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

1. Wasserhaushaltsschicht (Unter- und Oberboden)

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 2](#_Toc5889876)

[B2 Oberflächenabdichtung 2](#_Toc5889877)

[16 Wasserhaushaltsschicht 2](#_Toc5889878)

[16.1 Anforderungen 2](#_Toc5889879)

[16.2 Eignungsprüfung 4](#_Toc5889880)

[16.3 Probefeld 5](#_Toc5889881)

[16.4 Baubegleitende Prüfungen 8](#_Toc5889882)

# Teil B Besondere Anforderungen an die Fremprüfung der Systemkomponenten

# B2 Oberflächenabdichtung

**B2.17 Wasserhaushaltsschicht (Ober- und Unterboden)**

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

# Wasserhaushaltsschicht

Die aus Ober- und Unterboden bestehende Wasserhaushaltsschicht kann nach DepV an klimatisch geeigneten Standorten eine Abdichtungskomponente ersetzen, indem Sie den Niederschlagseintrag speichert und durch Bewuchs und Boden zu einem so hohen Anteil wieder verdunstet, dass die vertikale Absickerung minimiert wird. Sie übernimmt zudem die üblichen Aufgaben einer Wasserhaushaltsschicht und dient dem Schutz von Entwässerungs- und Dichtung vor Witterungseinflüssen sowie als Grundlage für die landschaftsgerechte Begrünung des abgedichteten Deponiekörpers. Die im BQS 7-2 der LAGA formulierten Anforderungen an Aufbau, Materialwahl, Dimensionierung, Entwurf und Herstellung samt Qualitätsmanagement einer Wasserhaushaltsschicht sind zu beachten.

## Anforderungen

Der Boden der Wasserhaushaltsschicht ist mit 0,3 m Sackungs- und Setzungsreserve einzubauen, um die langfristige Einhaltung der Anforderung an die Mindestmächtigkeit der Wasserhaushaltsschicht zu erfüllen. Wenn der AN Böden und Einbautechniken wählt, die größere oder geringere Sackungen oder Setzungen als 0,3 m zur Folge haben, ist die Sackungs- und Setzungsreserve durch den AN neu zu ermitteln und diese Nachweisführung der FP-B zur Prüfung und der örtlichen Bauüberwachung zur Prüfung und Freigabe der neuen Festlegung der Sackungs- und Setzungsreserve vorzulegen.

Die maximal zulässigen Schadstoffgehalte von Feststoff und Eluat nach DepV (2009) Anhang 3 für Rekultivierungsböden sind einzuhalten.

Die Wasserhaushaltsschicht muss in sich und zu den angrenzenden Schichten standsicher und erosionsbeständig sein.

Bezüglich des Wasserhaushaltes müssen Bodenart, Konsistenz und Einbautechnik so gewählt und aufeinander abgestimmt werden, dass auftretende Niederschläge genügend schnell in den Boden infiltrieren, keine Stauschichten im Boden auftreten und die Absickerung des Wasser der Dimensionierung entsprechend minimiert wird. Der Bewuchs muss ausreichend mit Wasser und Luft versorgt werden, um die erforderliche Verdunstungsleistung zu erzielen.

Aus geotechnischer Sicht sind folgende Anforderungen an die eingebaute Wasserhaushaltsschicht zu erfüllen:

* Standsicherheit
* Erosionsschutz
* Filterstabilität zur Entwässerung

Die Nachweise zur Standsicherheit, Gleit- und Grundbruchsicherheit sowie zur Filterstabilität werden erst zu einem späteren Zeitpunkt durch den AN der Baumaßnahme auf der Grundlage der vorliegenden Materialkennwerten der vom AN zum Einbau vorgesehenen Materialien geführt. Auf der Grundlage der bisherigen Voruntersuchungen gelten hinsichtlich der Standsicherheit zunächst folgende Anforderungen an den Boden der Wasserhaushaltsschicht:

* Innere Scherfestigkeit φ´k ≥ gem. Standsicherheitsnachweis
* Verbundscherwinkel zum Entwässerungssystem (Trenn- und Filtervlies oder Kunststoffdränelement) ≥ gem. Standsicherheitsnachweis
* Vermeidung von verdichtet eingebauten, gering wasserleitenden Schichten und Stauhorizonten

Da der Oberboden auf großen Flächen ohne wirtschaftlich unangemessen hohen Aufwand für besondere Schutzmaßnahmen erst durch einen flächendeckenden Bewuchs zuverlässig vor Erosion geschützt werden kann, muss der Oberboden entweder aufgrund seiner natürlichen Zusammensetzung (Humusgehalt, Nährstoffvorräte, Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser) ausreichend schnell begrünbar sein oder durch geeignete Maßnahmen (Zufuhr von Nährstoffen o.ä.) entsprechend ausgestattet werden. Die Gewährleistung des Erosionsschutzes bis zur erfolgreichen Begrünung ist ansonsten Aufgabe der ausführenden Baufirma. Um die Gefahr von Erosionsschäden zu minimieren, ist der Oberboden sukzessive nachlaufend zum Unterboden einzubauen und zu begrünen. Die Oberböden müssen bis Ende September jeden Jahres eingebaut werden und eine Ansaat erhalten, damit diese noch keimen und anwachsen kann. Die Filterstabilität zur Entwässerungsschicht ist durch eine entsprechende Baustoffwahl sowie durch ein Trenn- und Filtervlies zwischen Wasserhaushaltsschicht und Entwässerungssystem sicher zu stellen und von der ausführenden Baufirma nachzuweisen.

Es gelten folgende Zielvorgaben:

* Mindestdicke von 1,5 m (Oberboden, humos, d ≥ 0,3 m, Unterboden, d ≥ 1,2 m)
* nutzbare Feldkapazität nFK ≥ 220 mm (bezogen auf die Gesamtdicke)
* Luftkapazität LK ≥ 8 Vol.-% (kontinuierlich)

Das Trenn- und Filtervlies zwischen Wasserhaushaltsschicht und Entwässerungssystem ist auf den vom AN gewählten Boden abzustimmen und muss die Kornverlagerung in das Entwässerungssystems verhindern.

## Eignungsprüfung

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 FP-B freigegeben werden. Der Eignungsnachweis der EP enthält die in Tab. B2.17-1 aufgelisteten Unterlagen.

| **Tab. B2.16-1: Eignungsnachweis Wasserhaushaltsschicht (Prüfumfang gilt für Ober- und Unterboden)** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Art / Mindestanzahl der Proben** |
| Beschreibung der Lieferquelle und der Herkunft des Bodens | Kurzbericht | Angaben zur Lieferquelle (Lieferant, aktueller Lagerort samt Anfahrtsskizze, Beschreibung der Lagerung, z.B. Skizze der Bodenmiete o.ä.)  Bodenansprache und Angabe zur Herkunft und ggf. Aufbereitung des Materials  Angabe zur verfügbaren Masse  Probenahmeprotokoll  Bei Verdacht des Vorhan-denseins invasiver Pflan-zenarten: Risikoabschätzung zu Aus-wirkungen | 1 |
| Korngrößenverteilung lehmiger Unterboden bzw. Oberboden | DIN ISO 11277  DIN 4220  DIN EN ISO 17892-4  DIN 18196 | Dokumentation,  Orientierungswerte:  Kat. A gemäß Abb. 1 BQS 7-1, Kat. B, C und D siehe Hinweise | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Proctorversuch1 | DIN 18127 | zur Charakterisierung | 1 repräsentative Mischprobe (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Wassergehalt | DIN EN ISO 17892-1  DIN 18121-2 | << opt. Wassergehalt (wPr) | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Konsistenzgrenzen | DIN EN ISO 17892-12  DIN 18122-2 | zur Charakterisierung | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Wasserdurchlässigkeit 2 | DIN EN ISO 17892-11 | zur Charakterisierung | je 1 Bestimmung bei 85, 90 und 95 % DPr 1 |
| direkter Scherversuch 3  (nur für Unterböden) | DIN 18137-3 | Rahmenscherversuche z. B. nach GDA E 3-8  DIN EN ISO 17892-10 3 | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| nutzbare Feldkapazität nFK  Luftkapazität LK 4, 5 | DIN ISO 11274 | nFK: ≥ 220 mm bezogen auf Gesamtdicke  LK: ≥ 8 Vol.-% | je 1 Bestimmung bei 85, 90 und 95 % DPr (mind. 3 Zylinder pro Verdichtungsgrad) |
| Humusgehalt bestimmt  anhand TOC 6 | DIN EN 15936 | Oberboden.  TOC ≤ 5,0 Masse-% (opti-mal: TOC 1 bis 2 Masse-%) 6  Unterboden:  TOC ≤ 1,0 -Masse-%;  Überschreitungsmöglichkeit bis TOC ≤ 2,0 Masse-% bei originären Böden mit einer bekannten sehr geringen Humusqualität  (C/N-Verhältnis ≥ 25) | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Carbonatgehalt sowie Eisengehalte und -frak-tionen | DIN 18129  DIN EN ISO 10693  DIN 19682-13  DIN 19684-6  DIN 19684-7 | Abschätzung der Auswir-kungen hinsichtlich von Mo-bilisierung und Ausfällungen | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Gehalte an löslichen Nährstoffen im Oberbo-den  (P, K, Mg, NO3, NH4) 7 | BQS 7-1 Nr. 2.5 | VDLUFA A 6.1  VDLUFA A 6.2 | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat | DepV  § 17 DepV | DepV, Anhang 3 Tabelle 2, Spalte 9  (Wasserhaushaltsschicht) | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |
| Bodenfremde Bestandteile  (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.) | visuell, ggf. gravimetrisch | mineralisch ≤ 5 Masse-%;  nicht-mineralisch: nicht ins Auge fallend und ≤ 1Vol.-% | 3 repräsentative Mischproben (bestehend aus ≥ 20 Einzelproben) |

1 gilt nicht für originäre Oberböden

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

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

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

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

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

7 nicht erforderlich, wenn es sich um natürliches Bodenmaterial handelt

## Probefeld

Der AN erstellt einen Einbauvorschlag für die Untersuchung der Wasserhaushaltsschicht im Probefeld. Sofern der Einbau schiebend mit Raupen erfolgt, ist der Einfluss der Baugeräte auf das Entwässerungssystem und die Dichtung zu prüfen. Sofern der Einbau ohne Befahren vor Kopf erfolgt, kann die Prüfung auch in einem gesonderten Schüttversuch erfolgen, in dem nur die Komponente Wasserhaushaltsschicht auf einer Mindestgröße von 10 m x 20 m eingebaut und untersucht wird.

Die Beprobung des Probefeldes und Schüttversuchs erfolgt jeweils in drei Schürfen.

| **Tab. B2.16-2: Prüfumfang Wasserhaushaltsschicht im Probefeld / Schüttversuch (Prüfumfang gilt, soweit nicht gesondert erläutert, für jeden Ober- und Unterboden)** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/ Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP je Einbaulage** | **Umfang FP je Einbaulage** |
| Korngrößenverteilung lehmiger Unterboden bzw. Oberboden | DIN ISO 11277  DIN 4220  DIN EN ISO 17892-4  DIN 18196 | gemäß Eignungsprü-fung | 2 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen | 1 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen |
| Wassergehalt | DIN EN ISO 17892-1  DIN 18121-2 | gemäß Eignungsprü-fung | 2 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen | 1 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen |
| Humusgehalt bestimmt  anhand TOC | DIN EN 15936 | gemäß Eignungsprü-fung | 2 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen | 1 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen |
| Trockendichte / Verdichtungsgrad 8 | DIN EN ISO 17892-2 | gemäß Eignungsprü-fung | 2 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen | 1 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen |
| nutzbare Feldkapazität nFK  Luftkapazität LK 9 | DIN ISO 11274 | nFK: ≥ 220 mm bezogen auf Gesamtdicke  LK: ≥ 8 Vol.-% | 2 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen | 1 repräsentative Mischprobe aus 3 Schürfen |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN EN ISO 17892-11 | gemäß projektspezifi-scher Vorgabe | bei Bedarf 2 repräsentative Mischprobe | bei Bedarf 1 repräsentative Mischprobe |
| Schichtdicke | Aufmaß und Aufgrabung | Gesamtdicke: ≥ 150 cm + 10 cm (Sackungsreserve)  Unterboden:  ≥ 120 cm + 10 cm (Sackungsreserve)  Oberboden: ≥ 30 cm | Prüfung Aufmaß, Messung in 3 Schürfen | Prüfung Aufmaß, Messung in 3 Schürfen |

8 bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

9 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 per-manenten 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

Im Ergebnis der Untersuchung schreibt der AN den Einbauvorschlag für den flächenhaften Einbau der Wasserhaushaltsschicht fort. Die FP prüft den fortgeschriebenen Einbauvorschlag und empfiehlt dessen Freigabe durch die öBÜ.

## Baubegleitende Prüfungen

Der Einbau wird kontinuierlich durch EP und arbeitstäglich durch die FP hinsichtlich der Einhaltung der Festlegungen des fortgeschriebenen und freigegebenen Einbauvorschlags sowie hinsichtlich der Materialzusammensetzung visuell überwacht.

Die geometrischen Anforderungen (Schichtdicke und Oberflächenebenheit) und die Qualität der hergestellten Abdeckung werden im Zuge des Baufortschritts in Schürfen untersucht. In Schürfen alle angefangene 1.000 m² werden mindestens die geometrischen Anforderungen, Wassergehalt, Trockendichte / Verdichtungsgrad sowie nFK und LK untersucht. Die Bestimmung der nFK und LK kann entfallen, wenn die Anforderungen an die Parameter Wassergehalt und Trockendichte / Verdichtungsgrad eingehalten werden. Im ersten und jedem 5. Schurf werden zusätzlich Proctordichte, Korngrößenverteilung, TOC-Gehalt, Wasserdurchlässigkeit und Schadstoffgehalte untersucht.

Zeitpunkt und Ort eines Schurfes werden durch die FP in Abstimmung mit der öBÜ festgelegt.

Sollten Zwischenlager für Lieferböden auf der Baustelle eingerichtet werden, so darf die Höhe der Bodenmieten 2 m nicht überschreiten und die Böden sind gegen Vermischung mit Fremdmaterial, gegen Vernässung und gegen Überfahrung zu schützen.

| **Tab. B2.16-3: Überwachung Einbau Wasserhaushaltsschicht (Prüfumfang gilt, soweit nicht gesondert erläutert, für jeden Ober- und Unterboden)** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis/  Parameter** | **Methode** | **Anforderung** | **Umfang EP je Einbaulage** | **Umfang FP je Einbaulage** |
| Korngrößenverteilung lehmiger Unterboden bzw. Oberboden | DIN ISO 11277  DIN 4220  DIN EN ISO 17892-4  DIN 18196 | Dokumentation,  Orientierungswerte:  Kat. A gemäß Abb. 1 BQS 7-1, Kat. B, C und D siehe Hinweise | je 5.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 15.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Wassergehalt | DIN EN ISO 17892-1  DIN 18121-2 | gemäß Eignungsprüfung | je 1.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 3.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Trockendichte / Verdichtungsgrad 10 | DIN EN ISO 17892-2 | gemäß Eignungsprüfung | je 1.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 3.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Wasserdurchlässigkeit | DIN EN ISO 17892-11 | gemäß projektspezifischer Vorgabe | je 5.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 15.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| nutzbare Feldkapazität nFK  Luftkapazität LK 11 | DIN ISO 11274 | nFK: ≥ 220 mm bezogen auf Gesamtdicke  LK: ≥ 8 Vol.-% 11 | je 1.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 3.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Humusgehalt bestimmt  anhand TOC | DIN EN 15936 | Oberboden.  TOC ≤ 5,0 Masse-% (opti-mal: TOC 1 bis 2 Masse-%) 6  Unterboden:  TOC ≤ 1,0 -Masse-%;  Überschreitungsmöglichkeit bis TOC ≤ 2,0 Masse-% bei originären Böden mit einer bekannten sehr geringen Humusqualität  (C/N-Verhältnis ≥ 25) | je 5.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 15.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat | DepV  § 17 DepV | DepV, Anhang 3 Tabelle 2, Spalte 9  (Wasserhaushaltsschicht) | je 5.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 15.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |
| Bodenfremde Bestandteile  (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.) | visuell, ggf. gravimetrisch | mineralisch ≤ 5 Masse-%;  nicht-mineralisch: nicht ins Auge fallend und ≤ 1Vol.-% | baubegleitend | baubegleitend |
| Schichtdicke | Aufmaß und Aufgrabung | Gesamtdicke: ≥ 150 cm + 10 cm (Sackungsreserve)  Unterboden:  ≥ 120 cm + 10 cm (Sackungsreserve)  Oberboden: ≥ 30 cm | je 1.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial | je 3.000 m²  mind. einmal je Bodenmaterial |

10 bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

11 kann entfallen, wenn die Anforderungen der Parameter Wassergehalt und Trockendichte / Verdichtungsgrad eingehalten werden

Die Freigabe der Wasserhaushaltsschicht ist durch den AN mit Vorlage der Ergebnisse aller baubegleitenden Prüfungen der EP zu beantragen und erfolgt durch die örtliche Bauüberwachung auf Empfehlung der FP.