

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

**Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1
„Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten
aus natürlichen mineralischen Baustoffen“**

vom 30.11.2017

Gelöscht: 04.12.2014

veröffentlicht am ##.##.2018

Gelöscht: 20.03.2015

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Grundsätzliche Materialanforderungen	4
3	Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Nachweise	5
3.1	Abdichtungswirkung	5
3.1.1	Nachweisverfahren	5
3.1.2	Prüfgrößen	5
3.2	Mechanische Widerstandsfähigkeit	6
3.2.1	Standicherheit und Verformungssicherheit	7
3.2.2	Hydraulische Widerstandsfähigkeit	8
4	Beständigkeit	8
4.1	Beständigkeit gegenüber infiltriertem Niederschlagswasser	9
4.2	Beständigkeit gegenüber Mikroorganismen und Pilzen	9
4.3	Beständigkeit gegenüber Pflanzen	9
4.4	Beständigkeit gegenüber Tieren	9
4.5	Beständigkeit gegenüber Temperaturen	9
4.6	Beständigkeit gegenüber Witterung	10
4.7	Beständigkeit gegenüber Wassergehaltsänderungen	10
4.8	Beständigkeit gegenüber Gasen	11
5	Eignungsuntersuchungen	11
5.1	Laborversuche	11
5.1.1	Klassifizierung des natürlichen mineralischen Baustoffs	12
5.1.2	Dichte	12
5.1.3	Dichtigkeit	12
5.2	Nachweis der Herstellbarkeit	12
6	Entwurf und Bemessung	13
7	Gewinnung und Aufbereitung des Dichtungsmaterials	14
8	Einbau	14
9	Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente	15
10	Qualitätsmanagement und Abnahme	16
10.1	Qualitätslenkung	16
10.2	Qualitätsprüfung	16
10.2.1	Felduntersuchungen	17
10.2.2	Laboruntersuchungen	17
10.3	Freigabe und Abnahme	18
11	Technische Bezugsdokumente	18

Anhang 1: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen

1 Allgemeines

Nach Anhang 1, Nr. 2.1 der Deponieverordnung (DepV) dürfen für die Verbesserung der geologischen Barriere und technische Maßnahmen als Ersatz für die geologische Barriere sowie 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.

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.

Die nachzuweisenden Anforderungen ergeben sich aus dem „Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten – übergreifende Anforderungen“ (BQS 5-0). Diese werden mit den hier vorliegenden BQS 5-1 für Oberflächenabdichtungen aus natürlichen Baustoffen konkretisiert. Durch entsprechende Verweise (*kursiv gedruckt*) wird auf die jeweils maßgebenden Festlegungen im BQS 5-0 hingewiesen.

Es werden die für die Beurteilung grundsätzlich zu erbringenden Angaben und Nachweise für den vorgesehenen Anwendungsbereich beschrieben. Damit wird der Rahmen für entsprechende Eignungsprüfungen vorgegeben.

Für die im Folgenden genannten Kriterien ist die Eignung der Komponente nachzuweisen. Als Nachweisgrundlagen werden, soweit z. Zt. möglich, Prüfverfahren und Nachweiskonzepte angegeben.

Die Prüfstellen, bei denen die Eignungsprüfungen durchzuführen sind, sollten für die jeweiligen Untersuchungen akkreditiert sein.

Auf der Basis der bestandenen Eignungsprüfung werden von der zuständigen Behörde in der Eignungsbeurteilung u. a. die Anforderungen an den natürlichen mineralischen Baustoff, die Ausgangsstoffe, die Bandbreite der zulässigen Zusammensetzungen und die für den Anwendungsfall erforderlichen Einbaurandbedingungen festgelegt. Es wird weiterhin der Umfang des Qualitätsmanagements festgelegt.

Hinweis:

Auf der Grundlage dieses BQS als geeignet beurteilte mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten können nach Maßgabe der abfallrechtlichen Genehmigungsbehörde auch bei Altdeponien (TA Abfall, TA Siedlungsabfall Nr. 11.2) und im Rahmen der Übergangsvorschriften (TA Abfall, TA Siedlungsabfall Nr. 12) verwendet werden, wenn dies unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, z. B. Dichtigkeit und Beständigkeit gegenüber Deponiegaseinwirkung und Setzungen infolge biochemischen Abbaus erfolgt.

2 Grundsätzliche Materialanforderungen

Zur Herstellung von mineralischen Oberflächenabdichtungskomponenten sind grundsätzlich natürliche mineralische Baustoffe geeignet,

- die bei ihrer Gewinnung einer Qualitätsüberwachung unterliegen.
- die sich durch Angabe geeigneter Merkmale eindeutig kennzeichnen lassen und
- deren zulässige Bandbreiten der Material- und Einbauparameter so festgelegt sind, dass sie sich bodenmechanisch und hydraulisch gleichartig verhalten.

Darüber hinaus müssen die natürlichen mineralischen Baustoffe folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Die Kornabstufung ist so zu wählen, dass ein Austragen von Feinstbestandteilen nicht möglich ist (Suffosionsbeständigkeit).
- b) Böden mit Grobkies größer 32 mm und Steinen, Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen dürfen nicht verwendet werden. Die im Boden verteilte organische Substanz darf 1 Masse-% nicht überschreiten. Für natürliche organogene Böden sind Überschreitungen bis 5 % möglich. Der Karbonatgehalt darf nicht mehr als 30 Masse-% betragen.
- c) Zur Austrocknungsempfindlichkeit der Mineralstoffe ist ein Gutachten vorzulegen, welches auch den vorgesehenen dauerhaften Schutz der mineralischen Oberflächenabdichtungskomponente am Standort berücksichtigt. Der Einbauwassergehalt einer mineralischen Dichtung soll während der Funktionsdauer der Oberflächenabdichtung nicht wesentlich unterschritten werden, um keine Schrumpfungsprozesse auszulösen. Mit der Saugspannung liegt ein Parameter vor, der zusammen mit dem Wassergehalt der Dichtung und den überlagernden Komponenten des Abdichtungssystems eine Abschätzung des Austrocknungsverhaltens erlaubt. Erforderlichenfalls ist der Anteil aktiver / quellfähiger Tonminerale zu begrenzen und es sind geeignete Schutzmaßnahmen gemäß Anhang 1 vorzusehen.
- d) Der natürliche mineralische Baustoff muss im eingebauten Zustand den zu erwartenden Verformungen plastisch folgen können. Auflastbedingte Verformungen des Dichtungsaufbauers dürfen die Funktionstüchtigkeit des Deponieabdichtungssystems nicht beeinträchtigen.
- e) Der natürliche mineralische Baustoff muss im eingebauten Zustand homogen sein und einen gleichmäßigen Einbauwassergehalt aufweisen.

3 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Nachweise

3.1 Abdichtungswirkung

3.1.1 Nachweisverfahren

(siehe BQS 5-0 Nr. 2.1)

In Nr. 2.1.1 der „BQS 5-0 sind Anforderungen an die Dichtigkeit der Oberflächendichtung gegenüber infiltriertem Niederschlagswasser unter den für Deponien maßgebenden Randbedingungen genannt. Hieraus sind die Anforderungen an die zu beurteilende mineralische Dichtungsschicht abzuleiten. Der Nachweis der Dichtigkeit erfolgt unter Berücksichtigung von BQS 5-0 Nr. 2.1.2.

3.1.2 Prüfgrößen

a) Durchlässigkeitsbeiwerte k für $i = 30$ in Abhängigkeit von:

- der Dichte
- dem Einbauwassergehalt
- der Verdichtungsenergie
- Auflasten 15 bis 60 kN/m² (ungünstigster Fall ist maßgebend)
- Temperaturen 10 bis 30 °C (ungünstigste Temperatur ist maßgebend)

Die zeitliche Entwicklung der Durchlässigkeit ist festzustellen. Ein- und Ausbauwasser-gehalte, Ein- und Ausbaudichten sowie Poren- und Sättigungszahl vor und nach dem Versuch sind anzugeben.

Nachweisgrundlage:

siehe Nr. 11

b) Dichtigkeit des verformten Dichtungselements bei ein- und zweiachialer Verformung

Es ist nachzuweisen, bis zu welcher Dehnung die Dichtigkeit nach Nr. 3.1.2 a) gegeben ist.

Nachweisgrundlage:

im Einzelfall festzulegen (z. B. nach Horn, Schick, Wunsch [4] oder Amann, Edelmann, Katzenbach[1])

c) Dichtigkeit von Anschlüssen und Durchdringungen

Nachweisgrundlage:

Beurteilung anhand von Standardlösungen mit Darstellungen in Regelzeichnungen, ggf. Verweis auf Versuchseinbau

d) Abschätzung der Auswirkungen von Fehlstellen und Imperfektionen innerhalb der mineralischen Dichtungsschicht auf die Systemdichtigkeit

Nachweisgrundlage:

Bewertung der Möglichkeit des Auftretens von Fehlstellen und ggf. rechnerische Abschätzung ihrer Auswirkung, ggf. Maßnahmen zur Verhinderung in Einbauanweisung unter Heranziehung von Erfahrungs- und Prüferten

3.2 Mechanische Widerstandsfähigkeit

(siehe BQS 5-0 Nr. 2.2.)

In BQS 5-0 Nr. 2.2 wird die mechanische Widerstandsfähigkeit des Abdichtungssystems gegenüber äußeren Einwirkungen gefordert. Hierfür werden Anforderungen an bestimmte Eigenschaften der Dichtungselemente gestellt bzw. die Eigenschaften müssen für die erforderlichen projektbezogenen Nachweise bekannt sein.

3.2.1 Standsicherheit und Verformungssicherheit

Die Standsicherheit und die Verformungssicherheit der Dichtung sind projektbezogen unter Berücksichtigung der *BQS 5-0 Nr. 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3* nachzuweisen. Die hierfür benötigten Materialkennwerte sind für das zum Einsatz kommende mineralische Dichtungsmaterial zu bestimmen. Es sind daher mindestens Nachweise bzw. Angaben zu folgenden Parametern als charakteristische Werte¹ erforderlich:

a) innere Scherfestigkeit in Abhängigkeit von:

- Auflast: bis 60 kN/m²
- Temperaturen: 0 bis 30 °C (ungünstigste Temperatur ist maßgebend)
- Wassergehalt: Einbauwassergehalt, konsolidierter drainierter Zustand, ggf. un-konsolidierter, undrainierter Zustand;
bei trocken einzubauenden Dichtungsmaterialien: trockener Zustand, wassergesättigter Zustand

Nachweisgrundlage:

GDA Empfehlungen E 2-13 und E 3-1

b) Steife- bzw. Verformungsmodul in Abhängigkeit von Wassergehalten wie nach Nr. 3.2.1 a), nicht im unkonsolidierten, undrainierten Zustand

Nachweisgrundlage:

Siehe GDA E 2-13 Verformungsnachweis für mineralische Abdichtungsschichten

c) Verformbarkeit des Dichtungselementes im Hinblick auf die Dichtigkeitseigenschaften (siehe Nr. 2 c)) auch unter Berücksichtigung veränderlicher Wassergehalte (siehe Nr. 4.7)

d) Scherfestigkeit in vorhandenen Schichtgrenzen, sofern sie nicht projektbezogen zu ermitteln sind

Nachweisgrundlage:

Rahmenscherversuche z. B. nach GDA E 3-08

DIN 18137-3, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben – Direkter Scherversuch

¹

Als charakteristischer Wert ist hier ein auf der sicheren Seite liegender Mittelwert anzugeben

e) Beständigkeit der Eigenschaften nach Nr. 3.2.1 a) bis d) unter maßgebenden nicht mechanischen Einwirkungen (siehe Nr. 4 Beständigkeit)

f) Mechanische Eigenschaften des eingebauten Materials

Übertragbarkeit der Laborwerte nach Nr. 3.2.1 a), b), c) auf Feldwerte unter Berücksichtigung von Einbaubedingungen, Materialstreuungen, Verarbeitungsstreuungen; Angabe von auf der sicheren Seite liegenden Mittelwerten

Ziel: Angabe dieser Werte in der abfallrechtlichen Zulassung für projektbezogene Nachweise der Standsicherheit und Verformungssicherheit des Abdichtungssystems, projektbezogener Nachweis höherer Werte möglich, ggf. Hinweise zur Herstellung der Dichtungsschicht in Einbauanweisung

Nachweisgrundlage:

z. B. statistische Auswertungen von QM-Protokollen ausgeführter Maßnahmen oder Angabe von charakteristischen Werten auf der Basis von DIN 4020

3.2.2 Hydraulische Widerstandsfähigkeit

Die hydraulische Widerstandsfähigkeit von mineralischen Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen Baustoffen gegenüber innerer Erosion und Suffusion infolge von Durchströmungsvorgängen kann als gegeben angesehen werden.

4 Beständigkeit

(siehe BQS 5-0 Nr. 2.3)

Im Hinblick auf die Dichtigkeit und die mechanische Widerstandsfähigkeit wird in BQS 5-0 Nr. 2.3 die Beständigkeit der Dichtung gefordert. Die allgemeinen Anforderungen ergeben sich aus BQS 5-0 Nr. 2.3.1. Für die einzelnen möglichen Einwirkungen sind die Anforderungen in BQS 5-0 Nr. 2.3.2 genannt. BQS 5-0 Nr. 2.3.3 enthält allgemeine Vorgaben der Nachweisführung.

Der Nachweis der Beständigkeit erfolgt unter Berücksichtigung von BQS 5-0 Nr. 2.3.3.

4.1 Beständigkeit gegenüber infiltriertem Niederschlagswasser

Unter Berücksichtigung von *BQS 5-0 Nr. 2.3.2.1* sind Angaben bzw. Nachweise zur Beständigkeit der dichtenden und mechanischen Eigenschaften der Abdichtungskomponente zu erbringen:

Die Beständigkeit von mineralischen Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen Baustoffen gegenüber infiltrierendem Niederschlagswasser kann als gegeben angesehen werden

4.2 Beständigkeit gegenüber Mikroorganismen und Pilzen

Unter Berücksichtigung von *BQS 5-0 Nr. 2.3.2.2* sind Angaben bzw. Nachweise zur Beständigkeit der dichtenden und mechanischen Eigenschaften der Abdichtungskomponente zu erbringen.

Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen werden von Mikroorganismen und Pilzen nicht relevant angegriffen (LANUV-Fachbericht 25), ein gesonderter Nachweis kann entfallen.

4.3 Beständigkeit gegenüber Pflanzen

Mineralische Dichtungen aus natürlichen mineralischen Baustoffen sind nicht wurzelbeständig und daher gegen das Eindringen von Pflanzenwurzeln durch geeignete Maßnahmen zu schützen (s. Anhang 1). Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind darzustellen.

4.4 Beständigkeit gegenüber Tieren

Mineralische Dichtungen aus natürlichen Baustoffen sind in der Regel nicht beständig gegen Tiere und daher durch geeignete Maßnahmen zu schützen (s. Anhang 1). Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind darzustellen.

4.5 Beständigkeit gegenüber Temperaturen

Unter Berücksichtigung von *BQS 5-0 Nr. 2.3.2.5* sind folgende Angaben bzw. Nachweise zur Beständigkeit der dichtenden und mechanischen Eigenschaften der Abdichtungskomponente zu erbringen:

- a) Beständigkeit gegenüber den ständigen Einwirkungen von Temperaturen zwischen 0 und 30 °C (ungünstigste Temperatur ist maßgebend)
- b) Beständigkeit gegenüber wechselnden Einwirkungen von Temperaturen zwischen 0 und 30 °C
- c) Darstellung ggf. erforderlicher Schutzmaßnahmen

4.6 Beständigkeit gegenüber Witterung

Unter Berücksichtigung von *BQS 5-0 Nr. 2.3.2.6* sind folgende Angaben bzw. Nachweise zur Beständigkeit der dichtenden und mechanischen Eigenschaften der Abdichtungskomponente zu erbringen:

- a) Beständigkeit gegenüber direkten Einwirkungen im Bauzustand oder bei freiliegender Dichtung
- b) Darstellung ggf. erforderlicher Schutzmaßnahmen

Nachweisgrundlagen:

Unter Nrn. 3.1 und 3.2 genannte Nachweise und Versuche unter entsprechenden Randbedingungen

4.7 Beständigkeit gegenüber Wassergehaltsänderungen

Austrocknungs- und Rissgefährdung des Dichtungselementes sind projektbezogen nachzuweisen.

Unter Berücksichtigung von *BQS 5-0 Nr. 2.3.2.7* sind für die Beurteilung der Auswirkungen von Wassergehaltsänderungen auf die Verformungseigenschaften und die Dichtigkeit im Rahmen der Eignungsprüfung folgende Nachweise zu erbringen:

- a) Wassergehalts-/Wasserspannungscharakteristik unter Berücksichtigung von ggf. auftretenden Synäreseffekten

Nachweisgrundlage:

z. B. Überdruckmethode nach RICHARD [2]

- b) Einfluss veränderlicher Wasserspannungen/Wassergehalte auf die Verformungseigenschaften und auf die Dichtigkeit

Nachweisgrundlage:

Unter Nrn. 3.1 und 3.2 genannte Nachweise und Versuche unter entsprechenden Randbedingungen

- c) Einfluss von zyklischen Wassergehaltsänderungen auf das Schrumpf- und Quellverhalten und auf die Dichtigkeit

Nachweisgrundlage:

wird im Einzelfall festgelegt

- d) Konsistenzgrenzen, Konsistenzzahl beim Einbau

Nachweisgrundlage:

siehe Nr. 11

- e) Einfluss einer langzeitigen Wasseraufnahme bei Trockeneinbaumaterialien auf die mechanischen Eigenschaften (siehe auch Nr. 3.2) unter Berücksichtigung von Auflasten von 15 bis 60 kN/m²

4.8 Beständigkeit gegenüber Gasen

Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen Baustoffen sind gegenüber Deponiegas chemisch beständig. Ein Nachweis kann entfallen.

5 Eignungsuntersuchungen

5.1 Laborversuche

Anhand der Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen ist das Material nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN 18196 zu klassifizieren. Die Anzahl der Einzelproben ist nach der Streuung der Materialkennwerte festzulegen. In der Regel sind mindestens drei repräsentative Einzelproben erforderlich

5.1.1 Klassifizierung des natürlichen mineralischen Baustoffs

- a) Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- b) Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121-1
- c) Bestimmung der Konsistenzgrenzen und der abgeleiteten Werte nach DIN 18122-1 und DIN 18122-2
- d) Bestimmung der Wasseraufnahme nach ENSLIN/NEFF DIN 18132
- e) Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128
- f) Bestimmung des Kalkgehaltes nach SCHEIBLER DIN 18129
- g) Geologische Beschreibung, Gesteinsbeschreibung, Bestimmung der Tonminerale (quantitativ)

5.1.2 Dichte

Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127

5.1.3 Dichtigkeit

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-1

Im Hinblick auf die Abnahme mineralischer Dichtungsschichten ist gegebenenfalls die Gleichwertigkeit von Schnellversuchen nachzuweisen.

5.2 Nachweis der Herstellbarkeit

Die mineralische Oberflächenabdichtungskomponente aus natürlichen mineralischen Baustoffen muss unter Bedingungen, wie sie auf Deponiebaustellen herrschen, so verarbeitet werden können, dass sie die in den Eignungsuntersuchungen nachgewiesenen Leistungen mit ausreichender Sicherheit im eingebauten Zustand erbringt.

Unter Berücksichtigung der Festlegungen in den Grundsätzen ist die Herstellbarkeit durch Angaben zu folgenden Punkten nachzuweisen:

- Herstellungsvoraussetzungen
- Herstellungsverfahren
- Empfindlichkeit gegenüber Einbaubeanspruchungen
- Prüfung der Qualitätsmerkmale
- Nachbesserungsmöglichkeit, Reparierbarkeit

Nachweise der grundsätzlichen Herstellbarkeit sind durch Probefelder zu erbringen. Die Anforderungen an die Herstellung von Probefeldern sind in der GDA Empfehlung E 3-5 und im gemeinsamen Merkblatt zu Mineralischen Deponieabdichtungen des LfU Bayern und des LANUV Nordrhein-Westfalen beschrieben.

Auf Probefelder kann nur verzichtet werden, wenn die grundsätzliche Herstellbarkeit aufgrund vorangegangener Maßnahmen und vergleichbarer

- Materialeigenschaften
- Auflagerverhältnisse,
- Geräte- und Personalausstattung

nachgewiesen wurde.

6 Entwurf und Bemessung

Die Gesamtdicke der mineralischen Dichtung darf 0,30 m aus bautechnischen Gründen nicht unterschreiten. Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen müssen aus Gründen des Fehlstellenausgleichs mindestens zweilagig eingebaut werden. Bautechnisch hat sich eine Dicke der einzelnen Lagen von ca. 0,25 m bewährt. Die Einhaltung der Anforderungen in den Fußnoten 2 bzw. 3 zur Tabelle 2 Anhang 1 DepV ist nachzuweisen.

Der Einbauwassergehalt einer mineralischen Dichtung soll während der Funktionsdauer der Oberflächenabdichtung nicht wesentlich unterschritten werden, um keine Schrumpfungsprozesse auszulösen. Der Entwurf und die Bemessung muss daher auch Anforderungen an die weiteren Systemkomponenten und erforderliche Schutzmaßnahmen nach Nr. 9 beinhalten.

7 Gewinnung und Aufbereitung des Dichtungsmaterials

Die für die Entnahme des natürlichen mineralischen Baustoffs vorgesehenen Gewinnungsstellen sind so eingehend zu untersuchen, dass die geforderte Bandbreite der Material- und Einbauparameter sicher eingehalten werden kann. Bei sehr wechselhaft aufgebauten Gewinnungsstellen soll eine laufende Überwachung der Materialentnahme durch die Fremdprüfung nach E 5-10 der GDA - Empfehlungen vorgenommen werden.

Durch Transport und Zwischenlagerung dürfen sich die Eigenschaften des Dichtungsmaterials nicht negativ verändern, ggf. müssen die Eigenschaften durch Aufbereitung wieder hergestellt werden.

Das Fräsen in einem externen Mischfeld (ex-situ) zur Herstellung der Homogenität darf nur nach positiv verlaufendem großmaßstäblichem Versuch durchgeführt werden.

8 Einbau

Beim Einbau mineralischer Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen Baustoffen ist Folgendes grundsätzlich zu beachten:

- a) Das Dichtungsaufleger muss eine ausreichende Tragfähigkeit mit einem E_{V2} -Wert von mindestens 30 MN/m^2 besitzen (bei dynamisch zu verdichtendem Baustoff i. d. R. E_{V2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$). Geringere Tragfähigkeiten, d. h. geringere E_{V2} -Werte, können nur dann zugelassen werden, wenn die Anforderungen an das Auflager projektbezogen in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes, von Wassergehalt und der Trockendichte der Dichtung sowie von der Verdichtungstechnik im Probefeld ermittelt und im Qualitätsmanagementplan durch Festlegung u. a. der zulässigen Spanne des Verformungsmoduls E_{V2} festgeschrieben werden.
- b) Die mineralische Abdichtungskomponente ist mit den nach den Ergebnissen des Probefeldes (Nr. 5.2) festgelegten Geräten einzubauen.
- c) Jede eingebaute Lage der mineralischen Dichtung muss mindestens einen Verdichtungsgrad $DPr > 95 \%$ aufweisen.
- d) Der Einbauwassergehalt (w) muss im Bereich des optimalen Wassergehalts oder unter dem Proctorwassergehalt (wPr) liegen. Bei einem Einbauwassergehalt unter dem Proctorwassergehalt (w_{pr}) ist ein Luftporenanteil von $n_a \leq 5 \text{ Vol-\%}$ ist einzuhalten; ein Luftporenanteil von $n_a \leq 3 \text{ Vol-\%}$ sollte angestrebt werden..
- e) Das Material muss im eingebauten Zustand homogen sein und einen gleichmäßigen Einbauwassergehalt aufweisen.

- f) Mineralische Dichtungen aus natürlichen mineralischen Baustoffen dürfen nicht bei Wetterlagen hergestellt werden, die einer Einhaltung der geforderten Einbaubedingungen (Wassergehalt, Verdichtungsgrad, Durchlässigkeitsbeiwert) entgegenstehen (z.B. Frostwetterlagen).
- g) Mit Beginn der Frostperiode ist die fertig gestellte mineralische Dichtung vor frostbedingten Beschädigungen zu schützen (z.B. frostsichere Abdeckung).
- h) Während der Bauausführung ist eine Vernässung der Oberfläche des Auflagers der natürlichen mineralischen Dichtung und jeder fertig gestellten Einbaulage der natürlichen mineralischen Dichtung zu verhindern.
- i) Schrumpfrisse der mineralischen Dichtung und jeder fertig gestellten Einbaulage der mineralischen Dichtung sind durch technische Maßnahmen zu vermeiden.
- j) Bei der Verwendung von stückigem Material dürfen Bodenaggregate, die größer als 32 mm sind, nicht eingebaut werden.
- k) Die erforderliche Einbaulagendicke, die nicht mehr als 10 % überschritten werden darf, wird im Probefeld ermittelt. Bei feinkörnigen Böden (Tonen) liegt in der Regel die maximal zu erreichende homogen zu verdichtende Lagendicke bei 0,25 m. Auf eine gute Verzahnung (Verbund) der aufeinander eingebauten Lagen ist zu achten. Die Gesamtmindestdicke nach Nr. 6 darf an keiner Stelle unterschritten werden (GDA-Empfehlungen E 5-1, E 5-2).
- l) Schürfe und Sondieröffnungen in der mineralischen Dichtungsschicht sind entsprechend den Anforderungen an die mineralische Abdichtung sorgfältig zu verschließen.
- m) Nach Fertigstellung jeder verdichteten Lage muss diese nach den Nrn. 10.2 und 10.3 abgenommen werden, bevor mit dem Einbau der darauf folgenden Lage begonnen wird bzw. mit dem Einbau einer zweiten Dichtungskomponente begonnen wird.

9 Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente

Nach Fertigstellung der mineralischen Abdichtung ist sie durch geeignete Maßnahmen vor Schädigungen zu schützen.

Baubegleitende Maßnahmen sind im Qualitätsmanagementplan unter Berücksichtigung der Standortsituation und der übrigen Komponenten des Abdichtungssystems festzulegen.

Über die baubegleitenden Maßnahmen hinaus kann es erforderlich sein, zum Beispiel Geogitter zur Erhöhung der Standsicherheit, Geotextilien oder mineralische Schutzschichten zur

Verhinderung von punktuellen Störungen der Oberfläche zum Beispiel durch das Eindrücken von mineralischem Dränmaterial, Geotextilien oder mineralische Schutzschichten zur Verhinderung von Suffosion, geotextile oder mineralische Durchwurzelungs- und / oder Wühlsperrschichten, geotechnische oder mineralische Schutzschichten zur Verhinderung von Austrocknung und Schrumpfrissbildung gemäß Anhang 1 vorzusehen.

10 Qualitätsmanagement und Abnahme

Das Qualitätsmanagement umfasst

- die Gewinnung,
- die Aufbereitung,
- den Transport,
- die Lagerung,
- den Einbau und
- den Schutz

des natürlichen mineralischen Dichtungsmaterials und hat das Ziel, die einwandfreie Herstellung der Abdichtung zu gewährleisten. Hiermit soll die Wahrscheinlichkeit von Material- und Herstellungsfehlern minimiert werden.

Das Qualitätsmanagement beinhaltet Tätigkeiten der Qualitätsplanung, der Qualitätslenkung, der Qualitätssicherung und der Qualitätsverbesserung. Im Qualitätsmanagementplan nach E 5-1 Nr. 2 der GDA – Empfehlungen werden die Qualitätslenkung, -überwachung und -kontrolle geregelt, folgende Anforderungen gelten:

10.1 Qualitätslenkung

Zur Qualitätslenkung müssen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen getroffen werden. Insbesondere sind die Vorgaben zur Gewinnung und Aufbereitung des Dichtungsmaterials (Nr. 7) und zum Einbau (Nr. 8) einzuhalten.

10.2 Qualitätsprüfung

Es sind Eigen- und Fremdprüfungen durchzuführen. Die fremdprüfende Stelle muss nach DIN EN ISO/IEC 17020 als Inspektionsstelle für die Fremdprüfung im Deponiebau und nach DIN EC ISO/IEC 17025 als Prüflaboratorium akkreditiert sein. Spezielle Prüfungen können vom Fremdprüfer an eine unabhängige Institution vergeben werden, die für diese Prüfungen akkreditiert ist. Die Aufgaben und die Qualifikation der Fremdprüfung für mineralische Komponenten in Abdichtungssystemen ergeben sich für mineralische Komponenten aus dem Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 9-1. Die zuständige Behörde hat die Arbeiten zu

überwachen, sie hat sich u. a. davon zu überzeugen, dass der Fremdprüfer ordnungsgemäß arbeitet.

Je eingebauter Lage sind durch die Fremdprüfung nachfolgend genannte Feld- und Laboruntersuchungen erforderlich. Darüber hinaus kann auf der Grundlage der Ergebnisse aus den Eignungsuntersuchungen die laufende Kontrolle weiterer Parameter erforderlich sein.

10.2.1 Felduntersuchungen

- a) Alle 1.000 m² je verdichteter Lage – mindestens aber an drei verschiedenen Stellen – ist die Dichte nach DIN 18125, Teil 2 im unteren Drittel der jeweiligen Lage zu bestimmen. Die Dichte kann in einem Überwachungsschritt (Eigen- oder Fremdprüfung) ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radiometrischen Sonde im Rasterabstand von 15 x 15 m bestimmt werden. Sofern die mineralische Dichtung in der Böschung nach Nr. 8 n) in horizontalen Lagen eingebaut wurde, ist die Dichte jeweils alle 30 m eingebauter Dichtungslage zu bestimmen.
- b) Beim Dichtungsaufleger kann die Dichte ersatzweise auch durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 und ZTVE StB 2009 ermittelt werden.
- c) Die Oberfläche des Dichtungsauflegers und jeder fertiggestellten Dichtungslage sind unmittelbar vor dem Aufbringen der nachfolgenden Lage bzw. einer Systemkomponente visuell zu prüfen.
- d) Die Oberfläche des Dichtungsauflegers und jeder fertiggestellten Dichtungslage sind durch höhenmäßige Vermessung der Oberfläche im Raster 20 x 20 m zu prüfen.

10.2.2 Laboruntersuchungen

Alle 1.000 m² je verdichtete Lage- mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen – sind Proben zu entnehmen und nach Nr. 5.1.1 b) (Wassergehalt) und 5.1.3 (Wasserdurchlässigkeit) zu untersuchen. Sofern grobstückiges Material eingebaut wurde, ist die erreichte Zerkleinerung nach Nr. 8 j) zu beachten. An jeder 4. Probe sind zusätzlich – mindestens jedoch 1 mal pro Einbautag bzw. Teilfläche – die Untersuchungen nach den Nrn. 5.1.1 a) (Korngrößenverteilung) und 5.1.2 (Dichte) durchzuführen. Abweichend hiervon können dazu auch Schnellversuche zur Anwendung kommen, deren Gleichwertigkeit im Rahmen der Eignungsprüfung nachzuweisen ist.

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen vom <u>30.11.2017</u>	Seite 18
--	----------

Gelöscht: 04.12.2014

10.3 Freigabe und Abnahme

Die Freigabe zum Weiterbau einzelner Komponenten kann die Fremdprüfung ggf. in Abstimmung mit der behördlichen Überwachung erteilen. Zur Freigabe eines jeden Teilabschnittes fertig gestellter mineralischer verdichteter Lagen müssen ausreichende Untersuchungsergebnisse zur Einhaltung der Anforderungen an die Durchlässigkeit vorliegen.

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

11 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 13.04.2016,

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)

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin,

"Fremdprüfung beim Einbau von Kunststoffkomponenten und –bauteilen in Deponieabdichtungssystemen – Richtlinie der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin für Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle"; November 2016

Gelöscht: 2014

Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS)

Zusätzliche Akkreditierungskriterien für Stellen, die an der Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen entsprechend der Deponieverordnung (DepV) beteiligt sind, Mai 2016

Gelöscht: 2014

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten – übergreifende Anforderungen vom 04.12.2014

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-2 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen“ vom 30.11.2017

Gelöscht: 04.12.2014

Gelöscht: ¶

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-3 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen“ vom 30.11.2017

Gelöscht: 04.12.2014

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen vom <u>30.11.2017</u>	Seite 19
--	----------

Gelöscht: 04.12.2014

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

Gelöscht: 04.12.2014

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“
Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 9-1 „Qualitätsmanagement - Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ vom 20.12.2016

Gelöscht: 09.04.2014

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Mineralische Deponieabdichtungen“ Gemeinsames Merkblatt (LfU-Deponie-Info – Merkblatt 1, LANUV -Arbeitsblatt 6) (2009)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
„Langzeitbeständigkeit mineralischer Deponieabdichtungen“ LANUV-Fachbericht 25 (2010)

NORMEN

DIN EN ISO 14688-1:2013-12
Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung

DIN EN ISO/IEC 17020:2012-07
Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen

DIN EC ISO/IEC 17025:2005-08, 2. Berichtigung 2007-05
Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

DIN 4020:2010-12
Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke

DIN 4094:1990-12
Baugrund, Erkundung durch Sondierungen

DIN 18121-1:1998-04
Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung.

Gelöscht: 1

Gelöscht: 04.12.2014

DIN 18122-1:1997-07

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen),
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

DIN 18122-2:2000-09

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) -
Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze

DIN 18123:2011-04

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung

DIN 18125-2:2011-03

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens -
Teil 2: Feldversuche.

DIN 18127:2012-09

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Proctorversuch

DIN 18128:2002-12

Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

DIN 18129:2011-07

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Kalkgehaltsbestimmung

DIN 18130-1:1998-05

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Bestimmung des Wasserdurchlässigkeits-
beiwerts

DIN 18132: 1995-12

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte - Bestimmung des Wasseraufnahmever-
mögens

Gelöscht: 2012-04

DIN 18134:2012-04

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Plattendruckversuch

DIN 18135:2012-04

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Kompressionsversuch

DIN 18136:2003-11

Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch

DIN 18137-1:2010-07

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Bestimmung der Scherfestigkeit, Begriffe
und grundsätzliche Versuchsbedingungen

DIN 18137-2:2011-04

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Bestimmung der Scherfestigkeit, Triaxialversuch

DIN 18137-3:2002-09

Baugrund - Untersuchung von Bodenproben – Direkter Scherversuch

DIN 18196:2011-05

Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

ZTVE StB 2009 Ausgabe 2009

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV Verlag GmbH, Wesseling Straße 17, 50999 Köln

EMPFEHLUNGEN TECHNISCHER FACHVERBÄNDE

GDA E 2-13

„Verformungsnachweis für mineralische Abdichtungsschichten“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand 1997

GDA E 2-31

„Rekultivierungsschichten“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand: Juni 2010; www.gdaonline.de

GDA E- 2-32

„Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldeponien“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand Januar 2010; www.gdaonline.de

GDA E 3-1

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

GDA E 3-5

„Versuchsfelder für mineralische Basis- und Oberflächenabdichtungsschichten“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

Gelöscht: ¶

¶

¶

GDA E 3-7

„Beurteilung der Erosions- und Suffosionsbeständigkeit von mineralischen Abdichtungsmaterialien“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

GDA E 3-08

„Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungsschichten“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand 1997 (ersetzt durch GDA E 3-8)

GDA E 3-8

„Reibungsverhalten von Geokunststoffen“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand 2005 (Ersatz für E 3-08)

GDA E 3-09

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

GDA E 5-1

„Grundsätze des Qualitätsmanagements; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

GDA E 5-2

„Qualitätsüberwachung bei mineralischen Oberflächen- und Basisabdichtungsschichten“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

GDA E 5-10

„Aufgaben und Qualifikation einer fremdprüfenden Stelle für mineralische Komponenten in Abdichtungssystemen“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) Empfehlungen „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Stand 2004

LITERATUR

[1] Amann, P., Edelmann, L., Katzenbach, R.:

Untersuchung von Schadensgrenzen mineralischer Barrieren durch Simulation von Verformungszuständen im Maßstab 1:1.-In: BMBF-Verbundforschungsvorhaben Wei-

terentwicklung von Deponieabdichtungssystemen, Schlussbericht, Teilvorhaben 09,
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, 1996

[2] Hartke, K.-H., Horn, R.:

Die physikalische Untersuchung von Böden, Enke Verlag Stuttgart, 1989

[3] Heimerl, H., Wienberg, R.:

Die Untersuchung des diffusiven Stofftransports. In: Bundesanstalt für Geowissen-
schaften und Rohstoffe: Deponieuntergrund. Methodenhandbuch, Band 5 Bodenphy-
sik und Tonmineralogie, Teil 5.4.1.11, 12 S., 1997

[4] Horn, A., Schick, P., Wunsch, R.:

Verformbarkeit, Rissicherheit und Dichtigkeit von mineralischen Deponiedichtungen.
In: Universität der Bundeswehr München: Mitteilungen des Instituts für Bodenmecha-
nik und Grundbau, H. 10, 1995

Anhang 1: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Wasserspannungen

Sofern der Austrocknungs- und Wurzelschutz der mineralischen Abdichtungskomponente nicht durch eine Konvektionssperre gewährleistet wird, sind diese vorrangig von der Rekultivierungsschicht und durch entsprechende Gestaltung der auf der Abdichtungskomponente unmittelbar aufliegenden Entwässerungsschicht sicherzustellen.

Die Rekultivierungsschicht muss einen ausreichenden Bodenwasservorrat und den Pflanzen einen genügenden Wurzelraum zur Verfügung stellen (siehe auch BQS 7-1 sowie GDA-Empfehlungen E 2-31 und E 2-32).

Die Dicke der Rekultivierungsschicht ist unter Berücksichtigung

- der Empfindlichkeit der mineralischen Abdichtungskomponente
- der meteorologischen Standortbedingungen
- der möglichen Wurzeltiefe der natürlichen potenziellen Vegetation des Standortes und
- der eingesetzten Böden

so zu dimensionieren, dass keine schädlichen Wasserspannungen auf die mineralische Abdichtungskomponente einwirken können.

Bei Einhaltung der nachfolgenden Kriterien kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass die o. g. Ziele erreicht werden:

- Mächtigkeit $\geq 1,50$ m; je nach örtlichen klimatischen und pflanzenstandortspezifischen Gegebenheiten sowie ggf. auch abhängig von der späteren Nutzung (z. B. Wald) können größere Rekultivierungsschichtdicken erforderlich sein.
- Die eingebaute Bodenschicht soll eine ausreichende nutzbare Feldkapazität (nFK) aufweisen, damit die Pflanzen in sommerlichen Trockenperioden nicht absterben und ein durch den Trockenstress hervorgerufenes Tiefenwachstum der Wurzeln verhindert wird. Hierfür soll die nutzbare Feldkapazität mindestens 200 mm betragen.
- Zur Sicherstellung einer ausreichenden Nährstoffversorgung sollte im oberen Bereich der Rekultivierungsschicht (≈ 30 cm) humoses Material verwendet werden (Oberboden). § 12 BBodSchV ist zu beachten.

Zur Vermeidung von Feuchtigkeitsentzug aus der mineralischen Abdichtungskomponente in Folge konvektiver Luftströmung ist die unmittelbar auf der Abdichtungskomponente aufliegende Entwässerungsschicht in geeigneter Weise auszuführen. Hierfür kommt z. B. eine mindestens 10 cm dicke Wasser speichernde Sandschicht (SE, SW, SU nach DIN 18 196) in Frage.