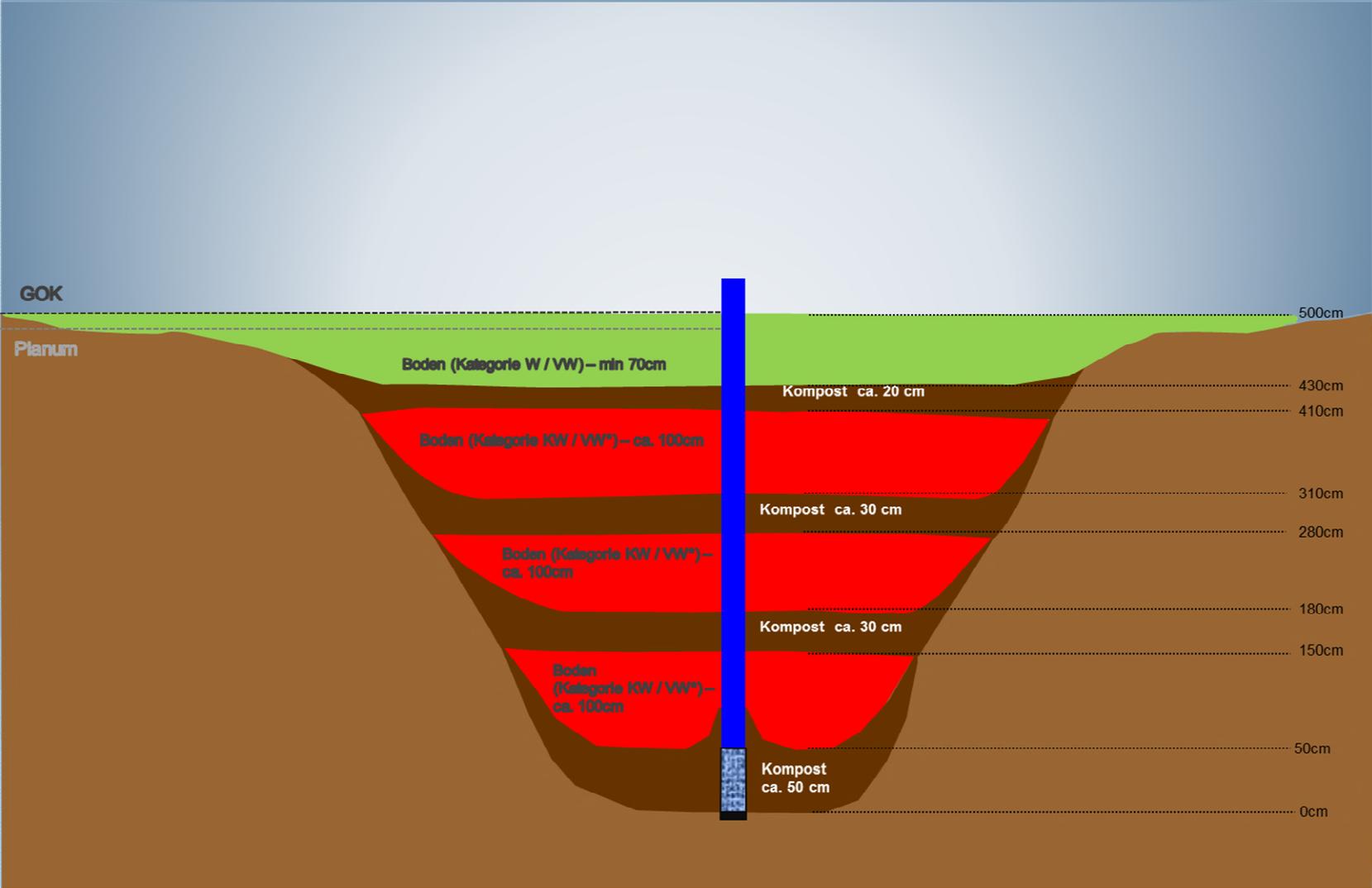
Räumliche Anordnung und Elemente des Sicherungskonzeptes



Komponenten des Sicherungskonzeptes:

1. Trichtersicherung
2. Kompostrigolen
3. offene Sammelgräben
4. Gräben zur Ableitung Oberflächenwasser
5. Wetlands/ Teiche

Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Trichter (Prinzipiskizze)



4 Beweissicherungstrichter:

O1: TNT/4A26DNT, 2A46DNT, 30-32 µg/l, 14/116/32fach GFS, RDX nn)

N2: TNT/4A26DNT, 2A46DNT, 42-47 µg/l, 0,25/189/45fach GFS), RDX- 1-1,6fachGFS (Originalsubstanz (Methanolextrakt: 1,1-1,5 mg/kg)

K2b:TNT/4A26DNT, 2A46DNT, 9,3 µg/l, 8/30/8fach GFS), RDX nn

(F1)

Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Trichter



Ausbildung der Trichtersohle du Herrichtung des Beweissicherungsrohres

Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Trichter



Schichtweise Befüllung der Trichter

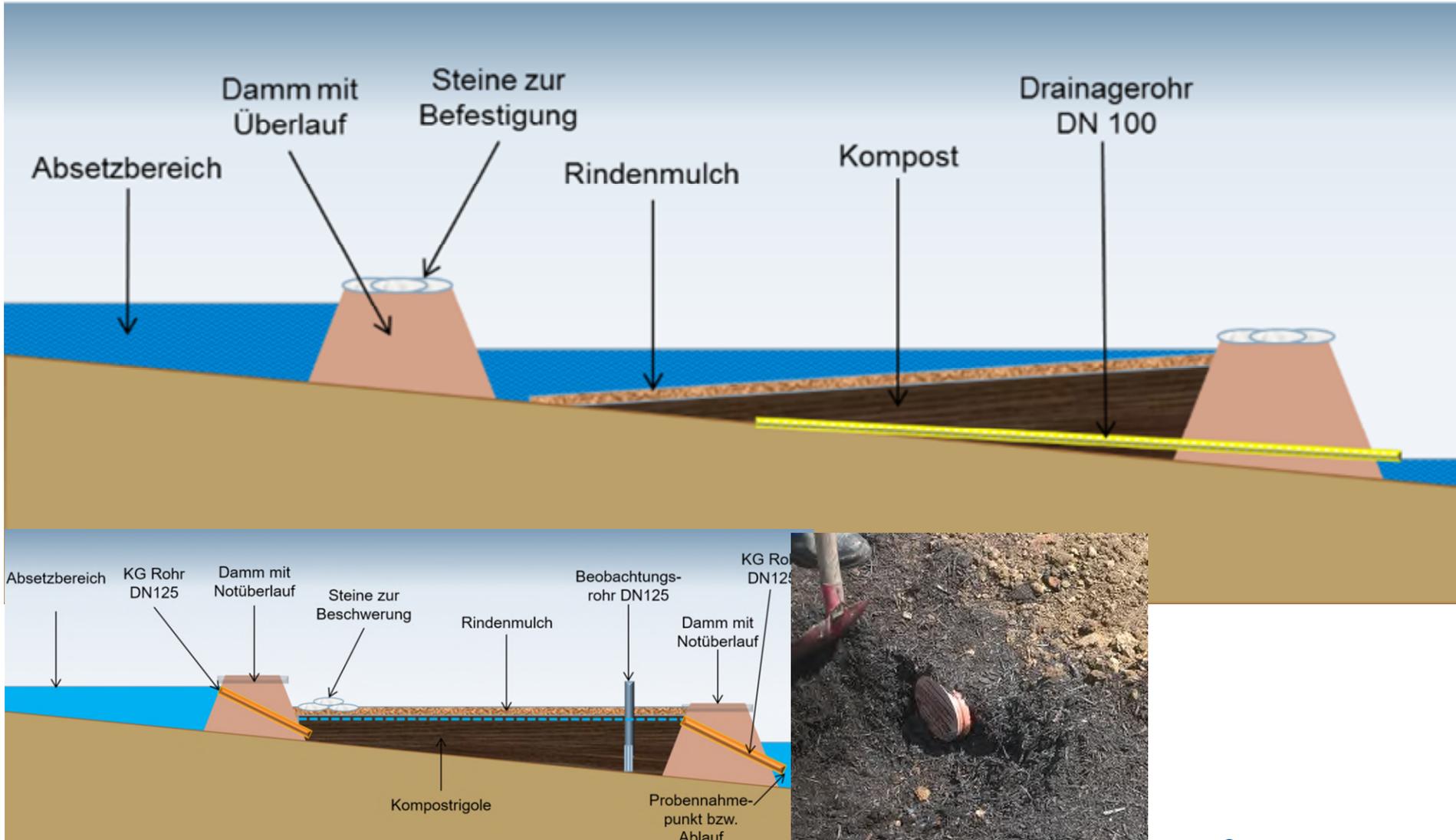
Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Trichter



Trichter (Endzustand)

Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten Oberflächenwassersicherung

→ offene Absetzgräben und Kompostrigolen (Prinzipskizze und projektbegleitende Optimierung)



Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: → offene Absetzgräben und Kompostrigolen (projektbegleitende Optimierung)



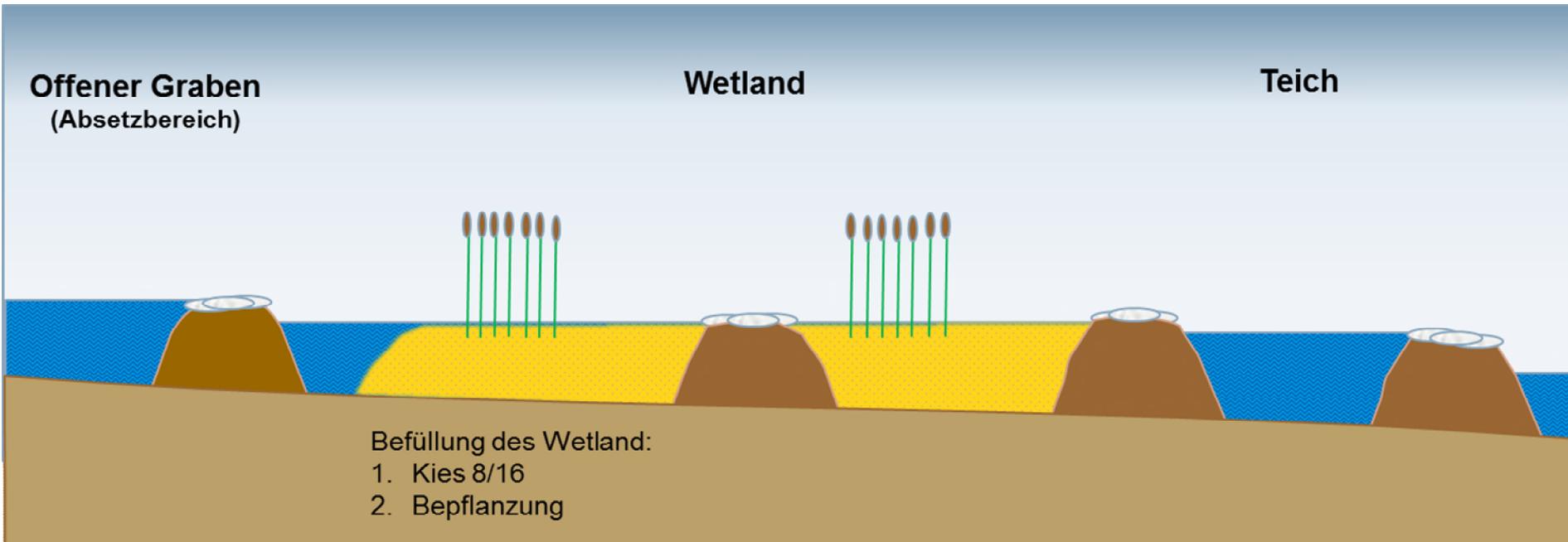
Kombination photolytischer und mikrobieller ETV- Abbau (offene Gräben) sowie Immobilisierung (Rigolen)

**Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten:
→ offene Absetzgräben und Kompostriegolen (projektbegleitende Optimierung)**



Kompost- Riegolen, Verbesserung der Durchlässigkeit durch Drainagen, Hackschitzelabdeckung

Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: → Wetland und „Schönungsteich“ (Prinzipskizze)



Sicherungskonzept → Sicherungskomponenten: Wetland und „Schönungsteich“



Retentionsteich,
Stufenausbau mit
ökologischer Funktion

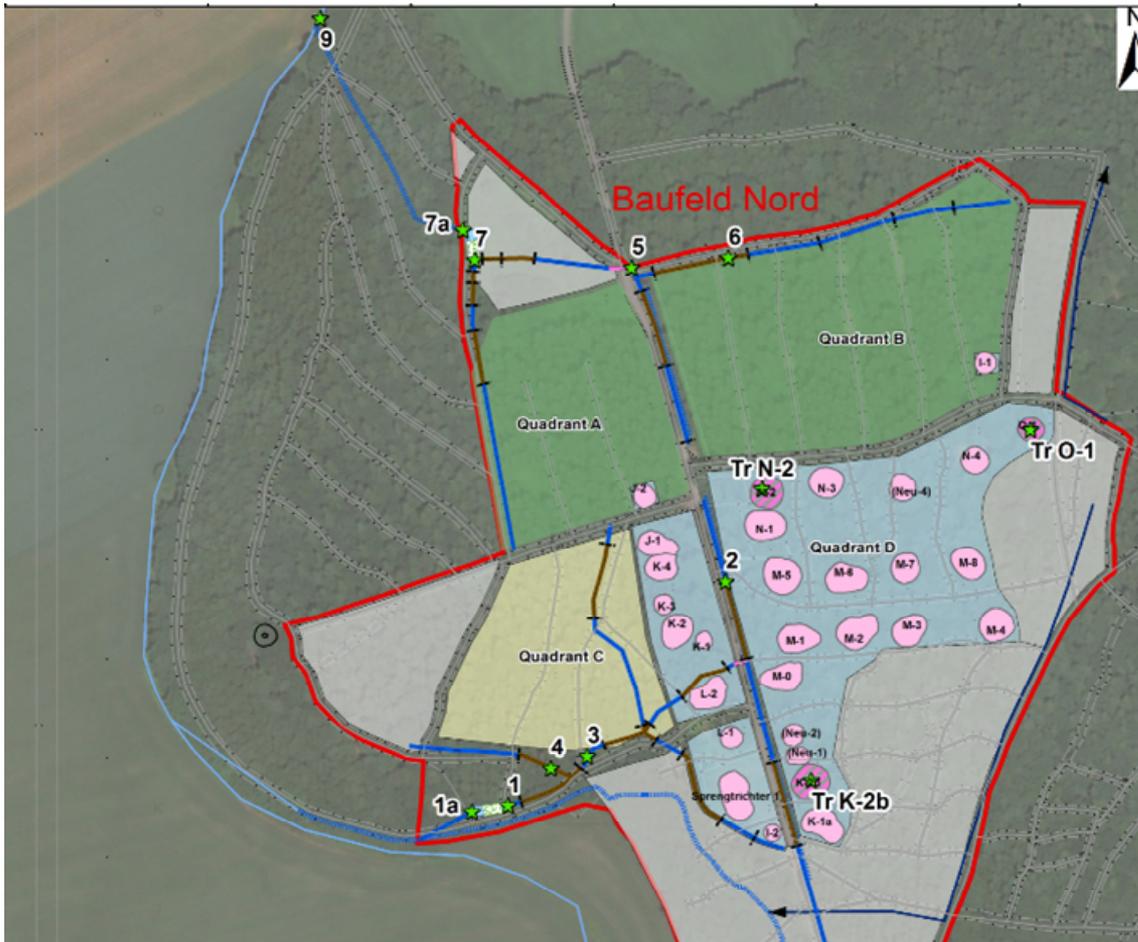


Wetland, Kiesfilter (im Bau)

Sicherungskonzept → Monitoring

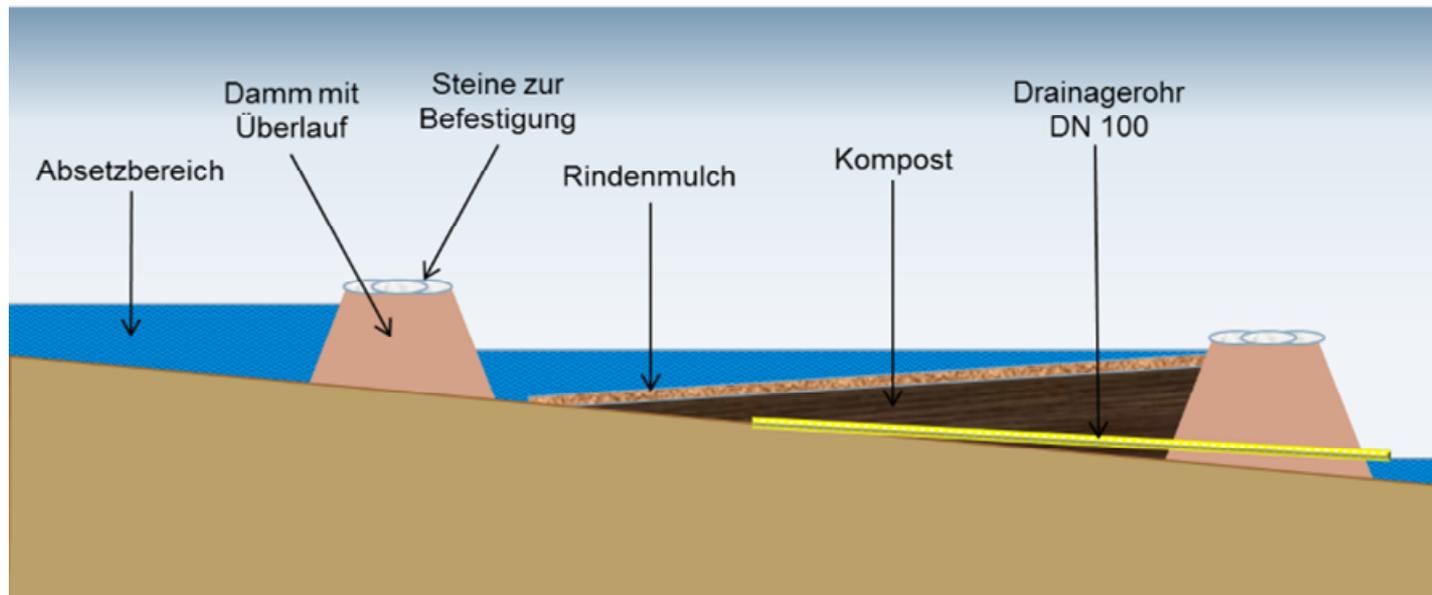
Zeit	Abstrom C und D	Abstrom A und B	Trichter
2018/1	PN- Punkte 1 (Wet1), 2, 3 und 4	PN- Punkt 5, 6, und 7 (Wet2)	Tr1 und Tr2
2018/2	PN- Punkte 1 (Wet1), 2, 3 und 4	PN- Punkt 5, 6, und 7 (Wet2)	Tr1 und Tr2
2019/1	PN- Punkte 1 (Wet1), 2, 3 und 4	PN- Punkt -5, 6, und 7 (Wet2)	Tr1 und Tr2
2019/2	PN- Punkt 1 (Wet1), 2, 3 und 4	PN- Punkt-5, 6, und 7 (Wet2)	Tr1 und Tr2
ab 2020	jährlich Wet1 (1a)	vermutlich Einstellung (ggf. 7a)	jährlich Tr1 und Tr2

Parameterumfang: Lf, O₂, pH, t°, TNT, 2ADNT, 4ADNT, 2,4DANT, 2,6DANT, TNB, 3,5-DNA, 2,4-DNP, 3,5-DNP, RDX, MNX, DNX, TNX, PETN sowie DOC (Erstanalyse: langfristig Anpassung: standorttypische STV + Nitropenta)



Sicherungskonzept → Instandhaltungsanforderungen

- bislang keine Erfahrungen in Deutschland mit der konkreten Umsetzung
- zunächst halbjährlicher, dann jährlicher Turnus bei der Instandhaltungskontrolle (Kombination mit Monitoring)
 - Beschaffenheit des Kompostes: Ausspülung, Zersetzung → ggf. Ersatz
 - Abdeckung durch Rindenmulch: Fehlstellen, Zersetzung
 - Verhinderung intensiver Bewuchs: Freihaltung der Rigolen von größerer Vegetation
 - Kontrolle der Zu- und Abflüsse: Verstopfung Drainagen, Überläufe
 - Kontrolle Sedimentation und Erosion der Dämme
 - Kontrolle des Wasserspiegels in Rigolen, Wetlands/ Kiesfiltern, Teich



Sicherungskonzept → Kostenschätzung (Stand: Juli 2018)

■ Mengenprognose (Baufeld Nord)

- 30 Trichter
- Gesamtkubatur (Trichter und Flächenberäumung/ Haufwerke): 23.100 m³
- Bodenaushub der Trichter: 8.300 m³
- Kompost: (rd. 2.000 t, davon 1.800 t für Trichter, 200 t für Rigolen)

Kostenprognose:

■ Vorbereitung, Erstellung Sanierungsplan:	25.000 €
■ Mehraufwand Wiedereinbau und Anlegen der Gräben und Rigolen:	100.000 €
■ Monitoring (2 Jahre):	10.000 €
■ Begleitung, Dokumentation, Sonstiges	20.000 €
	155.000 €

■ Räumstand Baufeld Nord + Süd (Stand: Nov. 2018)

- 35 Trichter
- Gesamtkubatur (Trichter und Flächenberäumung/ Haufwerke): 26.300 m³
- Bodenaushub der Trichter: 9.650 m³
- Kompost: 1.400 t

■ IST- Kosten: Mengenmehrung (Baufeld Süd und KMR- bedingte Mehrmengen)

- überwiegend zur Lasten KMR-Maßnahme
- Schätzung ca. 200.000 €

Fazit/ Ausblick

- Umsetzung der Maßnahme bzw. des Sanierungsplanes vor dem Abschluss (Ende 2018)
→ Immobilisierung ist gute, kostengünstige Möglichkeit der Sicherung von STV- belasteten Böden bei KMR- Maßnahmen

- Konzept ist für Standorte mit stauenden geologischen Verhältnissen gut geeignet, einschlägige Erfahrungen auf Standorten in Niedersachsen und Bayern

- Übertagbarkeit auf Standorte mit durchlässigen Sedimenten aufgrund der Ergebnisse der Schadstoffminderungsversuche unter folgenden Bedingungen ebenfalls erfolgversprechend:
 - übliches ETV- Spektrum (TNT, ADNT, Spuren an Hexogen)
 - Möglichkeit der kompletten Einkapselung der Böden mit einer Kompostschicht
 - engmaschiges Monitoring durch GWMS

- Probleme/ Lösungen:
 - Kompostverfügbarkeit, rechtzeitige Recherche und Reservierung
 - sehr unterschiedliche Durchlässigkeit des Kompostes, Drainagesysteme
 - 2018: keine Beprobungsmöglichkeiten aufgrund Trockenheit