Örtlichkeit Deponiebaumaßnahme

Art / Gegenstand der zu prüfenden Abdichtungsmaßnahme

Qualitätsmanagementplan Boden

(Version 1.0)

Teil A Allgemeine Anforderungen an die Fremdprüfung

Teil B Besondere Anforderungen an die Prüfung der Systemkomponenten

B1 Basisabdichtung

B1 03 Mineralische Abdichtung

Ort, den TT.MM.JJJJ

Dieser QMP umfasst das Deckblatt, das Inhaltsverzeichnis und \*\*\* Textseiten. Er darf nur ungekürzt an Dritte weiter gegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

[Teil B Besondere Anforderungen an die Fremprüfung der Systemkomponenten 1](#_Toc38035264)

[B1 Basisabdichtung 1](#_Toc38035265)

[1 Mineralische Abdichtung 1](#_Toc38035266)

[1.1 Anforderungen mineralische Abdichtung 2](#_Toc38035267)

[1.2 Eignungsprüfung mineralische Abdichtung 5](#_Toc38035268)

[1.3 Probefeld mineralische Abdichtung 6](#_Toc38035269)

[1.4 Eingangsprüfungen mineralische Abdichtung 7](#_Toc38035270)

[1.5 Baubegleitende Prüfungen mineralische Abdichtung 8](#_Toc38035271)

# Teil B Besondere Anforderungen an die Fremprüfung der Systemkomponenten

# B1 Basisabdichtung

**B1.03 Mineralische Abdichtung**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

# Mineralische Abdichtung

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

Für die Mineralische Abdichtung gelten die folgenden Regelwerke der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“:

* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-2 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-3 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen“

## Anforderungen mineralische Abdichtung

Um den Anforderungen gemäß DepV und BQS gerecht zu werden, muss das Material der **mineralischen Abdichtung** folgenden Anforderungen genügen:

* Fein und gemischtkörniges Material,
* Maximale Korngröße 32 mm,
* Frei von Steinen, Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen,
* Gehalt an organischer Substanz (TOC) ≤ 1 Masse-%. Für natürliche organogene Böden sind Überschreitungen bis 5 Masse-% möglich,
* Kalkgehalt ≤ 15 Masse-%; höhere Kalkgehalte bis ≤ 30 Masse-% sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass die Wirksamkeit der mineralischen Abdichtung hierdurch nicht beeinträchtigt wird,
* Durchlässigkeitsbeiwert kf ≤ 5,0 E-10 m/s bei einem Druckgradienten von i = 30,
* Ausreichende Scherfestigkeit in vorhandenen Schichtgrenzen,
* Verformbar bis Krümmungsradius 200 m ohne Erhöhung der Durchlässigkeit (nur erforderlich bei Krümmungsradius R < 200 m),
* Hydraulisch widerstandsfähig (Erosions- und Suffosionsbeständigkeit),
* Zuordnungskriterien nach DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5
* Nachweis der Beständigkeit gemäß BQS.

Bei Verwendung von **vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen** (z.B. mit Bentonit, Tonmehl, Polymer, Wasserglas) sind gemäß BQS 2-2 zusätzlich die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

* Nachweis der Eignung gegenüber der zuständigen Behörde im jeweiligen Einzelfall gem. BQS 2-2,
* Die Eignung der Hilfsmittel und die Zulässigkeit ihres Einsatzes sind nachzuweisen. Die erforderlich Menge der Hilfsmittel und ihre Bandbreite sind festzulegen. Der Umfang und die Art der Eignungsuntersuchungen der Hilfsmittel sind im Einzelfall in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Hilfsmittel festzulegen. Das Verhältnis zwischen natürlichen Baustoffen und Hilfsmitteln muss eindeutig beschrieben sein (definierte Rezeptur). Die Bedingungen des Mischvorgangs sind konkret zu beschreiben,
* Die Entmischung von natürlichem mineralischem Baustoff und Hilfsmittel muss ausgeschlossen sein,
* Spezieller Nachweis der Beständigkeit bei organischen Zusätzen,
* Klassifizierung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN 18196.

Bei Verwendung von **Deponieersatzbaustoffen aus nicht natürlichen Materialien** sind gemäß BQS 2-3 zusätzlich die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

* Einhaltung abfallrechtlicher Vorschriften,
* Eindeutige Charakterisierung und Kennzeichnung,
* Bodenmechanisch und hydraulisch gleichartiges Verhalten,
* Nachweis dass Eigenschaften der natürlichen mineralischen Baustoffe und Hilfsmittel in ihrer Wirkung und Beständigkeit sich nicht negativ beeinflussen,
* Nachweis der Eignung gegenüber der zuständigen Behörde im jeweiligen Einzelfall gem. BQS 2-3,
* Für Materialien, die werkmäßig hergestellt werden, ist ein Qualitätsmanagement (werkseigene Kontrolle) gemäß Kapitel 3.2 „Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0 Mineralische Basisabdichtungskomponenten“ erforderlich.

**Für den Einbau der mineralischen Abdichtung gilt:**

* Mindestdicke d ≥ 0,5 m,
* Lagenstärke Einbau 0,25 m + 10 % / Lage,
* Stückigkeit ≤ 32 mm,
* mind. steife Konsistenz beim Einbau,
* Verdichtungsgrad DPr ≥ 95 %,
* Der Einbauwassergehalt (w) muss im Bereich des optimalen Wassergehalts liegen. Bei einem Einbauwassergehalt unter dem Proctorwassergehalt (Wpr) ist ein Luftporenanteil von na ≤ 5 Vol-% einzuhalten; ein Luftporenanteil von na ≤ 3 Vol-% sollte angestrebt werden,
* Das Material muss im eingebauten Zustand homogen sein und einen gleichmäßigen Einbauwassergehalt aufweisen,
* Die Lagen der mineralischen Abdichtung dürfen nicht bei Wetterlagen hergestellt werden, die einer Einhaltung der geforderten Einbaubedingungen (Wassergehalt, Verdichtungsgrad, Durchlässigkeitsbeiwert) entgegenstehen (z.B. Frostwetterlagen),
* Bereits hergestellte, frostempfindliche Schichten, die vorübergehend dem Frost ausgesetzt sein können (Winterpause), sind ausreichend gegen Frosteinwirkung durch entsprechende Abdeckung mit mineralischen Stoffen oder sonstigen Isolierstoffen zu sichern,
* Während der Bauausführung ist eine Vernässung der Oberfläche jeder fertig gestellten Einbaulage zu verhindern,
* Schrumpfrisse jeder fertig gestellten Einbaulage sind durch technische Maßnahmen zu vermeiden,
* Schürfe und Sondieröffnungen sind entsprechend den Anforderungen sorgfältig zu verschließen,
* Auf Böschungen, deren Neigung steiler als 1 : 2,5 ist, ist die mineralische Abdichtung in der Regel in horizontalen Lagen einzubauen,
* Nach Fertigstellung der mineralischen Abdichtung ist sie durch geeignete Maßnahmen vor Schädigungen zu schützen. Gesonderte Schutzmaßnahmen sind insbesondere während der Ablagerungsphase der Deponie im Randbereich über längere Zeiträume oder im Übergangsbereich zur Oberflächenabdichtung erforderlich.

**Bei einem Überbau mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) gilt zusätzlich:**

* Die fertige Oberfläche muss den Anforderrungen an ein Auflager gemäß der „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen“ der BAM Berlin entsprechen:
* Die Auflagefläche muss tragfähig, homogen, feinkörnig und geschlossen sein. Körner > 10 mm Ø sowie Fremdkörper dürfen nicht enthalten sein. Feinere Kiesanteile müssen schwimmend so eingebettet sein, dass sie allseits von bindigem Dichtungsmaterial umgeben sind. Die Oberfläche muss frei von aufliegenden Körnern > 2 mm Ø und Fremdkörpern sein.
* Grundsätzlich soll die Oberfläche frei von abrupten Höhenänderungen sein. Einzelne Stufen (Eindrückunterschiede) bis zu 0,5 cm Höhe sind jedoch noch zulässig. Unebenheiten unter einer auf der Oberfläche aufliegenden 4 m langen Latte (Richtscheit) dürfen nicht mehr als 2 cm betragen.

## Eignungsprüfung mineralische Abdichtung

Der AN der Baumaßnahme legt spätestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten vollständige Unterlagen zum Eignungsnachweis des Materials vor. Die FP-B prüft den vorgelegten Nachweis, nimmt die Böden am Herkunftsort in Augenschein und führt ggf. am Herkunftsort des Materials eigene Bodenansprachen und Probenahmen durch, um stichprobenartig die Untersuchungen der EP Boden zu kontrollieren. Vor der Anlieferung des Materials muss es von der öBÜ auf Empfehlung der FP-B freigegeben werden. Der Eignungsnachweis der EP enthält die in Tab. B1.03-1 aufgelisteten Unterlagen.

| **Tab. B1.01-1: Eignungsnachweis mineralische Abdichtung** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/ Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Art / Mindestanzahl der Proben** |
| Materialbeschreibung (Herkunft, Genese, petrographische Zusammensetzung) | - | Art und Körnung des Materials, Herkunftsstelle, verfügbare Masse  Probenahmeprotokoll | Je Herkunftsstelle |
| Fremdkörper / Verunreinigungen (nur bei natürlichen Materialien) | visuell | frei von Fremdbestandteilen | 3 repräsentative Mischproben |
| Korngrößenverteilung | DIN ISO 11277  DIN EN 933-1  DIN EN ISO 17892-4 | Fein und gemischtkörniges Material | 3 repräsentative Mischproben |
| nat. Wassergehalt | DIN 18121  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum gem. Proctor | 3 repräsentative Mischproben |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN EN ISO 17892-11 | kf ≤ 5,0 E -10m/s (i=30) | 3 repräsentative Mischproben |
| Zustandsgrenzen | DIN 18122  DIN EN ISO 17892-12 | mind. steif | 3 repräsentative Mischproben |
| Steife- bzw. Verformungsmodul in Abhängigkeit von Wassergehalten | DIN EN ISO 17892-5 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben |
| Wasseraufnahme | DIN EN 1097-6  DIN 18132 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben |
| Korndichte | DIN 18124  DIN EN ISO 17892-3 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben |
| organischer Anteil  Glühverlust  TOC | DIN 18128  DIN EN 13137  DIN 15936 | TOC ≤ 1,0 Masse-%, organogene Böden ≤ 5,0 Masse-% bzw. TOC ≤ 3,0 Masse-% | 3 repräsentative Mischproben |
| Carbonatgehalt | DIN EN ISO 10693 | ≤ 15 Gew.-% bei Eignung ≤ 30 Gew.-% | 3 repräsentative Mischproben |
| Quellung | DGGT Empfehlung Nr.  11, FS 3 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben |
| Proctordichte und optimaler Wassergehalt | DIN 18127 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben |
| direkter Scherversuch bzw. Rahmen-scherversuch | DIN 18137-3  DIN EN ISO 17892-10  GDA E 3-8. E2-13, E3-1 | gem. Standsicherheitsnachweis (Auflast ≥ 600 kN/m2) | 3 repräsentative Mischproben |
| Bestimmung  der Tonminerale  (quantitativ) | .- | zur Charakterisierung | 1 repräsentative Mischproben |
| Verformbarkeit | verformbar bis Krümmungsradius R = 200 m  ohne Erhöhung der Durchlässigkeit | GDA E 2-13  GDA 3-1 | Nach Bedarf |
| Nachweis der Beständigkeit gem. BQS und Übertragbarkeit der Laborwerte auf Feldwerte | BQS 2-0. 2-1, 2-2 | Funktionserfüllung über  mindestens 100 Jahre | fachgutachterliche Beurteilung |
| **zusätzlich bei nicht natürlichen Materialien und Deponieersatzbaustoffen** | | | |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat (bei Ersatzbaustoffen) | DepV, Anhang 4 | DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 | § 17 DepV |
| Nachweis der Beständigkeit | BQS 2-3 | DepV, Anhang 3, Tabelle 2 | fachgutachterliche Beurteilung |

## Probefeld mineralische Abdichtung

Die Beprobung des Probefeldes erfolgt lagenweise. Zusätzlich sind zwei Schürfe durch den Gesamtaufbau vorzunehmen. Die mineralische Abdichtung ist gemäß Tab. B1.03-2 zu beproben.

| **Tab. B1.01-2: Prüfumfang Probefeld mineralische Abdichtung** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP** | **Umfang FP** |
| Lieferscheine |  | Herkunft und Material gemäß Eignungsnachweis | jede Lieferung | jede Lieferung |
| Fremdbestandteile | visuell | frei von Fremdbestandteilen | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Verdichtungsgrad des Dichtungsauflagers alternativ  Tragfähigkeit des Dichtungsauflagers | DIN 18125-2  DIN 18134 | DPr ≥ 95 %  EV2-Wert ≥30 MN/m²  Alternativ Evd | Mind. 3 | Mind. 3 |
| Oberfläche des Dichtungsauflagers und jeder Dichtungslage | visuell | Homogenität | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Korngrößenverteilung | DIN ISO 11277  DIN EN 933-1  DIN EN ISO 17892-4 | gem. Eignungsnachweis | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung | 1 repräsentative Mischprobe der Anlieferung |
| Verdichtungsgrad | DIN 18125-2  DIN EN ISO 17892-2 | Verdichtungsgrad DPr ≥ 95 %  Luftporenanteil na ≤ 5 Vol-% | 4 pro Lage unteren Hälfte + 1 im Ver-zahnungsbereich zweier Lagen | 4 pro Lage unteren Hälfte + 1 im Verzahnungsbereich zweier Lagen |
| Wassergehalt | DIN 18121  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum | Mind. 3 | Mind. 3 |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN EN ISO 17892-11 | kf ≤ 5,0 E -10 m/s (i=30) | Mind. 3 | Mind. 3 |
| Innere Scherfestigkeit und Scherfestigkeit zu angrenzenden Schichten | GDA E 2-13 Rahmenscherversuche z. B. nach GDA E 3-8  DIN EN ISO 17892-10 | gemäß Vorgabe der Standsicherheitsberechnung | Mind. 1 | Bei Bedarf |
| Zustandsgrenzen /  Konsistenzgrenzen | DIN EN ISO 17892-12  DIN 18122-2 | zur Charakterisierung | Mind. 2 | Mind. 1 |
| Wasseraufnahme | DIN EN 1097-6  DIN 18132 | zur Charakterisierung | Mind. 2 | Mind. 1 |
| Carbonatgehalt | DIN EN ISO 10693 | ≤ 15 Gew.-% bei Eignung ≤ 30 Gew.-% | Mind. 2 | Mind. 1 |
| Lagenverbund  Homogenität | Schurf | keine Trennflächen  homogen | 2 Schürfe des gesamten Schicht | 2 Schürfe des gesamten Schicht |
| Lagenstärke Einbau | Aufmaß und Aufgrabung | Einbaulagendicke zur Festlegung in der Einbauanweisung; | Mind. 2 | Mind. 1 |
| Lagenverbund  Homogenität | Schurf | keine Trennflächen  homogen | 2 Schürfe des gesamten Schicht | 2 Schürfe des gesamten Schicht |
| Schichtdicke gesamt | Aufmaß und Aufgrabung | ≥ 0,5 m | Prüfung der Aufmaße, Messung in den Schürfen | Prüfung der Aufmaße, Messung in den Schürfen |
| **zusätzlich bei nicht natürlichen Materialien und Deponieersatzbaustoffen** | | | | |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat (bei Ersatzbaustoffen) | DepV, Anhang 4 | DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 | Mind. 2 | Mind. 1 |

## Baubegleitende Prüfungen mineralische Abdichtung

Baubegleitend wird der Einbau hinsichtlich der Einhaltung der bautechnisch-geometrischen Anforderungen geprüft. Es werden alle 1.000 m² je verdichteter Lage Proben aus dem **verbauten** Material entnommen und gemäß Tabelle B1.03-4 geprüft.

| **Tab. B1.01-4: Überwachung Einbau technische geologische Barriere** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP** | **Umfang FP** |
| **Feldversuche** | | | | |
| Einbauverfahren | visuell | gem. Festlegung | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Verdichtungsgrad des Dichtungsauflagers alternativ  Tragfähigkeit des Dichtungsauflagers | DIN 18125-2  DIN 18134 | DPr ≥ 95 %  EV2-Wert ≥30 MN/m²  Alternativ Evd | Alle 1.000 m² | Alle 1.000 m² |
| Oberfläche des Dichtungsauflagers  und jeder  Dichtungslage | visuell | Homogenität | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Fremdbestandteile | visuell | frei von Fremdbestandteilen | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Verdichtungsgrad | DIN 18125-2  DIN EN ISO 17892-2 | Verdichtungsgrad DPr ≥ 95 %  Luftporenanteil na ≤ 5 Vol-% | 1 je 1.000 m² / Lage | 1 je 1.000 m² / Lage |
| Wassergehalt | DIN 18121-2  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum | 1 je 1.000 m² / Lage | 1 je 1.000 m² / Lage |
| **Laborversuche** | | | | |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN EN ISO 17892-11 | kf ≤ 5,0 E -10 m/s (i=30) | 1 je 1.000 m² / Lage | 1 je 1.000 m² / Lage |
| Korngrößenverteilung | DIN ISO 11277  DIN EN 933-1  DIN EN ISO 17892-4 | gem. Eignungsnachweis | 1 je 4.000 m² / Lage | 1 je 4.000 m² / Lage |
| Proctordichte | DIN 18127 | gem. Eignungsnachweis | 1 je 4.000 m² / Lage | 1 je 4.000 m² / Lage |
| organischer Anteil  TOC | DIN EN 13137  DIN ISO 10694 | TOC ≤ 1 Masse-%, organogene Böden ≤ 5 Masse-% | 1 je 5.000 m² / Lage | 1 je 5.000 m² / Lage |
| Carbonatgehalt | DIN EN ISO 10693 | ≤ 15 Gew.-% bei Eignung ≤ 30 Gew.-% | 1 je 5.000 m² / Lage | 1 je 5.000 m² / Lage |
| **Vermessung** | | | | |
| Lagenstärke Einbau | Aufmaß und Aufgrabung | Festlegung Probefeld | mind. alle 500 m² | mind. alle 500 m² |
| Schichtdicke gesamt | Aufmaß und Aufgrabung | ≥ 0,5 m | Vermessung mind.  alle 500 m² | prüfen der Aufmaße, stichprobenartige Aufgrabungen |
| Oberflächenebenheit | visuell bzw. 4 m-Richtscheit | ≤ 5 cm auf 4 m bzw. gem. Anforderungen Zulassungen Geokunststoffe | gesamte Oberfläche visuell | Kontrolle EP, Stichproben mit Richtscheit |
| **zusätzlich bei nicht natürlichen Materialien und Deponieersatzbaustoffen** | | | | |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat (bei Ersatzbaustoffen) | DepV, Anhang 4 | DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 | gemäß § 8  Abs. 3 DepV | gemäß § 8  Abs. 5 DepV |

Sofern die mineralische Dichtung in der Böschung in horizontalen Lagen eingebaut wurde, sind die Feldversuche jeweils alle 30 m eingebaute Dichtungslage, die Laborversuche alle 30 m eingebaute Dichtungslage zu bestimmen

Die Freigabe der mineralische Abdichtung zur Verlegung des Trennvlieses bzw. zum Überbau mit den nachfolgenden Schichten ist durch den AN mit Vorlage der Ergebnisse aller baubegleitenden Prüfungen der EP zu beantragen und erfolgt durch die öBÜ auf Empfehlung der FP. Sollte der Einbau der nachfolgenden Schicht nicht unmittelbar an die Verlegung des Trennvlieses anschließen, ist auch die Überschüttung des Trennvlieses gesondert durch die öBÜ freizugeben.