LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“

vom 23.09.2021

Gelöscht: 02.12.2020

veröffentlicht am 01.03.2022

Gelöscht: 15.03.2021

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines ... 3
2 Anforderungen an die Komponente ... 4
2.1 Dicke ... 4
2.2 Pflanzenverfügbares Wasserspeichervermögen ... 5
2.3 Luftkapazität ... 5
2.4 Schadstoffgehalte und Anteil wasserlöslicher Bestandteile ... 5
2.5 Nährstoffe ... 5
2.6 Standsicherheit und Erosionsschutz ... 6
3 Hinweise zur Auswahl geeigneten Bodenmaterials ... 6
4 Hinweise zu Entwurf und Bemessung ... 9
4.1 Aufbau ... 9
4.2 Dicke ... 9
4.2.1 Art der Abdichtungskomponenten ... 10
4.2.2 Art der Entwässerungsschicht ... 10
4.2.3 Wasserspeichervermögen ... 10
4.2.4 Pflanzenwurzeln ... 11
4.3 Begrünungs- und Nutzungsziel ... 11
4.4 Witterungsbedingungen am Standort ... 12
4.5 Standsicherheit ... 12
5 Empfehlung zur Gewinnung, Herstellung und Lagerung des Bodenmaterials ... 13
6 Empfehlung zum Einbau des Bodenmaterials ... 14
7 Empfehlungen zum Schutz der Rekultivierungsschicht ... 15
8 Qualitätsmanagement ... 15
8.1 Allgemeines ... 15
8.2 Eignungsprüfung des Bodenmaterials ... 16
8.3 Eignungsprüfung im Großmaßstab/Probefeld ... 17
8.4 Qualitätsmanagement während des Einbaus ... 18
9 Freigabe / Abnahme ... 18
10 Technische Bezugsdokumente ... 18

Anhang 1: Anforderungen und Prüfungen für die Rekultivierungsschicht
Anhang 2: Energiepflanzenproduktion auf Deponien - besondere Anforderungen und Hinweise
Anhang 3: Ergänzende Hinweise und Anforderungen zum Bewuchs im Hinblick auf invasive Pflanzenarten

Gelöscht: 1817

Formatiert: Schriftart: Fett

Formatiert: Schriftart: Fett

1 Allgemeines

Nach Anhang 1, Nr. 2.1 der Deponieverordnung (DepV) dürfen für das Abdichtungssystem Materialen, Komponenten oder Systeme nur eingesetzt werden, wenn sie dem Stand der Technik nach Anhang 1 Nummer 2.1.1 DepV entsprechen und wenn dies der zuständigen Behörde nachgewiesen worden ist.

Für andere Materialen, Komponenten oder Systeme als für Geokunststoffe, Polymere und Dichtungskontrollsysteme kann der Nachweis dadurch erbracht werden, dass eine bundeseinheitliche Eignungsbeurteilung der Länder vorgelegt wird. Nach Anhang 1 Nr. 2.1.2 DepV definieren die Länder Prüfkriterien für diese bundeseinheitlichen Eignungsbeurteilungen sowie für den Einsatz von natürlichem, ggf. vergütetem Boden- und Gesteinsmaterial aus der Umgebung sowie von Abfällen und legen Anforderungen an den fachgerechten Einbau sowie an das Qualitätsmanagement in bundeseinheitlichen Qualitätsstandards fest.

Der vorliegende Bundeseinheitliche Qualitätsstandard ist die fachliche Grundlage, auf der die Eignung von Rekultivierungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen von der zuständigen Behörde zu beurteilen ist. Die Nummern 2, 8 und 9 dieses BQS beinhalten konkrete, einzuhaltende Anforderungen, während die Nummern 3 bis 7 dem Anwender Hinweise und Empfehlungen im Zusammenhang mit der Herstellung von Rekultivierungsschichten geben.
Weitere Anforderungen und ergänzende Hinweise zur Energiepflanzenproduktion auf Deponien sind im Anhang 2, sowie zum Bewuchs im Hinblick auf invasive Pflanzenarten im Anhang 3 aufgeführt.

Formatiert: Nicht Hervorheben

Eine Rekultivierungsschicht ist immer im Zusammenwirken mit dem Bewuchs zu sehen. Durch Auswahl eines geeigneten Bewuchses soll die Oberfläche frühzeitig vor Erosion geschützt und langfristig eine hohe Evapotranspiration erreicht werden. Der Bewuchs ist standortspezifisch festzulegen. Die GDA-Empfehlung E 2-32 enthält Hinweise zum Bewuchs, zu Bewuchstypen, zur Bepflanzung sowie zu Pflegemaßnahmen.

Sofern die Rekultivierungsschicht spezielle Aufgaben als Wasserhaushaltsschicht oder Methanoxidationsschicht erfüllen, wird auf die diesbezüglichen Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards

- • 7-2 „Wasserhaushaltsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ und
- • 7-3 „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“

verwiesen.

Unterhaltungswege auf der Deponieoberfläche sind auf das für die Unterhaltung erforderliche Maß zu begrenzen. Die Anforderungen des vorliegenden BQS sind nicht auf diese Flächen anzuwenden.

Voraussetzung für die Funktion der Rekultivierungsschicht ist die Stabilität der Rekultivierungsschicht (z. B. Standsicherheit, Erosionsstabilität).

Die Rekultivierungsschicht muss so gestaltet sein, dass sie die darunterliegende Entwässerungs- und/oder Abdichtungskomponente schützt und in ihrer Funktion unterstützt. Daher muss sie so beschaffen sein, dass

- schrumpfungsempfindliche Abdichtungskomponenten vor Wasserverlust aufgrund der Bildung schädlicher Wasserspannungen geschützt werden,
- Lösung und Ausfällung (z. B. Verockerung) vermieden werden,
- das Einwachsen von Pflanzenwurzeln in die Entwässerungs- und Abdichtungsschicht weitestgehend vermieden wird
- mechanische Einwirkungen wie z. B. Erosion verhindert bzw. minimiert werden
- Frost in der Entwässerungsschicht ausgeschlossen wird
- sie zum Erreichen einer hohen Evapotranspiration durch die Pflanzen Wasser im Wurzelraum pflanzenverfügbar speichert.

Darüber hinaus kann die Rekultivierungsschicht die Dränspende reduzieren und deren Spitzen dämpfen.

Die Rekultivierungsschicht dient als Pflanzenstandort für die Begrünung zur Gewährleistung der Einbindung des Deponiekörpers in die umgebende Landschaft und/oder zur Ermöglichung der Folgenutzung. Sie muss den Pflanzen mechanischen Halt bieten und sie ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgen.

Ferner können sich spezielle Anforderungen an Rekultivierungsschichten beim Einsatz bestimmter Abdichtungskomponenten bzw. Deponiebaustoffe ergeben. Diese sind in den jeweiligen Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards und Eignungsbeurteilungen enthalten.

2 Anforderungen an die Komponente

Rekultivierungsschichten haben folgende in Nr. 2.1 bis Nr. 2.6 genannte, generelle Anforderungen zu erfüllen.

2.1 Dicke

Nach Anhang 1 Nr. 2.3.1 DepV ist u. a. die Dicke der Rekultivierungsschicht nach den Schutzerfordernissen der darunter liegenden Systemkomponenten zu bemessen. Eine Mindestdicke von 1 m darf dabei nach DepV nicht unterschritten werden. Verschiedene Bundeseinheitliche Qualitätsstandards und Eignungsbeurteilungen mineralischer Abdichtungskomponenten beinhalten weitere Anforderungen an die Dicke der Rekultivierungsschicht (s. auch Nr. 4.2.1).

2.2 Pflanzenverfügbares Wasserspeichervermögen

Die Rekultivierungsschicht soll eine nutzbare Feldkapazität (nFK) von wenigstens 140 mm über die Gesamtdicke aufweisen. Weitere Hinweise zur nutzbaren Feldkapazität sind Nr. 4.2.3 zu entnehmen.

2.3 Luftkapazität

Die Rekultivierungsschicht muss so eingebaut werden, dass es zu keiner Bodenschadverdichtung kommt, eine gleichmäßige Durchwurzelung gefördert sowie der Bildung von Stauwasser und der Mobilisierung insbesondere von Eisen- und Mangan vorgebeugt wird. Die Luftkapazität ist unter Berücksichtigung der Empfehlungen zum Einbau des Bodenmaterials in Nr. 6 festzulegen.

2.4 Schadstoffgehalte und Anteil wasserlöslicher Bestandteile

Das eingesetzte Bodenmaterial muss die Anforderungen nach Anhang 3 DepV einhalten.

Werden Deponieersatzbaustoffe eingesetzt, müssen die Anforderungen des Teils 3 der DepV eingehalten werden.

Es ist sicherzustellen, dass nur solches Bodenmaterial eingesetzt wird, welches ermöglicht, dass das in der Entwässerungsschicht gefasste Wasser nach den wasserrechtlichen Vorschriften ohne weitere Behandlung eingeleitet werden kann.

Die Rekultivierungsschicht soll ein nur geringes Lösungs- und Austragspotenzial von Stoffen besitzen, um die Kontinuität des Porenraums in der Rekultivierungsschicht und die Durchlässigkeit der Entwässerungsschicht oder ggf. einer Kapillarsperre zu erhalten. Dies betrifft insbesondere die Ausfällung von Kalk, Eisen und Mangan.

2.5 Nährstoffe

Die Zufuhr von Nährstoffen durch das Auf- und Einbringen von Materialien in und auf die Rekultivierungsschicht ist standortspezifisch nach Menge und Verfügbarkeit dem Pflanzenbedarf und den besonderen deponietechnischen Zielsetzungen (z.B. Begrenzung der Nähr- und Schadstofffracht im Entwässerungsschichtabfluss, Vermeidung der Verockerung der Entwässerungsschicht und Vermeidung der Beeinträchtigung des Quellverhaltens tonhaltiger Abdichtungskomponenten) anzupassen.

Die Anforderungen der DIN 18918 und DIN 18919 an die Nährstoffversorgung, der DIN 18915 an Düngemittel und Bodenhilfsstoffe sowie des Anhangs 1 an den Humusgehalt sind zu beachten.

2.6 Standsicherheit und Erosionsschutz

Die Standsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems ist nachzuweisen. Insbesondere muss die Rekultivierungsschicht ausreichend standsicher gegen Abgleiten auf vorgegebener Gleitfläche sein.

Die Beständigkeit gegen Wind- und Wassererosion (innere, äußere und Kontakterosion) Suffosion (innere, äußere und Kontaktsuffosion) und Kolmation ist im Zusammenwirken mit dem Bewuchs sicher zu stellen.

Hinweise zu Standsicherheit und Erosionsschutz enthält Nr. 4.5.

3 Hinweise zur Auswahl geeigneten Bodenmaterials

In der Regel wird Bodenmaterial aus Gruben oder Bodenaushub, der im Rahmen von Baumaßnahmen angefallen ist, eingesetzt. Besteht das Ziel, eine der Umgebung entsprechende Vegetation zu entwickeln, empfiehlt es sich, Böden der Umgebung einzusetzen, sofern sie die Anforderungen dieses BQS erfüllen.

Die Rekultivierungsschicht soll vorrangig aus natürlichem Bodenmaterial aufgebaut werden. Steht geeignetes natürliches Bodenmaterial nicht ausreichend zur Verfügung, können auch andere geeignete Rekultivierungssubstrate eingesetzt werden, wenn die eingesetzten Materialien langzeitbeständig sind. Die Anforderungen in Nr. 2 sind zu beachten.

Zur besseren Orientierung bei der Auswahl geeigneter Böden bietet sich das Diagramm der Feinbodenarten mit Isolinien für die nutzbare Feldkapazität (nFK) und Luftkapazität (LK) bei einer Trockendichte von 1,5 g/cm³ an (Abbildung 1). Das Diagramm basiert auf Bodenuntersuchungen der geologischen Landesdienste der Bundesrepublik Deutschland (vgl. Dehner et al. 2015). Die Isolinien für 14 Vol.-% nFK bei einer Trockenrohdichte von 1,5 g/cm³ und für jeweils 8 Vol.-% LK bei einer Trockenrohdichte von 1,3 g/cm³ bzw. 1,5 g/cm³ sind besonders hervorgehoben. Die Grobbodenanteile (> 2 mm) werden bei der Berechnung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) nicht berücksichtigt und müssen demzufolge anteilig herausgerechnet werden.

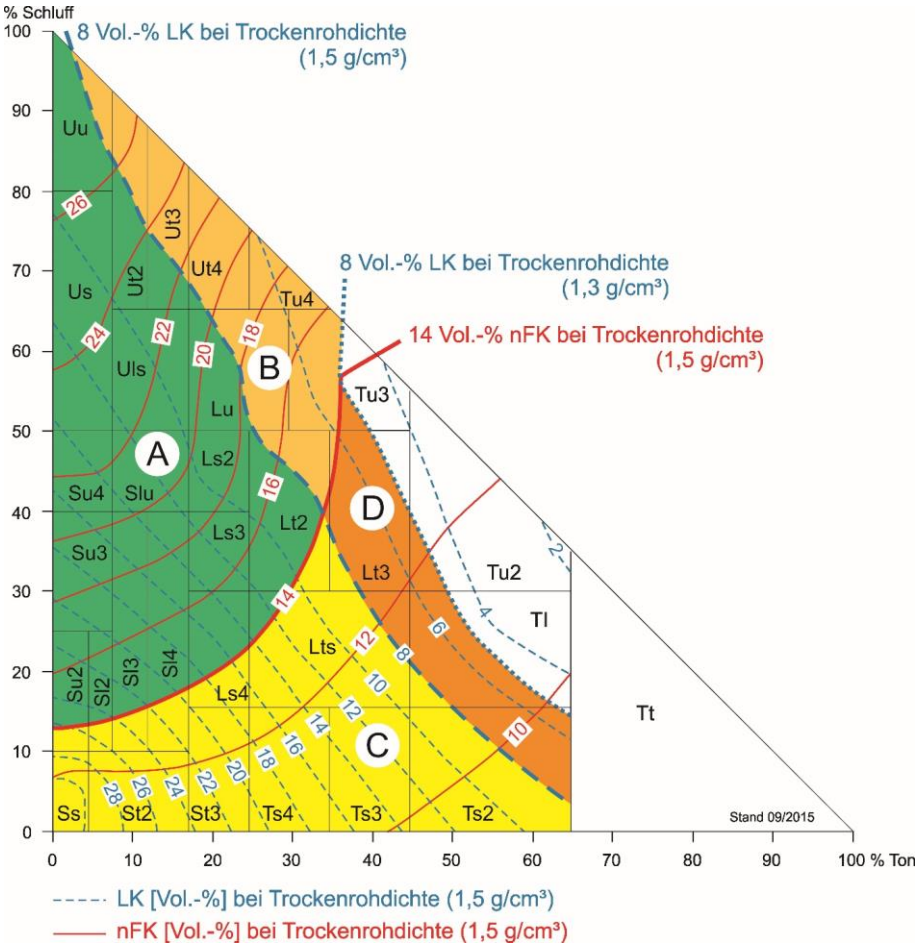

Abbildung 1: Orientierung für die Auswahl von Böden als Bodenmaterial auf der Basis bundesweiter Werte für die nutzbare Feldkapazität und die Luftkapazität (Dehner, U. & Maier-Harth, U. 2016)

Bei den dargestellten Bodenarten „A“ ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass sie sich im Ergebnis der Eignungsprüfung als geeignet erweisen. Bereits bei einer Mindestdicke der Rekultivierungsschicht von 1,0 m, „mittlerer“ Lagerungsdichte (1,5 g/cm³) und Beachtung der Nr. 5 (Empfehlung zur Gewinnung, Herstellung und Lagerung des Bodenmaterials) und 6 (Empfehlung zum Einbau des Bodenmaterials) kann bei Verwendung dieser Korngemische (sog. Bodenarten nach AG Boden, 2005 und DIN 19682-2) eine nutzbare Feldkapazität von 140 mm und eine Luftkapazität von 8 Vol.-% erreicht werden.

Um eine ausreichende Luftkapazität zu erreichen, müssen Böden der Bodenkategorie „B“ locker eingebaut werden. Sie kommen häufig in Lösslandschaften vor und müssen auch dort in der Landwirtschaft bodenschonend bearbeitet werden. Durch Verdichtung vorgeschädigte Böden können mit geeigneten Verfahren bei passender Konsistenz und Witterung aufbereitet werden, um den Anforderungen vor allem hinsichtlich der LK zu entsprechen.

Die Böden der Kategorie „C“ haben bei mittlerer Lagerungsdichte im allgemeinen gute LK-Werte, aber selbst bei optimalem Einbau reicht 1 m Einbaudicke nicht aus, um den erforderlichen nFK-Wert von 140 mm zu erreichen. Die Mächtigkeit muss folglich entsprechend erhöht werden. Ein begrenzender Faktor für die Erhöhung der Mächtigkeit ist die Tiefe des effektiven Wurzelraumes des Bewuchses zuzüglich der kapillaren Steighöhe, da das dort gespeicherte Bodenwasser von den Pflanzen wieder aufgenommen und verdunstet werden soll. Die Bodenarten St3, Ts4, Ts3 und Ts2 kommen in der Natur selten vor, werden jedoch mitunter als künstlich hergestellte Substrate angeboten.

Die Bodenarten im Bereich „D“ zwischen den Kategorien „B/C“ und der Isolinie „8 Vol.-% LK bei Trockenrohdichte 1,3 g/cm³“ erfordern sowohl eine Mächtigkeit > 1 m, als auch einen lockeren Einbau, um die Anforderungen an LK und nFK zu erfüllen. Je nach Konsistenz des Bodens ist dieses Ziel oftmals nur schwer zu erreichen.

Auf die Einhaltung der Anforderungen in Nr. 5 und 6 muss bei Verwendung der Bodenarten aus den Kategorien „B“, „C“ und „D“ in besonderem Maße geachtet werden.

Bei der Auswahl der Böden sind außer der Luft- und nutzbaren Feldkapazität weitere Bodeneigenschaften zu berücksichtigen. Böden mit problematischen Eigenschaften sind:

- erosionsanfällige Böden: Uu, Ut2, Ut3, Ut4, Us, Uls
- schrumpfrissanfällige Böden (Quell- und Schrumpfvorgänge im Boden können Pflanzenwurzeln empfindlich schädigen): Tonreiche Böden (Tongehalt ≥ 45 Gew.-%) wie z. B.: Tt, Tl, Tu2, Ts2
- verschlämmungs-/verkrustungsanfällige Böden: Uu, Ut2, Ut3, Ut4, Us, Uls
- besonders verdichtungsanfällige Böden: Uu, Ut2, Ut3, Ut4, Us, Uls, TU4, Lu
- tonreiche Böden mit Bildung verhärteter Aggregate: z.B.: Tt, Tl, Tu2
- Böden mit wenig pflanzenverfügbarem Wasser: Tt, Ss
- Böden, die schwer zu bearbeiten sind (insbesondere für Mischsubstrate): Tt

Die Wichtung der problematischen Bodeneigenschaften ist von den örtlichen Standortgegebenheiten (z.B. Böschungsneigung, Niederschlagsverhältnisse, Bepflanzung) abhängig. Mit technischen Maßnahmen und vorausschauender Planung (Bauzeitraum, Baustraßen, bodenschonender Einbau, Anspritzbegrünung mit Erosionsschutz usw.) kann deren Relevanz reduziert werden.

Durch Mischen und gegebenenfalls Aufbereiten können aus zunächst ungeeignetem Bodenmaterial geeignete Substrate der Kategorien „A“, „B“, „C“ oder „D“ hergestellt werden. Reine

Sande (Ss), die in der Regel für Rekultivierungsschichten nicht geeignet sind, können beispielsweise zum Mischen mit schluffreichen Böden verwendet werden. Die Bodenarten Tu2, Tl, Ts2 und Lt3 erreichen in der Regel die hier genannten Werte für nFK und LK kaum oder nicht und sind somit für Rekultivierungsschichten wenig bzw. nicht geeignet. Für Mischsubstrate können sie jedoch z.T. Verwendung finden. Ob sich im konkreten Anwendungsfall die vorgesehenen Böden für das Mischen eignen können, sollte von einem in der Bodenkunde Fachkundigen beurteilt werden. Reine Tone (Tt) sind wegen ihrer schwierigen Aufbereitung für den Einsatz in Rekultivierungsschichten generell nicht geeignet.

Ausführliche Hinweise zu den bodenhydrologischen Parametern nFK und LK sind in den grundsätzlichen Aussagen der GDA-Empfehlung 2-31 zu finden. Auch das Arbeitsblatt 13 des LANUV beinhaltet Hinweise zur Auswahl geeigneter Böden für Rekultivierungsschichten.

Von der Einhaltung der Anforderungen des Teils 3 der DepV kann in der Regel ausgegangen werden, wenn dieses Material aus Flächen stammt, bei denen keine schädlichen Bodenveränderungen vorliegen.

4 Hinweise zu Entwurf und Bemessung

4.1 Aufbau

Die Rekultivierungsschicht soll aus zwei Lagen bestehen, dem humushaltigen Oberboden mit einer Schichtdicke bis 30 cm und dem Unterboden mit einem geringen Anteil an organischer Substanz (s. Anhang 1).

4.2 Dicke

Gemäß Anhang 1 Nr. 2.3.1 Satz 1 Nr. 1 DepV ist die Rekultivierungsschicht nach den Schutzerfordernissen der darunterliegenden Systemkomponenten zu bemessen. Hierbei sind folgende Kriterien maßgebend:

- die Empfindlichkeit der Abdichtungskomponente gegenüber Wassergehaltsänderungen,
- die Empfindlichkeit der Entwässerungsschicht gegen Ausfällung und Pflanzenwurzeln,
- das Wasserspeichervermögen der Rekultivierungsschicht,
- die Wurzeltiefe der vorgesehenen und langfristig sich entwickelnden Vegetation,
- die geplante Nutzung und
- die Witterungsbedingungen am Standort.

Die in der DepV vorgegebene Mindestdicke von 1 m reicht in der Regel nicht aus, um die Entwässerungsschicht oder eine mineralische Abdichtungskomponente ohne eine aufliegende Konvektionssperre zu schützen und eine nachhaltige Rekultivierung zu gewährleisten.

4.2.1 Art der Abdichtungskomponenten

Kunststoffdichtungsbahnen als obere Abdichtungskomponente sind unempfindlich gegenüber Wassergehaltsänderungen, so dass die Rekultivierungsschicht keine diesbezügliche Schutzfunktion übernehmen muss.

Mineralische Abdichtungskomponenten als oberste Abdichtungskomponente sind empfindlich gegenüber Wassergehaltsänderungen. Sie sind daher ausreichend zu schützen. Hierzu enthalten die jeweiligen Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards und Eignungsbeurteilungen ergänzende Anforderungen an die Rekultivierungsschicht.

Weitere Hinweise zur Bemessung von Rekultivierungsschichten beinhaltet Nr. 3.1 des LANUV-Arbeitsblatts 13.

4.2.2 Art der Entwässerungsschicht

Mineralische und geotextile Entwässerungsschichten weisen je nach Aufbau und Bemessung unterschiedliche Reserven hinsichtlich einer Gefährdung ihrer Funktionstüchtigkeit durch eindringende Pflanzenwurzeln und Ausfällungen auf.

Die Zulassungsrichtlinie der BAM für geotextile Entwässerungsschichten verweist bezüglich deren hydraulischer Bemessung auf die GDA-Empfehlung E 2-20. Der Einfluss von Pflanzenwurzeln wird dort in Abhängigkeit der Dicke der Rekultivierungsschicht mit unterschiedlichen Abminderungsfaktoren berücksichtigt.

4.2.3 Wasserspeichervermögen

Das Wasserspeichervermögen wird durch die nutzbare Feldkapazität des Bodens bestimmt (s. Nr. 2.2). Die nutzbare Feldkapazität wird in der Bodenkunde in der Dimension Volumenprozent angegeben. Die Zahlenwerte in Vol.-% entsprechen den Zahlenwerten in der Einheit mm/dm und können dann in mm/m oder mm pro Schichtdicke umgerechnet werden. In der DepV und folglich auch hier wird die nutzbare Feldkapazität als Synonym für die Speicherfähigkeit von pflanzenverfügbarem Wasser über die gesamte Dicke der Rekultivierungsschicht verwendet. Besitzt ein Boden eine geringere nutzbare Feldkapazität als 140 mm/m, kann die Anforderung der DepV an die nutzbare Feldkapazität von 140 mm durch Erhöhung der Dicke der Rekultivierungsschicht erreicht werden. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass das im Boden speicherbare Wasser auch für die Pflanzen verfügbar ist (Wurzeltiefe und kapillare Steighöhe).

4.2.4 Pflanzenwurzeln

Pflanzenwurzeln können die hydraulische Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht reduzieren und eine nachteilige Wassergehaltsänderung mineralischer Abdichtungskomponenten verursachen. Außerdem muss die Rekultivierungsschicht so dick sein, dass den Pflanzen ein ausreichender Wurzelraum zur Verfügung steht.

Die Dicke der Rekultivierungsschicht ist auch unter Berücksichtigung der Wurzeltiefe der auf der Deponie zu erwartenden Vegetation zu bemessen. Anhaltswerte für die Spanne üblicher Wurzeltiefen ausgewählter Pflanzenarten der Grünlandvegetation beinhaltet Tabelle 1.

Tabelle 1: Wurzeltiefen ausgewählter Pflanzenarten der Grünlandvegetation in cm

Wiesen-Hornklee	30 – 120
Gemeine Kratzdistel	bis 200
Wiesenrispengras	70 - 200
Glatthafer	100 - 200
Löwenzahn	70 - 240
Ackerkratzdistel	40 – 300
Mehlige Königskerze	bis 320
Krauser Ampfer	70 – 320

Quelle: GDA E 2-31

Ist das Rekultivierungsziel Wald oder sofern ein Baumaufwuchs nicht dauerhaft verhindert werden kann, ist die Windwurfgefahr der in der Umgebung vorherrschenden und auf der Deponie zu erwartenden Waldtypen ein wichtiges Kriterium der Bemessung der Dicke der Rekultivierungsschicht.

4.3 Begrünungs- und Nutzungsziel

Einfluss auf den Entwurf einer Rekultivierungsschicht haben auch

- die Anforderungen an die Landschaftsgestaltung und
- die geplante Nutzung des Deponiestandortes (z. B. Freizeitnutzung, Energiepflanzenanbau)

Die Normen DIN 18915, DIN 18916 und DIN 18917 regeln praktische Sachverhalte im Zusammenhang mit Boden- und Pflanzenarbeiten, Rasen und Saatarbeiten, ingenieurbiologischen Sicherungsarbeiten und Sicherungen durch Ansaaten sowie die Entwicklungs- und Unterhaltspflege von Grünflächen.

4.4 Witterungsbedingungen am Standort

Auf den Entwurf der Rekultivierungsschicht können folgende Parameter einen Einfluss haben:

- Jahresverlauf der potenziellen Verdunstung, der klimatischen Wasserbilanz sowie die Niederschlagshöhe und -verteilung (Betrachtung von Durchschnitts- und Extremjahren) in Bezug auf die ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Wasser
- die Starkregenhäufigkeit und -intensität bezüglich der Böschungsstabilität und
- die maximale Frosteindringtiefe.

Die Rekultivierungsschicht ist so auszuführen, dass eine ggf. darunter folgende frostempfindliche Abdichtungskomponente vor Frosteinwirkungen geschützt wird. Die maximale Frosteindringtiefe kann mit den für den Straßenbau gebräuchlichen Verfahren für Einschichtsysteme abgeschätzt werden (FGSV 2013). Die besondere Exposition von Deponien (Hänge, freie Kuppen) und die damit verbundene mögliche größere Auskühlung sind bei der Festlegung der Mindestdicke zu berücksichtigen. In Hinblick auf die erforderliche Langzeitwirksamkeit des Abdichtungssystems kann die anfängliche Wärmeentwicklung im Deponiekörper nicht als frostmindernd angesetzt werden.

Im Zusammenhang mit dem Entwurf von Oberflächenabdichtungssystemen wird auch auf die GDA-Empfehlung 2-1 und 2-4 verwiesen.

4.5 Standsicherheit

Die Rekultivierungsschicht muss in allen Bauzuständen und im Endzustand mechanisch stabil sein. Hierzu darf ihre Stand- und Gleitsicherheit nicht durch Abgleiten z. B. auf einem Trenn- und Filtervlies zur Entwässerungsschicht gefährdet sein, darf sie nicht so weit aufweichen oder Strömungskräften ausgesetzt sein, dass sie ihre Stabilität verliert (Kriechen, Verflüssigung), muss sie frühzeitig vor Abtrag durch Wind- oder Wassererosion geschützt werden oder gegen diese beständig sein.

Die Standsicherheit ist für das gesamte Oberflächenabdichtungssystem nachzuweisen. Damit Strömungsdruck infolge von Stauwasser die Stabilität nicht gefährdet, muss entweder der Nachweis geführt werden, dass das System auch mit einem Aufstau von Wasser bei der gegebenen Böschungsneigung noch standsicher ist oder die Bildung von Stauwasser ist durch eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Rekultivierungs- und Entwässerungsschicht zu verhindern.

Beim Nachweis der Standsicherheit sind folgende Hinweise zu beachten:
Die Scherparameter werden im Laborversuch aus versuchstechnischen Gründen bei höherer Auflast bestimmt als sie in Rekultivierungsschichten mit rund 1 m Mächtigkeit gegeben sind

und charakterisieren somit nicht unbedingt den Einbauzustand der Rekultivierungsschicht. Sofern das Bodenmaterial locker eingebaut wird, wird dieser zunächst sacken und sich die Bodenaggregate (Gefügekörper des stückigen Bodens) oder Einzelkörner (im nicht aggregierten Boden) annähern und miteinander verkeilen, bevor Scherversagen eintreten kann.

Die Verbundscherparameter zu Trenn- und Filtervliesen sind in der Regel niedriger als die innere Scherfestigkeit des Rekultivierungsbodens (unabhängig von dessen Einbautechnik). Strömendes Wasser ist die Hauptursache für Kriechbewegungen und Massenversatz in oberflächennahen und oberflächenparallel geschichteten Bodenschichten.

Oberflächenerosion durch fließendes Wasser ist ein weiterer Prozess, der die Böschungsstabilität gefährdet. Ungeschützte Rekultivierungsböden sind besonders in der Initialphase des Bewuchses erosionsanfällig. Eine hohe Infiltrationskapazität des Bodens durch kontinuierliche Grobporen sowie eine den Oberflächenabfluss hemmende Oberflächenrauigkeit des Bodens beugt der Erosion vor. Dem frühzeitigen Erosionsschutz durch abschnittsweise Ansaat und Begrünung kommt dabei eine große Bedeutung zu, denn mit dem schnellen Aufgehen der Saat und einer schnellen intensiven Durchwurzelung können Erosionsschäden vermieden werden. Ein Oberflächenabfluss durch zuströmendes Wasser, z. B. aus einem nicht hinreichend funktionierenden Entwässerungssystem, muss vermieden werden.

Besondere Erosionsschutzmaßnahmen können erforderlich werden (s. Nr. 7). Ob besondere Erosionsschutzmaßnahmen durchgeführt werden, obliegt der Risikobewertung des Deponieinhabers: Der Deponieinhaber als Auftraggeber hat das Risiko des Eintritts von Erosionsschäden bei Verzicht auf Erosionsschutzmaßnahmen gegen das Risiko der Kostensteigerung bei der Durchführung von Erosionsschutzmaßnahmen gegeneinander abzuwägen.

Im Übrigen sind bei dem Nachweis der Stand- und Gleitsicherheit für die Rekultivierungsschicht die GDA Empfehlungen E 2-7, E 2-20 und E 2-31 zu berücksichtigen.

5 Empfehlung zur Gewinnung, Herstellung und Lagerung des Bodenmaterials

Bereits die Gewinnung, der Transport und die Lagerung des Bodenmaterials können die Eigenschaften der Rekultivierungsschicht maßgeblich beeinflussen.

Ober- und Unterboden sind getrennt abzubauen und zu lagern.

Das Bodenmaterial ist so abzubauen und zwischenzulagern, dass eine Vorverdichtung des Bodenmaterials möglichst vermieden wird.

Die in DIN 18915 und DIN 19731 genannten Anforderungen an die Zwischenlagerung sind zu berücksichtigen, wobei die zulässige Schütthöhe von Bodenmieten materialabhängig festgelegt wird und 4 m für Unterboden und 2 m für Oberboden nicht überschreiten soll. Eine Folienabdeckung der Mieten kann empfehlenswert sein, um im Frühjahr frühzeitig mit den Arbeiten beginnen zu können. Bei langer Lagerungsdauer empfiehlt sich eine Zwischenbegrünung der Mieten.

Die Materialien sollten trocken bis feucht (halbfest bis steif) und keinesfalls sehr feucht bis nass (weich bis breiig) bearbeitet werden. Je höher der Schluffgehalt ist, desto empfindlicher ist in der Regel der Boden. Das Ausbreiten zur Trocknung bzw. die Bearbeitung mit Fräse, Grubber oder Spatenmaschine etc. in möglichst windexponierter Lage kann erfolgreich zur Lockerung eines „winterfeuchten“ Bodens beitragen, aber bei weicher und steifer Konsistenz auch schädlich für die mechanischen Eigenschaften und die Bodenstruktur sein.

6 Empfehlung zum Einbau des Bodenmaterials

Die DIN 18915 und DIN 19731 enthalten Anforderungen an den Einbau von Bodenmaterial in die Rekultivierungsschicht.

Die Eignung von Einbaugeräten und Einbautechnologie ist abhängig von den Eigenschaften des einzubauenden Bodenmaterials. Die Einbaugeräte und die Einbautechnologie sind anhand der Ergebnisse des Probefeldes (s. Nr. 8.3) im Einzelfall festzulegen.

Bindige Böden besitzen auf Grund ihrer plastischen Eigenschaften in Abhängigkeit vom Wassergehalt unterschiedliche Konsistenzen (Zustandsformen). Die jeweilige Konsistenz eines Bodens ist entscheidend für seine Bearbeitbarkeit. Werden Böden bei zu hohem Wassergehalt bearbeitet, besteht die Gefahr von schweren, nur langfristig und mit großem Aufwand zu beseitigenden Schädigungen des Bodengefüges. Die Gefügeschädigung, insbesondere die Veränderung der Porenraumgliederung, beeinträchtigt den Wasser- und Lufthaushalt sowie die biologische Aktivität und behindert die Durchwurzelung des Bodens (s. LANUV Arbeitsblatt 13).

Böden sollten mit halbfester Konsistenz ($I_c > 1{,}0$) eingebaut werden. Dies gilt für vor allem für verdichtungsempfindliches Bodenmaterial (Kap. 3). Insbesondere bei Böden mit steifer Konsistenz ($1{,}0 > I_c > 0{,}75$) muss der Geräteeinsatz auf die höhere Verdichtungsempfindlichkeit abgestimmt werden. Böden mit Konsistenzzahlen < 0,75 sind für den Einbau ungeeignet und benötigen eine Vortrocknung.

Oberboden und Unterboden sollen jeweils in einer Lage eingebaut werden. Die gesamte Rekultivierungsschicht kann in einer Lage eingebaut und davon maximal die oberen 30 cm z. B. durch Einarbeiten von Qualitätskompost vergütet werden. Die durch Einarbeiten von Qualitätskompost entstehende Schicht gilt als Oberboden im Sinne des Anhangs 1.

Eingebautes Bodenmaterial darf nicht mit Gerät mit Flächenpressungen befahren werden, die zu Bodenschadverdichtung führen können. Bodenschadverdichtungen liegen vor, wenn eine Luftkapazität von 5 Vol.-% unterschritten wird. Um eine Bodenschadverdichtung sicher auszuschließen, ist unter Beachtung der Ergebnisse der Eignungsprüfung und des Probefeldes bodenspezifisch ein Zielwert festzulegen, der die Verdichtungsempfindlichkeit von Eigenkonsolidierung und Auflast des Bodens berücksichtigt. Für verdichtungsempfindliche Böden wird ein Zielwert der Luftkapazität unmittelbar nach Einbau der Rekultivierungsschicht von 8 Vol.-% empfohlen.

Bei locker eingebautem Bodenmaterial ist die Sackung vor Erreichen der Endmächtigkeit zu berücksichtigen und durch überhöhten Einbau mit Sackungsreserve auszugleichen.

7 Empfehlungen zum Schutz der Rekultivierungsschicht

Zur Vermeidung von Erosion ist der Bewuchs auf der Rekultivierungsschicht schnell aufzubringen. Als zusätzliche erosionsmindernde Maßnahme kann die unbedeckte Bodenoberfläche mit Höhenlinien parallel verlaufenden Konturen zur Behinderung des Oberflächenabflusses und zur Erhöhung der Infiltrationskapazität aufgeraut werden.

In besonders gefährdeten Lagen (steile Böschungen entlang von Bermenwegen, sensible Bereiche der Oberflächenentwässerung o. ä.) oder oberhalb von Bereichen mit besonderem Schadensrisiko (z. B. öffentliche Wege, Bahntrassen o. ä.) sollten Maßnahmen zur Beschleunigung des Erstbewuchses (z.B. Einstreuen von Stroh im Anspritzverfahren) oder sonstige Schutzmaßnahmen (z.B. Erosionsschutzmatten) ergriffen werden.

Die fertige Rekultivierungsschicht ist so zu bewirtschaften und zu pflegen, dass ihre Funktionstüchtigkeit erhalten bleibt. Sie sollte möglichst nicht befahren werden. Pflegearbeiten sollten mit Geräten mit geringer Flächenpressung oder von Unterhaltungswegen aus vorgenommen werden.

Die Bodenoberfläche und die Entwicklung des Bewuchses sollten regelmäßig durch Begehungen kontrolliert werden.

8 Qualitätsmanagement

8.1 Allgemeines

Das Qualitätsmanagement umfasst die Tätigkeiten der Qualitätsplanung, -lenkung, -überwachung und -verbesserung.

Es ist ein Qualitätsmanagementplan aufzustellen, der unter Berücksichtigung dieses BQS Folgendes beinhaltet:

- die Gewinnung von Bodenmaterialien,
- die Herstellung von Bodenmaterialien durch Mischen und Aufbereiten,
- den Transport von Bodenmaterialien,
- die Einbauvoraussetzungen,
- die Empfindlichkeit gegenüber Einbaubeanspruchungen,
- das Einbauverfahren (Geräte und Einbautechnologie),
- die Prüfung der Parameter des Anhangs 1,
- die Reparierbarkeit (Nachbesserungsmöglichkeiten) und
- die erforderlichen Schutzmaßnahmen für die fertige Rekultivierungsschicht.

Mit der Qualitätsüberwachung als Teil des Qualitätsmanagements darf nur beauftragt werden, wer über die erforderliche technische Ausstattung und die erforderliche Sach- bzw. Fachkunde für die bodenmechanischen und bodenkundlichen Untersuchungen verfügt. Fremdprüfer müssen auf der Grundlage des BQS 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ akkreditiert sein.

8.2 Eignungsprüfung des Bodenmaterials

Die Eignung des Bodenmaterials ist in dem in Anhang 1 Tabellen 1 und 2 genannten Umfang zu prüfen und nachzuweisen. Die dort genannte Untersuchungshäufigkeit gilt für jede Anfall- oder Abbaustelle. Bei erheblichen Schwankungen der Materialqualität in der Anfall- oder Abbaustelle ist die Häufigkeit zu erhöhen. Hinweise zur Untersuchung von Bodenmaterialien enthalten auch die DIN 18915, die DIN 19731 und die GDA-Empfehlung 3-1.

Die bodenkundlichen Parameter nach Anhang 1 Tabelle 1 Nr. 1 bis 11 und 13 sind für jedes Bodenmaterial (gleiche Herkunft, einheitliche Materialeigenschaften) in der dort genannten Häufigkeit zu bestimmen. Herkunft kann auch eine mit der zuständigen Behörde abgestimmte Aufbereitung sein, in der Bodenmaterialien unterschiedlicher Anfall- oder Abbaustelle aufbereitet werden.

Handelt es sich bei Bodenmaterial um einen Deponieersatzbaustoff, sind die Anforderungen der §§ 14 bis 17 DepV zu beachten.

Die nutzbare Feldkapazität ist für den Gesamtboden (Feinboden < 2 mm und Grobboden) anzugeben.

Die nutzbare Feldkapazität und die Luftkapazität sind in der Eignungsprüfung in Abhängigkeit vom Verdichtungsgrad im Laborversuch und aus der Korngrößenanalyse in Verbindung mit der Trockenrohdichte zu bestimmen und gemeinsam zu bewerten.

Im Eignungsnachweis sind die Erosions- und Verdichtungsempfindlichkeit zu bewerten.

Unter Beachtung der Empfehlungen in Nr. 6 zur Konsistenz bindiger Böden beim Einbau ist ein materialcharakteristischer Wassergehaltsbereich aus der Bestimmung der Zustandsgrenzen nach Anhang 1 Tabelle 1 Nr. 2 abzuleiten. Dieser Wassergehaltsbereich ist als Vorgabewert zum qualitäts- und anforderungsgerechten Einbau anzugeben. Der nach Anhang 1 Tabelle 1 Nr. 3 bestimmte Wassergehalt ist hinsichtlich der Einhaltung des angegebenen Wassergehaltsbereichs zu bewerten.

Für mineralische Dichtungen mit hochquellfähigen Tonmineralien als obere Abdichtungskomponente beinhalten BQS bzw. deren Eignungsbeurteilung Grenzwerte der zulässigen Salzbelastung aus der Rekultivierungs- und Entwässerungsschicht. In diesem Fall ist die Salzbelastung aus der Rekultivierungsschicht durch einen Säulenversuch gemäß DIN 19528 zu bestimmen. Es ist nachzuweisen, dass die im BQS bzw. in der Eignungsbeurteilung genannten Grenzwerte eingehalten werden.

Das Bodenmaterial für Ober- und Unterboden ist, soweit möglich, bei der Gewinnung, Herstellung und Lagerung im Hinblick auf das Vorhandensein invasiver Pflanzenarten zu prüfen.

8.3 Eignungsprüfung im Großmaßstab/Probefeld

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Eigen- und Fremdprüfung am Probefeld ist nachzuweisen, dass mit den vorgesehenen Geräten und der Einbautechnologie die Anforderungen des Anhangs 1 Tabelle 1 mit ausreichender Sicherheit erfüllt werden können. Das Probefeld muss so groß sein, dass der Einbau im Probefeld den Bedingungen des späteren Einbaus der Rekultivierungsschicht entspricht. Die Rekultivierungsschicht ist in ihrer gesamten geplanten Dicke im Probefeld einzubauen.

Es ist pro Bodenmaterial (gleiche Herkunft, einheitliche Materialeigenschaften) ein Probefeld herzustellen. Hierauf kann verzichtet werden, wenn die Eignung für ein Bodenmaterial anderer Herkunft mit nachweislich vergleichbaren Eigenschaften in einem Probefeld nachgewiesen wurde.

Anhand der Ergebnisse des Probefeldes ist der Qualitätsmanagementplan (s. Nr. 8.1) fortzuschreiben.

Soll Bodenmaterial durch Mischen hergestellt werden, ist in einem großmaßstäblichen Versuch nachzuweisen, dass durch das gewählte Verfahren eine homogene Bodenmatrix erzeugt wird.

8.4 Qualitätsmanagement während des Einbaus

Die Einhaltung der Anforderungen nach Nr. 2 an die Rekultivierungsschicht ist durch Eigen- und Fremdprüfungen nach Anhang 1 Tabelle 3 für jede Einbaulage nachzuweisen. Bei den Kontrollprüfungen sind Ober- und Unterboden gesondert zu prüfen.

Bei der Durchführung der Kontrollprüfungen ist insbesondere auf eine repräsentative Lage der Schürfe bzw. Probenahmestellen zu achten. Die Dokumentation der Prüfungen muss neben den Versuchsergebnissen alle in den Prüfvorschriften geforderten Angaben zur Versuchsdurchführung sowie zur Probennahme enthalten.

Der Umfang der Prüfungen zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an Deponieersatzbaustoffe ist gemäß § 17 DepV festzulegen.

9 Freigabe / Abnahme

Die Freigabe zum Weiterbau einzelner Einbaulagen kann die Fremdprüfung ggf. in Abstimmung mit der behördlichen Überwachung erteilen. Zur Freigabe einer jeden Einbaulage der Rekultivierungsschicht müssen Untersuchungsergebnisse zur Einhaltung der Anforderungen vorliegen.

Die Abnahme des Oberflächenabdichtungssystems erfolgt durch die behördliche Überwachung auf der Grundlage der Ergebnisse der Eigen- und Fremdprüfung.

10 Technische Bezugsdokumente

REGELUNGEN DES BUNDES UND DER LÄNDER

Bund

Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533)

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden

Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5), Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten, 5. Aufl., Hannover, 2005

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-2 „Wasserhaushaltsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 02.12.2020

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-3 „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 02.12.2020

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ vom 02.12.2020

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe - BGR
Erodierbarkeit der Ackerböden durch Wasser (K-Faktor) unter: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Bodenerosion/Wasser/K_Faktor_inhalt.html (abgerufen am 02.12.2020)

BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen; 10. Auflage, Mai 2019

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
Karte der Frosteinwirkungszonen unter: https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Strassenbau/Fachthemen/S2-Frostzonenkarte.html (abgerufen am 02.12.2020)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen - LANUV
Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme - Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), LANUV-Arbeitsblatt 13, dritte aktualisierte Neuauflage, Recklinghausen, 2015

Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Unionsliste - Art. 16. Früherkennung (https://neobiota.bfn.de/unionsliste/art-16-frueherkennung.html)
Unionsliste - Art. 19: Management (https://neobiota.bfn.de/unionsliste/art-19-management.html)

Formatiert: Einzug: Links: 1,25 cm

Gelöscht: ¶

NORMEN

DIN EN ISO 10693:2014-06
Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Carbonatgehaltes - Volumetrisches Verfahren (ISO 10693:1995); Deutsche Fassung EN ISO 10693:2014

DIN EN ISO 11274: 2020-04
Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens - Laborverfahren (ISO 11274:2019); Deutsche Fassung EN ISO 11274:2019

DIN ISO 11277:2002-08
Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden - Verfahren mittels Siebung und Sedimentation (ISO 11277:1998 + ISO 11277:1998 Corrigendum 1:2002)

DIN EN ISO 17892-1:2015-03
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014

DIN EN ISO 17892-2:2015-03
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-2:2014

DIN EN ISO 17892-4:2017-04
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016

DIN EN ISO 17892-11:2019-05
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 11: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit (ISO 17892-11:2019); Deutsche Fassung EN ISO 17892-11:2019

DIN EN ISO 17892-12:2020-07
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (ISO 17892-12:2018); Deutsche Fassung EN ISO 17892-12:2018

DIN EN 13041:2012-01
Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der physikalischen Eigenschaften - Rohdichte (trocken), Luftkapazität, Wasserkapazität, Schrumpfungswert und Gesamtporenvolumen; Deutsche Fassung EN 13041:2011

DIN EN 15936:2012-11
Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall - Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) mittels trockener Verbrennung; Deutsche Fassung EN 15936:2012

DIN 1055-2:2010-11
Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen

Gelöscht: ¶

Gelöscht: ¶

DIN 4220:2020-11
Bodenkundliche Standortbeurteilung - Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)

DIN 18121-2:2020-11
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren

DIN 18122-2: 2020-11
Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze

DIN 18127:2012-09
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Proctorversuch

DIN 18129:2011-07
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Kalkgehaltsbestimmung

DIN 18130-2:2015-08
Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 2: Feldversuche

DIN 18196:2011-05
Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN 18915:2018-06
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten

DIN 18916:2016-06
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten

DIN 18917:2018-07
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten

DIN 18918:2002-08
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen

DIN 18919: 2016-12
Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation (Entwicklungs- und Unterhaltungspflege)

Gelöscht: ¶

Gelöscht: Seitenumbruch
¶
¶

DIN 19528:2009-01
Elution von Feststoffen - Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen

DIN 19682-2:2014-07
Bodenbeschaffenheit – Felduntersuchungen - Teil 2: Bestimmung der Bodenart

DIN 19682-7:2015-08
Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen - Teil 7: Bestimmung der Infiltrationsrate mit dem Doppelring-Infiltrometer

DIN 19682-13:2009-01
Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen - Teil 13: Bestimmung der Carbonate, der Sulfide, des pH-Wertes und der Eisen(II)-Ionen

DIN 19684-6:1997-12
Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Chemische Laboruntersuchungen - Teil 6: Bestimmung des Gehaltes an oxalatlöslichem Eisen

DIN 19684-7:2009-01
Bodenbeschaffenheit - Chemische Laboruntersuchungen - Teil 7: Bestimmung des Gehalts an leichtlöslichem zweiwertigem Eisen

DIN 19731:1998-05
Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial

Gelöscht: Seitenumbruch
¶

Formatiert: Links, Zeilenabstand: einfach

GDA- EMPFEHLUNGEN

GDA E 2-01
„Geotechnische Planungen für Deponien“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: Juli 2010; www.gdaonline.de

GDA E 2-04
„Oberflächenabdichtungssysteme“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: Juli 2010; www.gdaonline.de

GDA E 2-07
„Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: August 2015; www.gdaonline.de

GDA 2-20

„Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: Mai 2015; www.gdaonline.de

GDA 2-31

„Rekultivierungsschichten“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: Juli 2010; www.gdaonline.de

GDA 2-32

„Gestaltung des Bewuchses auf Deponien“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: Januar 2010; www.gdaonline.de

GDA 3-1

„Eignungsprüfung mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: April 2010; www.gdaonline.de

GDA 3-8

„Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungsschichten“ Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand: August 2015; www.gdaonline.de

RAL-GÜTEZEICHEN

RAL-GZ 251 – Kompost

Güte- und Prüfbestimmungen sowie Durchführungsbestimmungen für die Verleihung und Führung des RAL-Gütezeichens Kompost. Hrsg.: RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung, St. Augustin Stand Juli 2016; http://www.kompost.de

FGSV-MERKBLÄTTER

Merkblatt über die Verhütung von Frostschäden an Straßen

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) – Nr. 545; ISBN 978-3-86446-044-9; Ausgabe 2013

VERWENDETE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Gelöscht: Seitenumbruch
¶
¶

Gelöscht: ¶

LITERATURHINWEISE

Amelung, W.; Blume, H.-P.; et al. (2018): Scheffer/ Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. Verlag: Springer Spektrum, 17. Auflage, Heidelberg

Blume, U.; Plehm, T. (2009): Aktualisierung der Frostzonenkarte zur Dimensionierung des frostsicheren Straßenoberbaus. In: Straße und Autobahn, Jg. 60, Nr. 12, S. 793-799

Brauns, J.; et al. (1997): Forstwirtschaftliche Rekultivierung von Deponien mit TA-Siedlungsabfallkonformer Oberflächenabdichtung. In: Handbuch Abfall, Band. 13, Karlsruhe

Dehner, U. et al. (2015): Dehner, U. Renger, M. Bräunig, A. Lamparter, A., Bauriegel, A., Burbaum, B., Hartmann, K-J., Hennings, V. Idler, F. Krone, F. Martin, W., Meyer, K, Waldmann, F.: Neue Kennwerte für die Wasserbindung in Böden - Ergebnisse der Abstimmung zwischen dem Personenkreis Wasserhaushaltstabellen der Ad-hoc-AG Boden und dem DWA, Berichte der DBG (online Publikation) http://eprints.dbges.de/1160/, 2015

Dehner, U., Maier-Harth, U. (2016): Vereinfachte bodenkundliche Beurteilung von Substraten für Deponierekultivierungsschichten, 12. Leipziger Deponiefachtagung, Tagungsband, S. 105 – 116, Leipzig, 2016

Ellenberg, H.; et al. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., erweit. Aufl. Goltze, ISBN 978-3-88452-518-0, Scripta Geobotanica 18, Göttingen

Konold, W.; Wattendorf, P.; Leisner, B. (1997): Anforderungen an die Rekultivierungsschicht beim Rekultivierungsziel "Wald". In: Egloffstein, T. & Burkhardt, G. (Hrsg.): Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis 103: 179-188, Berlin

Köstler, J. N.; Brückner, E.; Bibelriether, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

Kutschera, L.; Lichtenegger, E.; Sobotik, M. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 1: Monocotyledoneae, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York

Kutschera, L.; Lichtenegger, E.; Sobotik, M. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen. Band 2: Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 1: Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York

Lebert, M.; Brunotte, J.; Sommer, C. (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden / Regelungen zur Gefahrenabwehr. Umweltbundesamt (Hrsg.): Forschungsbericht 200 71 245 des Instituts für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), UBA-Texte 46/04, Berlin, 122 S.

Linert, U. (1995): Verhalten von Pflanzenwurzeln in Oberflächenabdichtungssystemen. In: Egloffstein, T. & Burkhardt, G. (Hrsg.): Oberflächenabdichtungen für Deponien und Altlasten - Abdichtung oder Abdeckung?, Schriftenreihe Angewandte Geologie Karlsruhe 37, 15 S.

VDLUFA A 6.1 (2001): Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Band 1: Die Untersuchung von Böden“ Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten Teil A: Probenahme und chemische Untersuchungen - A 6 Bestimmung von leicht löslichen (pflanzenverfügbaren) Haupt- und Spurennährstoffen – Stickstoff, 1. und 2. Teillieferung 1991, 3. Teillieferung 2002

VDLUFA A 6.2 (2001): Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Band 1: Die Untersuchung von Böden“ Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten Teil A: Probenahme und chemische Untersuchungen - A 6 Bestimmung von leicht löslichen (pflanzenverfügbaren) Haupt- und Spurennährstoffen – Phosphor, Kalium, Magnesium und Natrium, 1. und 2. Teillieferung 1991, 3. Teillieferung 2002

Wattendorf, P.; Ehrmann, O. (2002): Erprobung von Wurzelsperren zum Schutz von Drainage- und Abdichtungsschichten vor Durchwurzelung. In: Egloffstein, T., G. Burkhardt & K. Czurda [Hrsg.]: Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten 2002, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis 125: 257 - 272, Berlin

Gelöscht: 02.12.2020

Anhang 1:
Anforderungen und Prüfungen für die Rekultivierungsschicht

Art der Prüfungen:

Formatiert: Nicht Hervorheben

Formatiert: Abstand Nach: 6 Pt.

L = Laborversuch
F = Felduntersuchung
qFG = qualifiziertes Fachgutachten

Tabelle 1: Anforderungen und Prüfungen für Bodenmaterial – Eignungsprüfung

Formatierte Tabelle

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	Dokumentation, Orientierungswerte siehe Abb. 1 BQS 7-1	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18196	L	mindestens 3
2	Zustandsgrenzen / Konsistenzgrenzen	zur Charakterisierung bindiger Böden und Ableitung eines Vorgabewertes für den Wassergehaltsbereich nach Nr. 8.2 des BQS 7.1 unter Beachtung der Nr. 6 des BQS 7.1	DIN EN ISO 17892-12 DIN 18122-2	L	mindestens 3
3	Wassergehalt	abhängig von der Bodenart	DIN EN ISO 17892-1 DIN 18121-2	L	mindestens 3
4	Proctorversuch [1]	zur Charakterisierung	DIN 18127	L	mindestens 3
5	Wasserdurchlässigkeit[2]	zur Charakterisierung	DIN EN ISO 17892-11	L	mindestens 3
6	Scherfestigkeit	gemäß Vorgabe der Standsicherheitsberechnung	Rahmenscherversuche z. B. nach GDA E 3-8 DIN EN ISO 17892-10 [3]	L	mindestens 3

[1] gilt nicht für originäre Oberböden
[2] Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung auf die Wasserdurchlässigkeit (Bezugswert Verdichtungsgrad)
[3] Bei Böschungsneigungen flacher als 1:5 kann die Scherfestigkeit aus Tabellenwerten der DIN 1055 Teil 2 ermittelt werden.

Gelöscht: 02.12.2020

Formatierte Tabelle

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
7	Luftkapazität[4]	s. BQS 7-1 Nr. 2.3 in Verbindung mit BQS 7-1 Nr. 6	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	L	mindestens 3
8	nutzbare Feldkapazität[4,5]	nFK ≥ 140 mm bezogen auf die Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274 permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	mindestens 3
9	Humusgehalt bestimmt anhand TOC	Oberboden. TOC ≤ 5,0 Masse-% (optimal: TOC 1 bis 2 Masse-%)[6] Unterboden: TOC ≤ 1,0 -Masse-%; Überschreitungsmöglichkeit bis TOC ≤ 2,0 Masse-% bei originären Böden mit einer bekannten sehr geringen Humusqualität (C/N-Verhältnis ≥ 25)	DIN EN 15936	L	mindestens 3

[4] Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung durch Bestimmung an mindestens 3 Proben, die beim natürlichen Wassergehalt mit unterschiedlichen Verdichtungsgraden hergestellt werden (3 Parallelproben pro Dichtestufe)

[5] Die nutzbare Feldkapazität ist aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Feldkapazität und dem aus der Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) abgeleiteten permanenten Welkepunkt zu bestimmen. Sofern für nicht natürliche Bodenmaterialien oder Bodenmaterialien, die durch Aufbereitung, z.B. Mischen, hergestellt wurden, eine Bodenart nicht bestimmt werden kann und sich somit aus der Tabelle 70 der KA5 für den permanenten Welkepunkt keine Angabe aus der Bodenart und der Trockenrohdichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

[6] Aus Gründen des Erosionsschutzes ist ein schnelles und dichtes Aufwachsen der Vegetation erforderlich. Wird ein TOC-Wert im Oberboden von 1 Masse-% unterschritten, sind besondere Maßnahmen zum Erosionsschutz zu prüfen.

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
10	Carbonatgehalt sowie Eisengehalte und -fraktionen	Abschätzung der Auswirkungen hinsichtlich von Mobilisierung und Ausfällungen	DIN 18129 DIN EN ISO 10693 DIN 19682-13 DIN 19684-6 DIN 19684-7	L	mindestens 3
11	Gehalte an löslichen Nährstoffen im Oberboden (P, K, Mg, NO_3, NH_4) [7]	BQS 7-1 Nr. 2.5	VDLUFA A 6.1 VDLUFA A 6.2	L	mindestens 3
12	Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat - Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt - Deponieersatzbaustoffe	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9 DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9	DepV, Anhang 4 DepV, Anhang 4	L L	mindestens 3 § 17 DepV
13	Bodenfremde Bestandteile (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.)	mineralisch ≤ 5 Masse-%; nicht-mineralisch: nicht ins Auge fallend und ≤ 1Vol.-%	visuell, ggf. gravimetrisch visuell	F (L)	mindestens 3
14	Angaben zur Herkunft des Bodenmaterials	Bei Verdacht des Vorhandenseins invasiver Pflanzenarten: Risikoabschätzung zu Auswirkungen	visuell	qFG	-

[7] nicht erforderlich, wenn es sich um natürliches Bodenmaterial handelt

Gelöscht: 02.12.2020

Formatierte Tabelle

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Links

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Nicht Hervorheben

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Nicht Hervorheben

Gelöscht: 02.12.2020

Tabelle 2: Anforderungen und Prüfungen für Rekultivierungsschichten – Qualitätsprüfung im Probefeld

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung	
				Art	Häufigkeit[8]
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18196	F/L	mindestens 3
2	Wassergehalt	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN EN ISO 17892-1	(F)/L	mindestens 3
3	Humusgehalt bestimmt aus TOC	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN EN 15936	L	mindestens 3
4	Trockendichte / Verdichtungsgrad[9]	gemäß Eignungsprüfung	DIN EN ISO 17892-2	L	mindestens 3
5	Luftkapazität	s. BQS 7-1 Nr. 2.3 in Verbindung mit BQS 7-1 Nr. 6	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feld-kapazität)	L	mindestens 3
6	nutzbare Feldkapazität[10]	nFK ≥ 140 mm bezogen auf die Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274 permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	mindestens 3

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.
Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

[8] Häufigkeit der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage jeweils durch Eigen- und Fremdprüfung.

Formatiert: Abstand Nach: 6 Pt.

[9] bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

[10] Die nutzbare Feldkapazität ist aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Feldkapazität und dem aus der Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) abgeleiteten permanenten Welkepunkt zu bestimmen. Sofern für nicht natürliche Bodenmaterialien oder Bodenmaterialien, die durch Aufbereitung, z.B. Mischen, hergestellt wurden, eine Bodenart nicht bestimmt werden kann und sich somit aus der Tabelle 70 der KA5 für den permanenten Welkepunkt keine Angabe aus der Bodenart und der Trockenrohdichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

Gelöscht: 02.12.2020

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung	
				Art	Häufigkeit[8]
7	Wasserdurchlässigkeit	gemäß projektspezifischer Vorgabe	DIN EN ISO 17892-11 DIN 18130-2 DIN 19682-7	F/L	sofern projektspezifisch festgelegt, mindestens 3
8	Dicke	gemäß Dimensionierung unter Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Sackungsreserve	Vermessung	F	mindestens 3

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 02.12.2020

Tabelle 3: Anforderungen und Prüfungen für Rekultivierungsschichten – Qualitätsprüfung

Formatiert: Abstand Nach: 12 Pt.

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung	
				Art	Häufigkeit[11]
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	gemäß Eignungsnachweis	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18196	L	je 5.000 m² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
2	Wassergehalt	gemäß Eignungsnachweis	DIN EN ISO 17892-1 DIN 18121-2	(F)/L	je 1.000 m² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
3	Trockendichte / Verdichtungsgrad[12]	gemäß Eignungsnachweis	DIN EN ISO 17892-2	F/L	je 1.000 m² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
4	Wasserdurchlässigkeit	gemäß projektspezifischen Vorgaben	DIN EN ISO 17892-11 DIN 18130-2 DIN 19682-7	(F)/L	sofern projektspezifisch festgelegt, je 5.000 m² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
5	Luftkapazität[13]	gemäß Eignungsnachweis	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	L	je 1.000 m² mindestens aber einmal je Bodenmaterial

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt., Nach: 6 Pt.

[11] Kontrollprüfungen durch Eigen- und Fremdprüfung je Einbaulage; Prüfraster bzw. Anzahl der Kontrollprüfungen aus Eigen- und Fremdprüfung, wobei die Fremdprüfung mindestens ein Drittel der Kontrollprüfungen zu erbringen hat.

Formatiert: Abstand Nach: 6 Pt.

[12] bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

[13] kann entfallen, wenn die Anforderungen der Parameter Wassergehalt und Trockendichte / Verdichtungsgrad eingehalten werden

Gelöscht: 02.12.2020

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung	
				Art	Häufigkeit[11]
6	nutzbare Feldkapazität[14]	gemäß Eignungs-nachweis	Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274 permanenter Welke-punkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	je 1.000 m² mindestens aber einmal je Boden-material
7	Humusgehalt bestimmt aus TOC	gemäß Eignungs-nachweis	DIN EN 15936	L	je 5.000 m² mindestens aber einmal je Boden-material
8	Schadstoffgehalte in Fest-stoff und Eluat - Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt - Deponieersatzbaustoffe	 DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9 DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9	 DepV, Anhang 4 DepV, Anhang 4	 L L	 je 5.000 m² mindestens aber dreimal § 17 DepV (Eigenprüfung gemäß § 8 Abs. 3 DepV und Fremdprüfung gemäß § 8 Abs. 5 DepV)
9	Bodenfremde Bestandteile (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.)	gemäß Eignungs-nachweis	visuell, ggf. gravimet-risch visuell	F/(L)	baubegleitend
10	Dicke	gemäß Dimensionie-rung unter Berück-sichtigung einer ggf. erforderlichen Sa-ckungsreserve	Vermessung	F	je 1.000 m²

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

L: Laboruntersuchung, F: Feldtest, ( ): bei Bedarf

Formatiert: Abstand Vor: 6 Pt.

[14] Die nutzbare Feldkapazität ist aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Feldkapazität und dem aus der Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) abgeleiteten permanenten Welkepunkt zu bestimmen. Sofern für nicht natürliche Bodenmaterialien oder Bodenmaterialien, die durch Aufbereitung, z.B. Mischen, hergestellt wurden, eine Bodenart nicht bestimmt werden kann und sich somit aus der Tabelle 70 der KA5 für den permanenten Welkepunkt keine Angabe aus der Bodenart und der Trockenrohdichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

Anhang 2:
Energiepflanzenproduktion auf Deponien - besondere Anforderungen und Hinweise

Rekultivierte Deponien sind in der Regel keine hochwertigen, leistungsfähigen Standorte für den Energiepflanzenanbau. Wird eine solche Nutzung geplant, sind die besonderen, sich aus dieser Nutzung ergebenden deponietechnischen Anforderungen zu beachten.

Energiepflanzenanbau ist vorrangig in der Nachsorgephase durchzuführen. In der Stilllegungsphase kommt der Energiepflanzenanbau auf Deponieabschnitten mit temporärer Abdeckung nur so lange in Frage, bis die endgültige Oberflächenabdichtung aufzubringen ist und die erforderlichen Maßnahmen zur Stilllegung der Deponie nicht beeinträchtigt werden.

Unter dem Gesichtspunkt des Schutzes der Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien sollten folgende Randbedingungen vorliegen:

- ausreichende Dicke der Rekultivierungsschicht (ab 2 m),
- mineralische Entwässerungsschicht,
- Oberflächenabdichtungssystem mit Wurzelsperre (KDB),
- flach geneigte Deponiebereiche und

kein engmaschiges Netz deponietechnischer Einrichtungen (z. B. Gasbrunnen, Gassammelleitungen, Setzungspegel, Entwässerungsanlagen).

Aus Gründen des Erosionsschutzes sind einjährige Energiepflanzen sowie Plantagen mit kurzen Umtriebszeiten zu vermeiden.

Rekultivierte Deponien sind empfindlich gegen mechanische Belastungen. Zum Schutz vor mechanischer Beschädigung sind daher nachzuweisen:

- die Einhaltung der maximal zulässigen Tiefe des Lasteintrags durch die Bewirtschaftungsfahrzeuge unter Beachtung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes
- die Standsicherheit der Systemkomponenten unter Berücksichtigung der Belastung aus der Vegetation (z. B. Wind) und ihrer Bewirtschaftung und
- die Verhinderung von Hangrutschungen in Folge hydraulischer Überlastung.

Bei Einsatz von Erntemaschinen sind bauliche Maßnahmen zum Schutz von Gasbrunnen, Gassammelleitungen, Sickerwasserschächten, Setzungspegeln und Entwässerungseinrichtungen z.B. durch Absperrungen / Anfahrschutz und Einhaltung eines Horizontalabstandes von mindestens 3 m zu deponietechnischen Einrichtungen (z.B. gastechnischen Anlagen, Sickerwasserschächte) vorzusehen.

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

Alle Betriebseinrichtungen der Deponie (z. B. Gasbrunnen, Sickerwasserschächte, Setzungsmesspunkte, Entwässerungseinrichtungen) müssen jederzeit mit den für Kontrolle und Wartung erforderlichen Geräten erreichbar sein.

Die Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen gemäß Anhang 5 DepV müssen unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung vor Anlage der Fläche angepasst werden:

Die Fläche ist nach jedem Maschineneinsatz (z. B. Ernte) zu begehen und ggf. Instand zu setzen.

Die Qualität des Oberflächenwassers und des in der Entwässerungsschicht des Oberflächenabdichtungssystems gefassten Wassers ist nach Aufbringen von organischem Dünger und von Bodenhilfsstoffen (z. B. Klärschlamm, Kompost, Gülle) zu überprüfen.

Mittels Dichtungskontrollsystem (DKS), Flammenionisationsdetektor (FID) oder Aufgrabung kann ggf. nachgewiesen werden, dass die Komponenten des Oberflächenabdichtungssystems nicht beeinträchtigt wurden.

Aus Gründen der Erosionsminderung sollen Pflanz- und Bearbeitungsrichtung quer zum Hang vorgenommen werden. Untersaaten wirken sich ebenfalls erosionsmindernd aus.

Erntegut soll grundsätzlich nicht bzw. nicht länger als eine Woche auf der Deponie zwischengelagert werden.

Pflanzenwurzeln von Gehölzen dürfen nicht herausgerissen werden. Sie sind mittels Rodungsfräse zu zerkleinern.

Durch Schürfe ist zu ermitteln, ob Wurzeln die Entwässerungsschicht oder Abdichtungskomponenten beeinträchtigt haben.

Nach Nutzungsende ist nachzuweisen, dass die Anforderungen von Anhang 1 Nr. 2.3.1 DepV an die Rekultivierungsschicht eingehalten sind.

Im Rahmen der Entlassung der Deponie aus der Nachsorge ist insbesondere zu prüfen, ob sich das Oberflächenabdichtungssystem in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand befindet, der auch durch die Nutzung mit Energiepflanzen nicht beeinträchtigt werden kann.

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

Anhang 3:
Ergänzende Hinweise und Anforderungen zum Bewuchs im Hinblick auf invasive Pflanzenarten

1 Allgemeines

Die Vegetation auf Oberflächenabdichtungssysteme bzw. Oberflächenabdeckungen von Deponien spielt insbesondere zur Regulierung des Wasserhaushaltes und als Erosionsschutz eine wichtige Rolle. Nach DepV Anhang 1 Nummer 2.3.1 soll durch die Auswahl eines geeigneten Bewuchses die Oberfläche vor Wind- und Wassererosion geschützt und eine möglichst hohe Evapotranspiration erreicht werden. Darüber hinaus erfüllt der Bewuchs eine wesentliche landschaftspflegerische Funktion und bindet die Deponie in die Umgebung ein.

Die Dicke, das Material sowie der Bewuchs der Rekultivierungsschicht sind nach den Schutzerfordernissen der darunterliegenden Systemkomponenten (weitestgehend die Vermeidung einer Durchwurzelung der Entwässerungsschicht, keine sonstige Beeinträchtigung der langfristigen Funktionsfähigkeit der Entwässerungsschicht, Schutz der Systemkomponenten vor Wurzel- und Frosteinwirkung sowie vor Austrocknung) zu bemessen bzw. auszuwählen. Die GDA-Empfehlung E 2-32 enthält Hinweise zum Bewuchs, zu Bewuchstypen, zur Bepflanzung sowie zu Pflegemaßnahmen.

Aus der Praxis wurde von Problemen mit invasiven Arten / Neophyten berichtet, deren Anwesenheit zu Beeinträchtigungen des Oberflächenabdichtungs- oder Abdeckungssystems führen kann. Dies betrifft vor allem das Tiefenwachstum des Wurzelwerks sowie die übermäßige Beschattung von z. B. Grasnarben und deren Verdrängung (z.B. durch den japanischen Staudenknöterich).

Diese Empfehlung umfasst Maßnahmen gegen die Ausbreitung und für die Bekämpfung invasiver Arten auf Deponien bis zum Ende der Nachsorgephase. Dabei stehen immer deponietechnische Aspekte im Vordergrund, jedoch sind auch naturschutzfachliche Belange zu beachten.

2 Invasive Arten

Laut EU-Verordnung Nr. 1143/2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremde Arten kommen in der Europäischen Union und in anderen europäischen Ländern rund 12.000 gebietsfremde Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze, Mikroorganismen) vor, von denen schätzungsweise 10 bis 15 % als invasiv angesehen werden. Eine Liste invasiver Arten von EU-weiter Bedeutung liegt in Form der „Unionsliste“ in der

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

Durchführungsverordnung (EU) 2019/1262 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2016/1141 vor. Die Umsetzung der Vorgaben zum Umgang mit den unter die EU-Verordnung Nr. 1143/2014 fallenden Arten (Präventionsmaßnahmen, Maßnahmen zur Früherkennung und Beseitigung, Management bereits weit verbreiteter invasiver Arten) ist rechtlich verpflichtend. Zusätzlich gibt es für Deutschland eine auf Basis einer naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung erstellte Liste der invasiven Pflanzenarten, die im Skript 352 des Bundesamtes für Naturschutz (BfN)[15] nachgeschlagen werden kann.

Invasive Arten können durch ihr hohes Vermehrungs- und Ausbreitungspotential sowie ihre große Konkurrenzkraft einheimische Arten verdrängen und dadurch die biologische Vielfalt gefährden. Insbesondere das hochwüchsige, einjährige und sich durch Schleuderfrüchte ausbreitende Drüsige Springkraut kann rasch große Bestände bilden. Der mehrjährige Japanische Staudenknöterich kann extrem schnell wachsen, ist hochwüchsig und kann durch horizontal verlaufende Rhizome sehr dichte Bestände bilden. Das Wachstum dieser Arten wird dadurch begünstigt, dass keine bzw. kaum Fressfeinde vorhanden sind.

Auf Grund der fortschreitenden Ausbreitung invasiver Arten auch auf Deponieflächen und der damit möglichen Beeinträchtigung der Funktion der Oberflächenabdeckung bzw. des Oberflächenabdichtungssystems sind ggf. angepasste Maßnahmen zu ergreifen.

3 Beeinträchtigungen durch Bewuchs mit invasiven Arten

Bewuchs mit invasiven Arten auf der Rekultivierungsschicht kann zu / zur

- Reduzierung des Wasserableitungsvermögens und Störung der langfristigen Funktionalität des Entwässerungssystems, sowohl Entwässerungsschicht (z.B. Japanischer Staudenknöterich) als auch Entwässerungsgräben (z.B. Essigbaum und Götterbaum),
- Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit mineralischer Dichtungskomponenten und geosynthetischer Tondichtungsbahnen,
- Erhöhung der Erosionsanfälligkeit der Rekultivierungsschicht infolge lückenhafter Vegetation,
- Einschränkung des Zugangs zu Einrichtungen auf der Deponie (z.B. PV-Anlage, Entgasungssystem),
- Erschwerung der Durchführung von Kontrollmaßnahmen (z.B. Begehung, Gasemissionskontrolle mittels Saugglocke),

[15] „Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen“ Stefan Nehring, Ingo Kowarik, Wolfgang Rabitsch Franz Essl im Auftrag des BfN, 2013

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

- Beeinträchtigungen des vorgesehenen Vegetationszustands (ggf. naturschutzrechtliche Aspekte) und
- Auswirkungen auf die Gesundheit (z.B. Allergiegefahr bei Ambrosia, Hautreaktion durch Kontakt mit Riesenbärenklau)

führen.

Im Allgemeinen kann jeglicher, nicht dem Standort angepasster Bewuchs (Wurzeltiefe, Wasserbedarf) sowie ausbleibende Pflegemaßnahmen zu o.g. Beeinträchtigungen führen. Invasive Arten können diese Beeinträchtigungen jedoch im besonderen Maße hervorrufen und somit den Pflegeaufwand erheblich erhöhen.

4 Kontrolle, Pflege und Maßnahmen zur Vermeidung des Eintrags und Beseitigung invasiver Arten

Pflege- und Kontrollmaßnahmen können sowohl naturschutzfachlich als auch deponietechnisch erforderlich sein.

Naturschutzfachlich erforderliche Maßnahmen werden nach Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 insbesondere die Vorgaben zum Umgang mit Arten, die unter Artikel 16 (Früherkennung) und Artikel 19 (Managementmaßnahmen) fallen, geregelt.

Die im Skript 352 des BfN formulierten Maßnahmen sind wie folgt kategorisiert:

- Schwarze Liste - Warnliste: Enthält im Bezugsgebiet (noch) nicht wildlebende gebietsfremde Arten, die in anderen klimatisch und naturräumlich vergleichbaren Regionen invasiv sind oder bei denen es sehr wahrscheinlich ist, dass sie im Bezugsgebiet invasiv werden und für die daher gezielt vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung der Einbringung erforderlich sind

- Schwarze Liste - Aktionsliste: Enthält im Bezugsgebiet wildlebende invasive Arten, deren Vorkommen kleinräumig sind, weil sie sich in der Regel am Beginn der Ausbreitung befinden, und für die geeigneten, erfolgversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen bekannt sind. Bei diesen Arten ist eine sofortige, intensive und nachhaltige Bekämpfung aller bekannten Vorkommen im gesamten Bezugsgebiet sinnvoll, so dass bei der Möglichkeit, ihre erneute Einfuhr oder Einschleppung zu verhindern, gute Chancen bestehen, die weitere Ausbreitung zu verhindern oder die Art im Bezugsgebiet sogar wieder zu eliminieren. Somit liegt für die Arten dieser Gruppe der Handlungsschwerpunkt auf Früherkennung und Sofortmaßnahmen

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

- Schwarze Liste - Managementliste: Enthält im Bezugsgebiet wildlebende invasive Arten, deren Vorkommen kleinräumig sind und für die keine geeigneten, erfolgversprechenden Bekämpfungsmaßnahmen bekannt sind oder deren Vorkommen schon großräumig sind. Maßnahmen zu diesen Arten sind in der Regel nur lokal sinnvoll und sollten darauf abzielen, den negativen Einfluss dieser invasiven Arten z.B. auf besonders schützenswerte Arten, Lebensräume oder Gebiete zu minimieren. Außerdem ist eine Überwachung, u.a. im Hinblick auf ihre Bestandsentwicklung, Verbreitung und die Gefährdung der biologischen Vielfalt sinnvoll.

Maßnahmen gegen invasive Arten sollten vorab mit der zuständigen Naturschutzbehörde abgestimmt werden.

Aus deponietechnischer Sicht kommen insbesondere folgende Maßnahmen in Betracht:

- Soweit die Dicke der Rekultivierungsschicht und der Entwässerungsschicht das mögliche Auftreten invasiver Arten oder tiefwurzelnder Pflanzen berücksichtigt und davon ausgegangen werden kann, dass die Abdichtungs-/Abdeckungssysteme in ihrer Funktion nicht gefährdet werden, sind i.d.R. keine besonderen Pflegemaßnahmen erforderlich.

- Falls die Dicke der Rekultivierungsschicht nicht ausreichend ist, um eine Beeinträchtigung der Abdichtungs-/Abdeckungssysteme durch invasive Arten zu verhindern, ist soweit möglich bereits bei der Eignungsuntersuchung der Bodenmaterialien für Ober- und Unterboden zu prüfen, ob das Material weitestgehend frei von diesen invasiven Arten ist. Dies umfasst die Gewinnung, Herstellung und Lagerung des Bodenmaterials. Zeitnah zur Herstellung der Rekultivierungsschichtflächen sind diese auf eingeschleppte invasive Pflanzenarten zu kontrollieren, dabei sind derartige Pflanzen zu entfernen. Der Zeitpunkt für die Kontrolle ist so zu wählen, dass invasive Pflanzen erkennbar sind (z.B. bei Baumaßnahmen im Winter im darauffolgenden Frühjahr).

- Verwendung von Kompost zur Herstellung von Oberboden:
  Bei der Verwendung von Kompost ist darauf zu achten, dass der Kompost eine nach § 3 Bioabfallverordnung (BioAbfV) geforderte hygienisierende Behandlung zur u.a. Ab-

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020

tötung von keimfähigen Samen, austriebsfähigen Pflanzenteile unterlaufen hat und einen Rottegrad von 4-5 aufweist. Die Grenzwerte für keimfähige Samen (RAL GZ 251, BioAbfV) sind zu beachten.

Zur Vermeidung der Ausbreitung invasiver Arten ist in Abhängigkeit vom Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems der Pflanzenbestand regelmäßig auf das Vorkommen invasiver Arten zu kontrollieren. Dabei ist auch der Vegetationsbestand der angrenzenden Flächen zu berücksichtigen. Diese Kontrolle sollte Bestandteil der Funktionskontrolle nach Nummer 5.4 der Tabelle Anhang 5 DepV sein. Das Intervall ist standortspezifisch festzulegen und erforderlichenfalls anzupassen.

Bei Vorkommen invasiver Arten ist der Bestand zu erfassen und zu dokumentieren. Auf dieser Grundlage ist zu beurteilen, ob hinsichtlich deponietechnischer und ggf. naturschutzfachlicher Belange eine Beeinträchtigung vorliegt. Sofern ein Handlungsbedarf besteht, sind geeignete Maßnahmen mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Hinweise zu Maßnahmen finden sich im Skript 352 des BfN sowie in den Management- und Maßnahmenblätter zur Verordnung (EU) Nr. 1143/2014. Herbizide dürfen nur nach Zustimmung durch die hierfür zuständige Behörde eingesetzt werden, die im Einzelfall nach § 22 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) für den Einsatz von Herbiziden auf Nichtkulturland nach § 12 Abs. 2 PflSchG entscheidet. Vom Einsatz von Herbiziden in Entwässerungsgräben sollte grundsätzlich abgesehen werden. Die wasserrechtlichen Vorgaben sind zu beachten.
Die Vegetation ist entsprechend den in der Deponiezulassung festgelegten Anforderungen zu pflegen. Bei invasiven Arten, die zu den o.g. Beeinträchtigungen führen können, sind die Pflegemaßnahmen und ggf. deren Intervall entsprechend anzupassen.
Maßnahmen dürfen die Funktionstüchtigkeit des Oberflächenabdichtungssystems nicht beeinträchtigen. Können Schäden am Oberflächenabdichtungssystem durch die Maßnahmen nicht ausgeschlossen werden, ist das Oberflächenabdichtungssystem nach Abschluss der Arbeiten durch Freilegen zu kontrollieren und bei festgestellten Schäden zulassungskonform wiederherzustellen.
Die erforderlichen Maßnahmen und Intervalle der Kontrolle und Pflege der Vegetation sind unter Berücksichtigung der Dimensionierung der Rekultivierungsschicht im Betriebshandbuch festzulegen.

Die erforderlichen Kontroll- und Pflegemaßnahmen der Vegetation stehen im unmittelbaren Zusammenhang mit der Dimensionierung der Rekultivierungsschicht. Daher ist eine Reduzierung der Häufigkeit der Vegetationspflege i. d. R. nur bei ausreichender Dicke der Rekultivierungsschicht möglich.

Gelöscht: 2

Feldfunktion geändert

Gelöscht: 02.12.2020