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

B2 Oberflächenabdichtung

B2 05 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 Oberflächenabdichtung 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 Oberflächenabdichtung

**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 der Oberflächenabdichtung gelten die folgenden Regelwerke der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“:

* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-2 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen“
* Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-3 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten 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 homogenes Material mit im eingebauten Zustand gleichmäßigen Einbauwassergehalt,
* 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 ≤ 30 Masse-%,
* Durchlässigkeitsbeiwert **kf ≤ 5,0 E-9 m/s (DK I und II) bzw. kf ≤ 5,0 E-10 m/s (DK III)** bei einem Druckgradienten von i = 30,

alternativ Permeationsraten bei Komponenten, deren Leistungsfähigkeit über den k-Wert beschrieben werden kann q ≤ 8 \*10-9 m³/m²⋅\* s (DK I und II) bzw. q ≤ 8 \*10-10 m³/m²⋅\* s (DK III),

alternativ Permeationsraten bei Komponenten, deren Leistungsfähigkeit nicht über den k-Wert beschrieben werden kann q ≤ 20 mm/a (DK I und II) bzw. q ≤ 10 mm/a (DK III),

bei Wasserhaushaltsschichten: Durchsickerung ≤ 60 mm/a und 10 % des Jahresniederschlages bzw. 20 mm/a.

* Ausreichende Scherfestigkeit in vorhandenen Schichtgrenzen,
* Bestimmung der Austrocknungsempfindlichkeit durch ein Gutachten,
* Verformbar ohne Erhöhung der Durchlässigkeit,
* Dichtigkeit von Anschlüssen und Durchdringungen,
* Zuordnungskriterien nach DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5,
* Nachweis der Beständigkeit gemäß BQS (siehe auch Hinweise zum Nachweis der Beständigkeit).

Bei Verwendung von **vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen** (z.B. mit Bentonit, Tonmehl, Polymer, Wasserglas) sind gemäß BQS 5-2 zusätzlich die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

* Nachweis der Eignung gegenüber der zuständigen Behörde im jeweiligen Einzelfall gem. BQS 5-2,
* 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 5-3 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 5-3,
* 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 ≥ 0,30 m (keine Unterschreitungen zulässig),
* Einbau in mind. 2 Lagen,
* Lagenstärke Einbau max. 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. B1.03-1: Eignungsnachweis mineralische Abdichtung** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/ Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Art / Mindestanzahl der Proben** |
| Materialbeschreibung (Herkunft, Genese, petrographische Zusammensetzung) | DIN EN 932-3, DIN EN ISO 14688-1 und DIN 18196 | Art und Körnung des Materials, Herkunftsstelle, verfügbare Masse  Probenahmeprotokoll | 3 repräsentative Mischproben |
| Fremdkörper / Verunreinigungen (nur bei natürlichen Materialien) | visuell | keine | kontinuierlich |
| Korngrößenverteilung | DIN 18123  DIN EN ISO 17892-4 | Homogenes fein und gemischtkörniges Material, maximale Korngröße 32 mm | 3 repräsentative Mischproben |
| nat. Wassergehalt | DIN 18121  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum gem. Proctor | 3 repräsentative Mischproben |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN 18130-1  DIN EN ISO 17892-11 | kf ≤ 5,0 E-9 m/s (DK I und II) bzw. kf ≤ 5,0 E-10 m/s (DK I und III) bei i = 30 | 3 repräsentative Mischproben |
| Zustandsgrenzen | DIN 18122  DIN EN ISO 17892-12 | mind. steif | 3 repräsentative Mischproben |
| Wasseraufnahme nach Enslin/Neff | DIN 18132 | - | 3 repräsentative Mischproben |
| organischer Anteil  TOC | DIN EN 13137  DIN ISO 10694 | TOC ≤ 1 Masse-%, organogene Böden ≤ 5 Masse-% | 3 repräsentative Mischproben |
| Kalkgehalt | DIN 18129  Scheibler | ≤ 30 Gew.-% | 3 repräsentative Mischproben |
| Proctordichte | DIN 18127 | - | 3 repräsentative Mischproben |
| Tonmineralanalyse | quantitativ | - | 1 Versuch an 1 repräsentativen Mischprobe |
| direkter Scherversuch bzw. Rahmenscherversuch | DIN 18137-3  DIN EN ISO 17892-4  GDA E 3-8 | gem. Standsicherheitsnachweis | 1 Versuch an 1 repräsentativen Mischprobe |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat | DepV | DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 | 1 repräsentative Mischprobe |
| Nachweis der Beständigkeit gem. BQS | BQS 5-0, 5-1, 5-2 | beständig | fachgutachterliche Beurteilung |
| **zusätzlich bei nicht natürlichen Materialien** | | | |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat (bei Ersatzbaustoffen) | DepV | DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 | 2 repräsentative Mischproben |
| Nachweis der Beständigkeit | BQS 5-3 | DepV, Anhang 3, Tabelle 2 | fachgutachterliche Beurteilung |

**Hinweise zum Nachweis der Beständigkeit:**

Gemäß BQS 5-1 kann für natürliche mineralische Abdichtungen die Beständigkeit gegen infiltriertes Niederschlagswasser, Mikroorganismen, Pilze und Gase vorausgesetzt werden.

Die Beständigkeit von mineralischen Abdichtungen können hauptsächlich durch folgende Einwirkungen beeinflusst werden: Pflanzen, Tiere, Temperaturen und Wassergehaltsänderungen. Die Abdichtung ist gegen diese Einwirkungen durch geeignete Maßnahmen zu schützen. Die zu erwartenden Auflasten von 15 bis 60 kN/m² (ungünstigster Fall ist maßgebend) und Temperaturen 10 bis 30 °C (ungünstigste Temperatur ist maßgebend) sind zu berücksichtigen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind darzustellen.

Zum Schutz vor Wassergehaltsänderungen sind die Anforderungen des BQS 5-1, Anhang 1 umzusetzen.

Die Beständigkeit gegenüber der Witterung ist für den Bauzustand zu betrachten.

## 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. B1.03-2: Prüfumfang Probefeld mineralische Abdichtung** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP** | **Umfang FP** |
| Lieferscheine |  | Herkunft und Material gemäß Eignungsnachweis | jede Lieferung | jede Lieferung |
| Fremdbestandteile |  | keine | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Korngrößenverteilung | DIN 18123  DIN EN ISO 17892-4 | gem. Eignungsnachweis | 1 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-% (opt. 3 Vol-%) | 2 pro Lage | 2 pro Lage |
| Wassergehalt | DIN 18121  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum oder auf dem trocken Ast | 2 pro Lage | 2 pro Lage |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN 18130-1  DIN EN ISO 17892-11 | kf ≤ 5,0 E-9 m/s (DK I und II) bzw. kf ≤ 5,0 E-10 m/s (DK I und III) bei i = 30 | 2 pro Lage | 2 pro Lage |
| organischer Anteil  TOC | DIN EN 13137  DIN ISO 10694 | TOC ≤ 1 Masse-%, organogene Böden ≤ 5 Masse-% | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung |
| Kalkgehalt | DIN 18129  Scheibler | ≤ 30 Gew.-% | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung |
| Proctordichte | DIN 18127 | - | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung | 2 repräsentative Mischprobe der Anlieferung |
| Konsistenz | Feldversuche | mind. steif | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Lagenverbund  Homogenität | Schurf | keine Trennflächen  homogen | 2 Schürfe der gesamten Schicht | 2 Schürfe der gesamten Schicht |
| Lagenstärke Einbau | Aufmaß und Aufgrabung | Max. 0,25 m + 10 % / Lage | 2 pro Lage | 2 pro Lage |
| Schichtdicke gesamt | Aufmaß und Aufgrabung | ≥ 0,30 m | Prüfung der Aufmaße, Messung in den Schürfen | Prüfung der Aufmaße, Messung in den Schürfen |

## Eingangsprüfungen mineralische Abdichtung

Baubegleitend werden die Anlieferungen im Zuge einer Eingangskontrolle auf die Einhaltung der materialspezifischen Anforderungen gem. Tab. B1-03-3 geprüft.

| **Tab. B1.03-3: Eingangsprüfungen mineralische Abdichtung** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP** | **Umfang FP** |
| Materialbeschreibung (Herkunft, Genese, petrographische Zusammensetzung) | DIN EN 932-3, DIN EN ISO 14688-1 und DIN 18196 | Art und Körnung des Materials, Herkunftsstelle, verfügbare Masse  Probenahmeprotokoll | jede Lieferung | jede Lieferung |
| Fremdkörper / Verunreinigungen (nur bei natürlichen Materialien) | visuell | keine | kontinuierlich | kontinuierlich |
| Korngrößenverteilung | DIN 18123  DIN EN ISO 17892-4 | Homogenes fein und gemischtkörniges Material, maximale Korngröße 32 mm | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |
| nat. Wassergehalt | DIN 18121  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum gem. Proctor | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |
| organischer Anteil  TOC | DIN EN 13137  DIN ISO 10694 | TOC ≤ 1 Masse-%, organogene Böden ≤ 5 Masse-% | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |
| Kalkgehalt | DIN 18129  Scheibler | ≤ 30 Gew.-% | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |
| Proctordichte | DIN 18127 | - | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat | DepV | DepV, Anhang 3 Tabelle 2, Spalte 5 | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. | 1 repräsentative Sammelprobe alle 1.000 m³ als Rück-stellprobe. Analyse bei Bedarf. |

## 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. B1.03-4: Überwachung Einbau mineralische Abdichtung** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP** | **Umfang FP** |
| **Feldversuche** | | | | |
| Einbauverfahren | visuell | gem. Festlegung | 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  DIN EN ISO 17892-1 | nahe Optimum | 1 je 1.000 m² / Lage\* | 1 je 1.000 m² / Lage\* |
| Konsistenz | Feldversuche | mind. steif | Kontinuierlich\* | Kontinuierlich\* |
| **Laborversuche** | | | | |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN 18130 | kf ≤ 5,0 E -10m/s | 1 je 1.000 m² / Lage\* | 1 je 1.000 m² / Lage\* |
| Korngrößenverteilung | DIN 18123  DIN EN ISO 17892-4 | gem. Eignungsnachweis | 1 je 4.000 m² / Lage | 1 je 4.000 m² / Lage |
| Proctordichte | DIN 18127 | - | 1 je 4.000 m² / Lage | 1 je 4.000 m² / Lage |
| **Vermessung** | | | | |
| Lagenstärke Einbau | Aufmaß und Aufgrabung | 0,25 m + 10 % / Lage | Kontinuierlich | kontinuierlich |
| Schichtdicke gesamt | Aufmaß und Aufgrabung | ≥ 0,30 m | Vermessung mind.  Raster 20 x 20 m | prüfen der Aufmaße, stichprobenartige Aufgrabungen |
| Oberflächenebenheit | visuell bzw. 4 m-Richtscheit | gem. Anforderungen Zulassung Geokunststoffe | gesamte Oberfläche visuell | Kontrolle EP, Stichproben mit Richtscheit |

\*Bei horizontalem Einbau alle 30 m eingebauter Dichtungslage bzw. alle 120 m (KV, Proctor)

Die Freigabe der mineralische Abdichtung zur Verlegung der Geokunststoffe 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.