

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“

ENTWURF
vom 13.04.2016

Gelöscht: 04.02.2015

Gelöscht: ¶
¶

veröffentlicht am ##.##.201#

Gelöscht: 20.03.2015

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Anforderungen an die Komponente.....	4
2.1	Dicke.....	4
2.2	BPflanzenverfügbares 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	17
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

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

1 Allgemeines

Nach Anhang 1, Nr. 2.1 der Deponieverordnung (DepV) dürfen für das Abdichtungssystem Materialien, 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.

Gelöscht: für die Verbesserung der geologischen Barriere und technische Maßnahmen als Ersatz für die geologische Barriere sowie

Für andere Materialien, 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 Wasserhaushaltsschichten 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.

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. Dieser BQS beinhaltet keine speziellen Regelungen zum Bewuchs. 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).

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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).

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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.

Gelöscht: Rekultivierungsmaterials

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.

Gelöscht: Rekultivierungsmaterial

Die Wasserhaushaltsschicht 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 Wasserhaushaltsschicht 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.

- Gelöscht: ¶
- Gelöscht: 04
- Gelöscht: 02.2015
- Gelöscht: Nr. 5.8 in
- Gelöscht: 8,
- Gelöscht: der DIN 18915
- Gelöscht: gemäß Anhang 1

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.

- Gelöscht: Wasserhaushaltsschicht
- Gelöscht: . Es
- Gelöscht: d
- Gelöscht: 2

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.

- Gelöscht: mittlerer Lagerungsdichte
- Gelöscht: 4 – 1,6
- Gelöscht: 2 1,4
- Gelöscht: 4 – 1,6

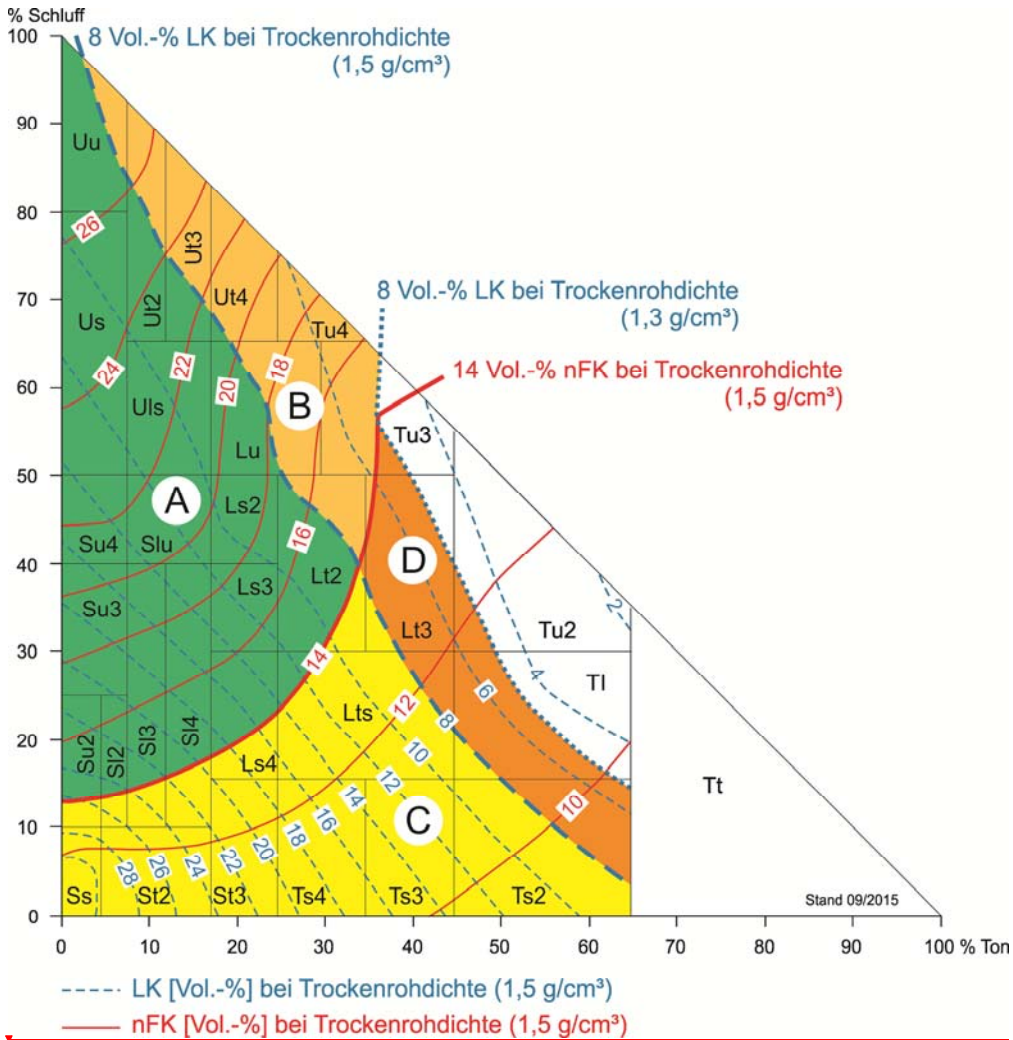


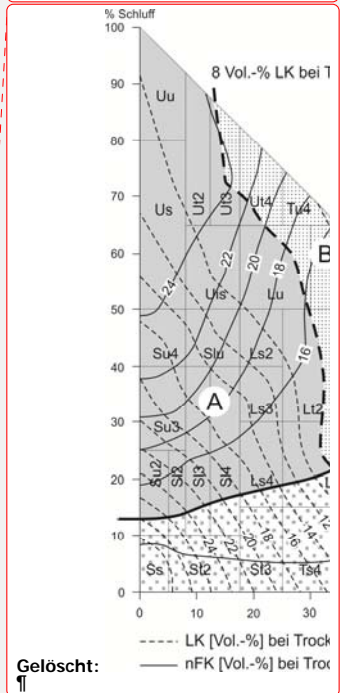
Abbildung 1: Orientierung für die Auswahl von Böden als **Bodenmaterial** auf der Basis **bundesweiter Werte für die nutzbare Feldkapazität und die Luftkapazität** (Dehner, U. & Maier-Harth, U. 2016)

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 ($1,5 \text{ g/cm}^3$) 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.

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015



Gelöscht: ¶

Gelöscht: Rekultivierungs

Gelöscht: ;

Gelöscht: (2014), Dehner, U. (2009)

Gelöscht: 4 - 1,6

Gelöscht: Anforderungen in

Gelöscht: Rekultivierungsmaterials

Gelöscht: Rekultivierungsmaterials

Gelöscht: ISO

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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 1,50 m Einbaudicke nicht aus, um den erforderlichen nFK-Wert von 220 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.

Gelöscht: werden meist

Die Bodenarten im Bereich „D“ zwischen den Kategorien „B/C“ und der Isolinie „8 Vol.-% LK bei Trockenrohichte **1,3 g/cm³**“ erfordern sowohl eine Mächtigkeit > **1,50 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.

Gelöscht: pt2“

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
- verschlammungs-/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

Gelösch: ¶

Gelösch: 04

Gelösch: 02.2015

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 vorgesehen 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.

Gelösch: , Lt3

Gelösch: Lts (Tongehalt > 35 %)

Gelösch: nur eingeschränkt

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 darunter liegenden 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).

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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)

Gelöscht: insbesondere ¶

Gelöscht: ,

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

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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.

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Gelöscht: der Rekultivierungsboden

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 Böschungstabilität 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.

Gelöscht: E 3-8,

5 Empfehlung zur Gewinnung, Herstellung und Lagerung des Bodenmaterials

Gelöscht: Rekultivierungsmaterials

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

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Folienabdeckung der Mieten kann empfehlenswert sein, um im Frühjahr frühzeitig mit den Arbeiten beginnen zu können. Bei langer Lagerungsdauer empfiehlt sich eine Zwischenbe-
grünung 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 an-
hand 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 Was-
sergehalt bearbeitet, besteht die Gefahr von schweren, nur langfristig und mit großem Auf-
wand zu beseitigenden Schädigungen des Bodengefüges. Die Gefügeschädigung, insbe-
sondere die Veränderung der Porenraumgliederung, beeinträchtigt den Wasser- und Luft-
haushalt 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 Kon-
sistenz ($1,0 > I_c > 0,75$) 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 Qua-
litätskompost 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

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

auszuschließen, ist unter Beachtung der Ergebnisse der Eignungsprüfung und des Probefeldes bodenspezifisch ein Zielwert festzulegen, der die Verdichtungsempfindlichkeit von Eignungskonsolidierung 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.

Gelöscht: siche-rung

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,

ENTWURF vom 13.04.2016

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

- 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.

Gelöscht: r

Gelöscht: sicherung

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 Vor-

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

gabewert 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.

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.

Gelöscht: Nr.

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.

Gelöscht: Mit Zustimmung der zuständigen Behörde

Gelöscht: auf ein Probefeld

Gelöscht: festgestellt

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.

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen ENTWURF vom 13.04.2016	Seite 18
---	----------

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

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

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900) zuletzt geändert durch **Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I S. 382)**

Gelöscht: Art. 7 der Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen, zur Änderung der Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte und zum Erlass einer Bekanntgabeverordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I, Nr. 21, S. 973)

Gelöscht: AG

Gelöscht: „

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden

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

Gelöscht: „ Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und der

Gelöscht: der Bundesrepublik Deutschland

Gelöscht: age

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-2 „Wasserhaushaltsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom **13.04.2016**

Gelöscht: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-3 „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom **13.04.2016**

Gelöscht: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-5 „Oberflächenabdichtungskomponenten ausgeosynthetischen Dichtungsbahnen“ vom 31.05.2010¶
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-2 „Wasserhaushaltsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ vom 20.10.2011 (in Fortschreibung befindlich)¶

Kommentar [WB1]: aktualisieren

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ vom **02.12.2015**

Gelöscht: 20.10.2011 (in Fortschreibung befindlich)

Gelöscht: ¶
LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“¶

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1

Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen

ENTWURF vom 13.04.2016

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe - BGR

Erodierbarkeit der Ackerböden durch Wasser (K-Faktor) unter:

http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung-management/Bodenerosion/Wasser/K_Faktor_node.html (abgerufen am 10.09.2015)

Gelöscht:))
http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung-management/Bodenerosion/Wasser/K_Faktor_node.html

BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen; 6. Auflage, Februar 2015

Gelöscht: 3

Gelöscht: Mai 2012

Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)

Karte der Frosteinwirkungszonen unter:

<http://www.bast.de/DE/FB-S/Fachthemen/Sonstige/S2-Frostzonenkarte.html> (abgerufen am 10.09.2015)

[1] nach unten: 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. ¶
¶

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

Gelöscht: Karte der Frosteinwirkungszonen (<http://www.bast.de/DE/FB-S/Fachthemen/Sonstige/S2-Frostzonenkarte.html>) ¶
¶ UBA / Lebert, M., J. Brunotte & C. Sommer (2004): ¶

Gelöscht: LANUV-Arbeitsblatt 13 „

Gelöscht: „; 2012

NORMEN

DIN EN ISO 10693:2014-06

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Carbonatgehaltes - Volumetrisches Verfahren

Gelöscht: ISO 10390:2005-12 ¶
Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des pH-Wertes ¶
¶
DIN

DIN EN ISO 11274:2014-07

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens - Laborverfahren

Gelöscht: 1997-05

Gelöscht: 10694:1996-08

DIN ISO 11277:2002-08

Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden - Verfahren mittels Siebung und Sedimentation

Gelöscht: Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse) ¶
¶
DIN ISO 11 274:2011-01 ¶

DIN EN ISO 17892-1:2015-03

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014)

Gelöscht: 1997

Gelöscht: 2010-12

DIN EN ISO 17892-2:2015-03

Gelöscht: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln ¶
¶

Gelöscht: ¶
 Gelöscht: 04
 Gelöscht: 02.2015

Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014)

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

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

Gelöscht: 1054:2010-12
 Gelöscht: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau¶

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

DIN 4220:2008-11
 Bodenkundliche Standortbeurteilung - Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)

Gelöscht: DIN 4084:2009-01¶
 Baugrund - Gelände- und Böschungsberechnungen¶

[2] nach unten: ¶
 DIN

DIN 18121-2:2012-02
 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren

Gelöscht: 4020:2010-12¶
 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke, 2003 – 2010¶
 ¶
 DIN 4107:1978-01¶
 Setzungsbeobachtungen bei entstehenden und fertigen Bauwerken, 1978¶
 ¶

Gelöscht:), 2008

DIN 18122-1:1997-07
 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

[3] nach unten: ¶
 DIN

DIN 18122-2:2009-09
 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze

Gelöscht: 18121-1:1998-04¶
 Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung, 1998¶

DIN 18123:2011-04
 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung

Gelöscht: ,1996
 Gelöscht: -

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

Gelöscht: Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 1: Laborversuche

Gelöscht: 18 125-2

Gelöscht: 03

Gelöscht: -

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

Gelöscht: Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche

Gelöscht: 18 127:1997-11

Gelöscht: – Proctorversuch, 1997¶

DIN 18130-1:1998-05
 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben;

[4] nach unten: ¶
 DIN

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1
Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen
ENTWURF vom 13.04.2016

Seite 21

Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche

DIN 18130-2:2015-08

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 2: Feldversuche

DIN 18137-1:2010-07

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 1: Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen

DIN 18196:2011-05

Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

DIN 18915:2002-08

Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten

DIN 18916:2015-10

Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten

DIN 18917:2002-08

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 18919:2002-08

Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen

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-Infiltrimeter

DIN 19682-13:2009-01

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Gelöscht: 18 129:2010-10 (Entwurf)¶
Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Kalkgehaltsbestimmung, 1996¶
¶
DIN 18 130:1998-05¶
Baugrund - Untersuchung von Bodenproben -

Gelöscht: , 1998

[2] verschoben

Gelöscht: 2002-08

[3] verschoben

Gelöscht: 7

Gelöscht: 10

[4] verschoben

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen, ENTWURF vom <u>13.04.2016</u>	Seite 22
--	----------

- Gelöscht: ¶
- Gelöscht: 04
- Gelöscht: 02.2015

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

GDA- EMPFEHLUNGEN

E 2 – 01 Geotechnische Planungen für Deponien, Juli 2010

Gelöscht: September 2004

E 2 – 04 Oberflächenabdichtungssysteme, Juli 2010

E 2 – 07 Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen, August 2015

Gelöscht: E 2 – 06 ... [1]

E 2 – 20 Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen
Mai 2015

Gelöscht: April 2010

Gelöscht: E 2 – 16 ... [2]

E 2 – 31 Rekultivierungsschichten, Juli 2010

Gelöscht: ¶

Gelöscht: April 2011

E 2 – 32 Gestaltung des Bewuchses auf Deponien, Januar 2010

Gelöscht: E 2 – 30 ... [3]

E 5 – 07 Lysimeter-Meßeinrichtung für mineralische Oberflächenabdichtungen, Januar 2010

Gelöscht: E 3 – 01 ... [4]

Gelöscht: 2

Gelöscht: Qualitätsüberwachung

Gelöscht: Oberflächen- und Basisabdichtungsschichten, Stand 1997

RAL-GÜTEZEICHEN

RAL-GZ 251 Gütesicherung Kompost, 1992

FGSV-MERKBLÄTTER

Gelöscht: -----Seitenumbruch-----
¶

FGSV-Nr. 545 Merkblatt über die Verhütung von Frostschäden an Straßen, 2013

Gelöscht: ¶

Gelöscht: . ¶
LITERATUR
¶

LITERATURHINWEISE

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen, ENTWURF vom <u>13.04.2016</u>	Seite 23
--	----------

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. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., erweit. Aufl. Goltze, ISBN 3884525182, 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.

- Gelöscht: ¶
- Gelöscht: 04
- Gelöscht: 02.2015
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: :
- Gelöscht: /2009
- Gelöscht: Brauns et al, 1997: Brauns, J., Kast, K., Schneider, H., Konold, W., Wattendorf, P. & Leisner, T. -
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: , 1997.
- Gelöscht: Dehner, U., 2009: Bodenphysikalische Kennwerte - Ausw[...] [5]
- Gelöscht: , Weber, H.E., Düll, [...] [6]
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: , 1992.
- Gelöscht: Konold et al., 1995:
- Gelöscht: , Leisner, B.,
- Gelöscht: -
- Gelöscht: in: EGLOFFSTEIN, [...] [7]
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: , Band
- Gelöscht: , Erich Schmidt Verlag
- Gelöscht: , 1995.
- Gelöscht: et al., 1968: Köstler
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: e
- Gelöscht: s
- Gelöscht: – die
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: , 1968.
- Gelöscht: und
- Gelöscht: : Kutschera, L., Lich[...] [8]
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: Verlag
- Gelöscht: , 1982.
- Gelöscht: Kutschera und Lic[...] [9]
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: –
- Gelöscht: ,
- Gelöscht: Verlag
- Gelöscht: , 1992.
- [1] verschoben

Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen,
ENTWURF vom 13.04.2016

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.

Scheffer, F.; Schachtschabel, P.; et al. (2009): Lehrbuch der Bodenkunde. Verlag: Spektrum Akademischer Verlag; 15. Auflage 2002. Nachdruck 28. Heidelberg

VDLUF 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 2001

VDLUF 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 2001

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: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Gelöscht: Linert, 1995: Linert

Gelöscht: –

Gelöscht: – Ursachen und Möglichkeiten der Optimierung in EGLOFFSTEIN

Gelöscht: .; BURKHARDT

Gelöscht: von

Gelöscht: –

Gelöscht: ,

Gelöscht: , Band 37, Universität

Gelöscht: , 1995

Gelöscht: Maier-Harth, U., 2014: Orientierungshilfe für die Auswahl von Böden als Rekultivierungsmaterial mit Hilfe eines kombinierten nFK- und LK-Isofliendiagramms bei mittlerer Lagerungsdichte. Unveröffentlichte Arbeitsanleitung des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz ¶

Gelöscht: und Ehrmann, 2002: Wattendorf, P.,

Gelöscht: –

Gelöscht: , in: EGLOFFSTEIN

Gelöscht: BURKHARDT,

Gelöscht: ., CZURDA,

Gelöscht: ., (

Gelöscht: .):

Gelöscht: , Erich Schmidt Verlag

Gelöscht: , 2002.

Gelöscht: ¶
Gelöscht: 04
Gelöscht: 02.2015

Anhang 1: Anforderungen und Prüfungen für die Rekultivierungsschicht

Tabelle 1: Anforderungen und Prüfungen für Bodenmaterial – Eignungsprüfung

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	Dokumentation, Orientierungswerte siehe Abb. 1 BQS 7-1	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN 18123 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 18122-1 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 18130-1	L	mindestens 3
6	Scherfestigkeit	gemäß Vorgabe der Standsicherheitsberechnung	DIN 18137-1 ⁴	L	mindestens 3
7	Luftkapazität ⁵	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

Gelöscht: 18121

Gelöscht: 18 130¶

Gelöscht: 18 137...³¶

¹ gilt nicht für originäre Oberböden

² Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung auf die Wasserdurchlässigkeit (Bezugswert Verdichtungsgrad)

⁴ Bei Böschungsneigungen flacher als 1:5 kann die Scherfestigkeit aus Tabellenwerten der DIN 1055 Teil 2 ermittelt werden.

⁵ Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung durch Bestimmung an mindestens 3 Proben, die beim natürlichen Wassergehalt mit unterschiedlichen Verdichtungsgraden hergestellt werden (3 Parallelproben pro Dichtestufe)

Gelöscht: ¶
 Gelöscht: 04
 Gelöscht: 02.2015

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
8	nutzbare Feldkapazität ^{4, 6}	nFK ≥ 140 mm bezogen auf die Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	Feldkapazität nach DIN <u>EN</u> ISO 11274 permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	mindestens 3
9	Humusgehalt	<u>Oberboden:</u> TOC ≤ 5,0 Masse-% (optimal: TOC 1 bis 2 Masse-%) ⁷ <u>Unterboden:</u> 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
10	Carbonatgehalt sowie Eisengehalte und -fraktionen	Abschätzung der Auswirkungen hinsichtlich von Mobilisierung und Ausfällungen	DIN 18129 DIN <u>EN</u> 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) ⁸	BQS 7-1 Nr. 2.5	VDLUFA A 6.1 <u>VDLUFA A 6.2</u>	L	mindestens 3
12	Schadstoffgehalte in Feststoff und <u>Eluat</u> - <u>Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt</u>	DepV, Anhang 3 <u>Nr. 2 Tabelle 2</u> Spalte 9	DepV, Anhang 4	L	<u>mindestens 3</u>

Gelöscht: bestimmt aus TOC
 Gelöscht: ISO 10694

Gelöscht: (1991/2001)

Gelöscht: Eluat.
 Gelöscht: PN 98

⁶ 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.

⁷ 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.

⁸ nicht erforderlich, wenn es sich um natürliches Bodenmaterial handelt

ENTWURF vom 13.04.2016

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Eignungsprüfung	
				Art	Häufigkeit
	- <u>Deponieersatzbau-</u> <u>stoffe</u>	<u>DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2</u> <u>Spalte 9</u>	<u>DepV, Anhang 4</u>	<u>L</u>	<u>§ 17 DepV</u>
13	Bodenfremde Be- standteile (Bauschutt, Straßen- aufbruch etc.)	mineralisch ≤ 5 Masse-%; nicht-mineralisch: nicht ins Auge fallend und ≤ 1Vol-%	Visuell, ggf. gravi- metrisch visuell	F (L)	mindestens 3

Gelöscht: -%;

Gelöscht: ¶
Gelöscht: 04
Gelöscht: 02.2015

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

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung ⁹	
				Art	Häufigkeit
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN 18123 DIN 18196	F/L	mindestens 3
2	Wassergehalt	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN <u>EN ISO 17892-1</u> DIN 18121-2	(F)/L	mindestens 3
3	Humusgehalt bestimmt aus TOC	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	DIN <u>EN 15936</u>	L	mindestens 3
4	Trockendichte / Verdichtungsgrad ¹⁰	gemäß Eignungsprüfung	DIN <u>EN ISO 17892-2</u>	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 <u>EN ISO 11274</u> bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	L	mindestens 3
6	nutzbare Feldkapazität ¹¹	nFK ≥ 140 mm bezogen auf die Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	Feldkapazität nach DIN <u>EN ISO 11274</u> permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	mindestens 3
7	Wasserdurchlässigkeit	gemäß projektspezifischer Vorgabe	DIN 18130- <u>1</u> <u>DIN 18130-2</u> DIN 19682-7	F/L	sofern projektspezifisch festgelegt, mindestens 3

Gelöscht: 18121
Gelöscht:
Gelöscht: ISO 10694
Gelöscht: 18125

⁹ Kontrollprüfungen durch Eigen- und Fremdprüfung je Einbaulage; Anteil der Fremdprüfung mindestens ein Drittel

¹⁰ bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

¹¹ 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.

ENTWURF vom 13.04.2016

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung ⁹	
				Art	Häufigkeit
8	Dicke	gemäß Dimensionierung unter Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Sackungsreserve	Vermessung	F	mindestens 3

Tabelle 3: Anforderungen und Prüfungen für Rekultivierungsschichten – Qualitätsprüfung

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung ¹²	
				Art	Häufigkeit
1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	gemäß Eignungsnachweis	DIN ISO 11277 DIN 4220 DIN 18123 DIN 18196	L	je 5.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
2	Wassergehalt	gemäß Eignungsnachweis	DIN <u>EN ISO 17892-1</u> DIN 18121-2	(F)/L	je 1.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
3	Trockendichte / Verdichtungsgrad ¹³	gemäß Eignungsnachweis	DIN <u>EN ISO 17892-2</u>	F/L	je 1.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
4	Wasserdurchlässigkeit	gemäß projektspezifischen Vorgaben	DIN <u>18130-1</u> DIN <u>18130-2</u> DIN 19682-7	(F)/L	sofern projektspezifisch festgelegt, je 5.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
5	Luftkapazität ¹⁴	gemäß Eignungsnachweis	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN <u>EN ISO 11274</u> bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	L	je 1.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04

Gelöscht: 02.2015

Gelöscht:

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 18121

Gelöscht:

Gelöscht: 18125¶

Gelöscht: 18 130

¹² _Kontrollprüfungen durch Eigen- und Fremdprüfung je Einbaulage; Anteil der Fremdprüfung mindestens ein Drittel

¹³ _bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

¹⁴ _kann entfallen, wenn die Anforderungen der Parameter Wassergehalt und Trockendichte / Verdichtungsgrad eingehalten werden

Nr.	Parameter	Anforderung	Prüfvorschrift	Kontrollprüfung ¹²	
				Art	Häufigkeit
6	nutzbare Feldkapazität ^{14,15}	gemäß Eignungsnachweis	Feldkapazität nach DIN <u>EN ISO 11274</u> permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	L	je 1.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
7	Gehalt an organischem Material/ Humusgehalt	gemäß Eignungsnachweis	DIN <u>EN 15936</u>	L	je 5.000 m ² mindestens aber einmal je Bodenmaterial
8	<u>Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat</u> - <u>Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt</u> - <u>Deponieersatzbaustoffe</u>	<u>DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9</u> <u>DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9</u>	<u>DepV, Anhang 4</u> DepV, Anhang 4	L L	<u>je 5.000 m² mindestens aber dreimal</u> <u>§ 17 DepV (Eigenprüfung gemäß § 8 Abs. 3 DepV und Fremdprüfung gemäß § 8 Abs. 5 DepV)</u>
9	Bodenfremde Bestandteile (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.)	gemäß Eignungsnachweis	visuell, ggf. gravimetrisch visuell	F/(L)	baubegleitend
10	Dicke	gemäß Dimensionierung unter Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Sackungsreserve	Vermessung	F	je 1.000 m ²

Gelöscht: ¶
 Gelöscht: 04
 Gelöscht: 02.2015

Formatiert: Schriftart: (Standard) Arial, 9 Pt., Hochgestellt
 Gelöscht:

Gelöscht: ISO 10694

Gelöscht: Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat.
 Gelöscht: gemäß Eignungsnachweis (Schlüsselparameter)
 Gelöscht: 8
 Gelöscht: Abs. 3
 Gelöscht:)
 Gelöscht: 8
 Gelöscht: Abs. 5 (

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

¹⁵ 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 Trockenrohddichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04.

Gelöscht: 02.2015

Gelöscht: ¶

-----Seitenumbruch-----

¶

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 / Anfahrerschutz und Einhaltung eines Horizontalabstandes von mindestens 3 m zu deponietechnischen Einrichtungen (z.B. gastechnischen Anlagen, Sickerwasserschächte) vorzusehen.

ENTWURF vom 13.04.2016

Gelöscht: ¶

Gelöscht: 04.

Gelöscht: 02.2015

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 Roudungsfräse 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.

Seite 22: [1] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

E 2 – 06 Grundsätze der Abfallmechanik, 1997

Seite 22: [2] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

E 2 – 16 Setzungs- und Verformungsmessungen bei Deponien, 1997

E 2 – 17 Sicherheitsbetrachtungen bei Abdichtungssystemen, 1997

Seite 22: [3] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

E 2 – 30 Modellierung des Wasserhaushalts der Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien, September 2003

Seite 22: [4] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

E 3 – 01 Eignungsprüfungen mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen, April 2010

E 5 – 1 Grundsätze des Qualitätsmanagements, 1997

Seite 23: [5] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

Dehner, U., 2009: Bodenphysikalische Kennwerte - Auswertung der Bodenphysikdatenbank des Landesamtes für Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz. (http://www.lgb-rlp.de/bodenphysikalische_kennwerte.html)

Dehner, U., Vorderbrügge, T. & Harrach, T., 2009: Raster- und Isoliniendiagramme für Kennwerte des Bodenwasserhaushalts. In: Böden - eine endliche Ressource , 5.-13. September 2009, Bonn. (<http://eprints.dbges.de/138/>)

Ellenberg et al., 1992:

Seite 23: [6] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. -

Seite 23: [7] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

in: EGLOFFSTEIN, T.; BURKHARDT

Seite 23: [8] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

: Kutschera, L., Lichtenegger, E. -

Seite 23: [9] Gelöscht	Wolfgang Bräcker	04.04.2016 11:01:00
------------------------	------------------	---------------------

Kutschera und Lichtenegger, 1992: