



**Lämmle Tuningen GmbH**  
**Wilhelm-Geiger-Straße 1**  
**87561 Oberstdorf**

INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER 

**Deponie Haldenwald**  
**Errichtung und Betrieb einer DK 0 Deponie**  
**Genehmigungsplanung**

**Anlage 4: Qualitätsmanagementplan**  
**1. Ausfertigung**

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite
<b>1 Grundlagen .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>2 Vorhabensbeschreibung .....</b>	<b>- 4 -</b>
2.1 Basis bzw. Planumsherstellung .....	- 4 -
2.2 Oberflächenabdichtung .....	- 6 -
<b>3 Verantwortlichkeit für die Aufstellung, Durchführung und Kontrolle der Qualitätssicherung .....</b>	<b>- 7 -</b>
3.1 Aufgaben der Eigenprüfung (EP) .....	- 7 -
3.2 Aufgaben und Qualifikation der Fremdprüfung (FP) .....	- 7 -
<b>4 Übergreifende Anforderungen für die geplanten Abdichtungsabschnitte.....</b>	<b>- 8 -</b>
4.1 Eignungsprüfung .....	- 8 -
4.2 Probefeld .....	- 8 -
4.3 Geologische Barriere.....	- 9 -
4.4 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung .....	- 9 -
4.5 Flächenfilter / Entwässerungsschicht Basisabdichtung .....	- 9 -
4.6 Qualitätsüberwachung im Regeleinbau .....	- 9 -
4.7 Rohrleitungs- und Schachtbau .....	- 10 -
4.8 Dokumentation und Freigabe .....	- 10 -
<b>5 Hinweise zur Bauausführung .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>6 Übersicht der beteiligten Stellen und Ansprechpartner.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>7 Übersicht zu Änderungen des Qualitätsmanagementplanes .....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>8 Eignungsprüfungen .....</b>	<b>- 15 -</b>
8.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung .....	- 15 -
8.2 Entwässerungsschicht.....	- 18 -
8.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen .....	- 18 -
8.2.2 Entwässerungsschicht aus nicht natürlichen Baustoffen .....	- 20 -
8.3 Rekultivierungsschicht.....	- 22 -
<b>9 Probefeld .....</b>	<b>- 24 -</b>
9.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung .....	- 24 -
9.2 Entwässerungsschicht.....	- 26 -
9.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen .....	- 26 -
9.2.2 Entwässerungsschicht aus nicht natürlichen Baustoffen .....	- 27 -
9.3 Rekultivierung.....	- 28 -
<b>10 Qualitätssicherung im Regeleinbau .....</b>	<b>- 29 -</b>
10.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung .....	- 29 -
10.2 Entwässerungsschicht.....	- 31 -
10.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen .....	- 31 -
10.2.2 Deponieersatzbaustoffe aus nicht natürlichen Baustoffen .....	- 33 -
10.3 Rekultivierungsschicht.....	- 36 -

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Regelschnitt Basisabdichtung DK 0. .... - 5 -  
 Abbildung 2: Regelaufbau der deponieseitigen Abdichtung der nördlichen Ablagerung. - 5 -  
 -  
 Abbildung 3: Regelschnitt Oberflächenabdichtung DK 0. .... - 6 -  
 Abbildung 4: Regelaufbau der deponieseitigen Oberflächenabdichtung der nördlichen  
 Ablagerung. .... - 6 -

**TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1: Eignungsprüfung technische Barriere. .... - 17 -  
 Tabelle 2: Eignungsprüfung Entwässerungsschicht – Deponieersatzbaustoffe natürlich... -  
 19 -  
 Tabelle 3: Eignungsprüfung Entwässerungsschicht..... - 21 -  
 Tabelle 4: Eignungsprüfung Rekultivierungsschicht..... - 23 -  
 Tabelle 5: Prüfung im Probefeld technische Barriere im Bereich der Abkapselung. ... - 25 -  
 Tabelle 6: Prüfung im Probefeld Entwässerungsschicht – Deponieersatzbaustoffe.... - 26 -  
 Tabelle 7: Prüfung im Probefeld Entwässerungsschicht..... - 27 -  
 Tabelle 8: Prüfungen im Probefeld Rekultivierungsschicht..... - 28 -  
 Tabelle 9: Prüfungen zur Qualitätsüberwachung - technische Barriere Bereich  
 Abkapselung..... - 30 -  
 Tabelle 10: Prüfung zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (natürlich)..... - 31 -  
 Tabelle 11: Prüfungen zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (natürlich) BA 1 und  
 (BA 1 + BA 2)..... - 32 -  
 Tabelle 12: Prüfung zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (nicht natürlich) BA 1  
 und (BA 1 + BA 2)..... - 33 -  
 Tabelle 13: Prüfungen zur Qualitätsüberwachung der Entwässerungsschicht für BA 1 und  
 zusätzlich (BA 1 + BA 2)..... - 35 -  
 Tabelle 14: Prüfung zur Qualitätsüberwachung – Rekultivierungsschicht für BA 1 und  
 zusätzlich (BA 1 + BA 2)..... - 37 -

## 1 Grundlagen

Grundlage des vorliegenden Qualitätsmanagementplan sind die im Erläuterungsbericht zur Genehmigungsplanung der geplanten Deponie HALDENWALD beschriebenen Maßnahmen zur Erschließung, dem Bau und der Einrichtung geplanten Maßnahmen, die DepV, die Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) sowie die bundeseinheitlichen Eignungsbeurteilungen der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“, die Empfehlungen des AK 6.1 (Geotechnik der Deponiebauwerke) der Fachsektion 6 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. sowie amtliche Mitteilungen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zum Bereich Deponieabdichtung.

## 2 Vorhabensbeschreibung

Die Firma Lämmle Recycling GmbH möchte auf einem seit 2012 verwaisten ehemaligen Industriestandort eine Deponie der Klasse 0 errichten und betreiben.

Die Eigenschaften der Komponenten im Einbauzustand müssen so gewählt werden, dass die Funktionserfüllung der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems unter allen äußeren und gegenseitigen Einwirkungen über einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren nachgewiesen ist.

Das Qualitätsmanagement besteht für die Vorfertigung aus der Eigenüberwachung des Herstellers (EÜ) und der Fremdüberwachung (FÜ) eines beauftragten Dritten, für die Bauausführung aus der Eigenprüfung (EP) der ausführenden Firma, der Fremdprüfung (FP) durch einen beauftragten Dritten und aus der Überwachung durch die zuständige Behörde.

Der vorliegende Qualitätsmanagementplan wurde vom Ingenieurbüro Roth & Partner gemäß DepV nach den Grundsätzen des Qualitätsmanagements Kapitel E 5-1 der GDA-Empfehlungen aufgestellt. Er enthält die speziellen Elemente des Qualitätsmanagements und legt die Verantwortlichkeiten, sachlichen Mittel und Tätigkeiten so fest, dass die Qualitätsmerkmale der Deponieabdichtungssysteme eingehalten werden.

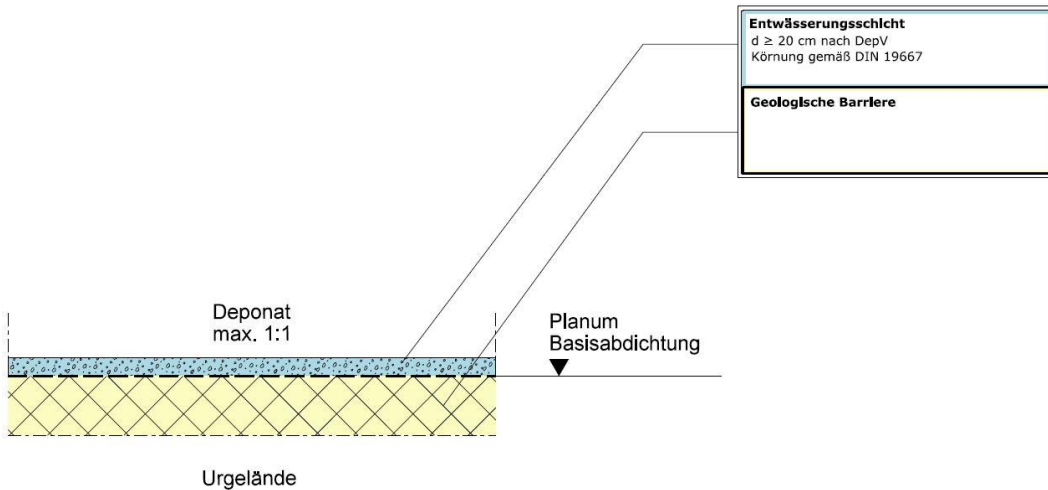
### 2.1 Basis bzw. Planumsherstellung

Der geplante Deponiestandort befindet sich östlich der Gemeinde Tuningen im Landkreis Schwarzwald-Baar. Die Vorhabensfläche ist eine ehemalige Industriefläche, der Firma Liapor, welche einen Tontagebau und ein Werk zur Produktion von Blähtonkügelchen betrieb.

Die geplante Deponieoberfläche beträgt ca. 93.500 m<sup>2</sup>.

Der anstehende Boden, Opalinuston, ist als geologische Barriere gemäß Anhang 1 Absatz 2 DepV (Stand 2020) geeignet ( $d \geq 1 \text{ m}$ ;  $k_f \leq 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ ). Eine technische Barriere ist aus diesem Grund nicht erforderlich. Auf die geologische Barriere wird eine aus einer Schicht, aus Splitt oder Kies, bestehende mineralische Entwässerungsschicht aufgetragen.

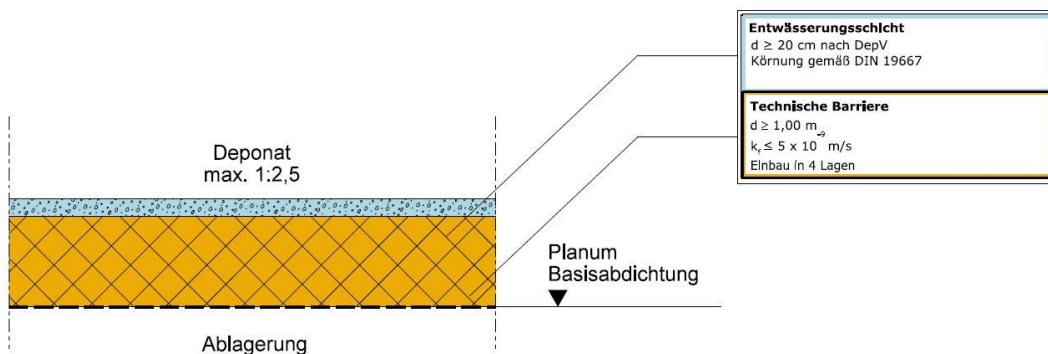
In der nachfolgenden Abbildung wird der Regelaufbau dargestellt.



**Abbildung 1: Regelschnitt Basisabdichtung DK 0.**

Im nördlichen Bereich der geplanten Deponie bleibt eine Altablagung erhalten. Diese wird gemäß Erläuterungsbericht und dem beiliegenden Plan in Anlage 12 (Plan 7) abgedichtet bzw. eingekapselt. Die Abdichtung mittels Tons dient deponieseitig gleichzeitig als Basisabdichtung für die Deponie.

In der nachfolgenden Abbildung wird der deponieseitige Regelaufbau der Abdichtung dargestellt.

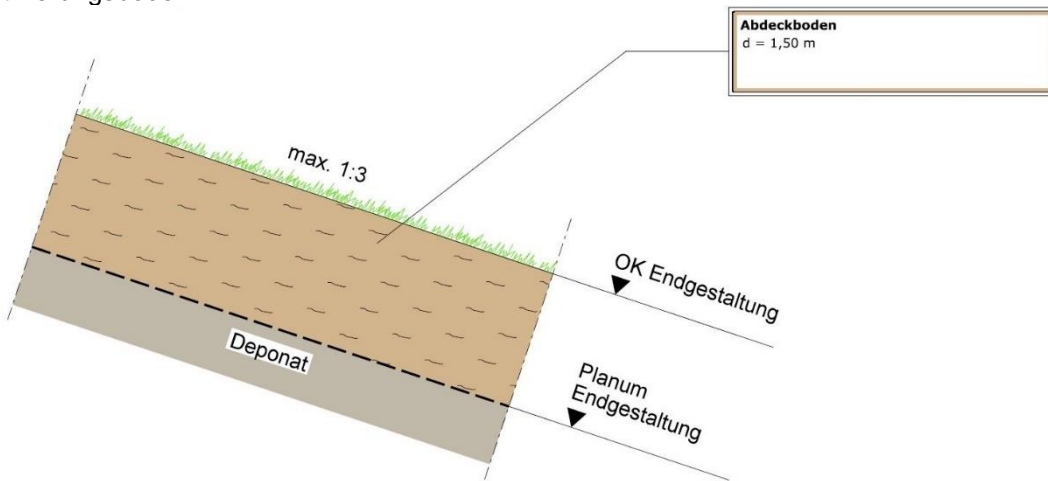


**Abbildung 2: Regelaufbau der deponieseitigen Abdichtung der nördlichen Ablagerung.**

Im Bereich der abgekapselten nördlichen Ablagerung wird die geologische Barriere durch eine 1,00 m mächtige technische Barriere, bestehend aus Opalinuston, ersetzt.

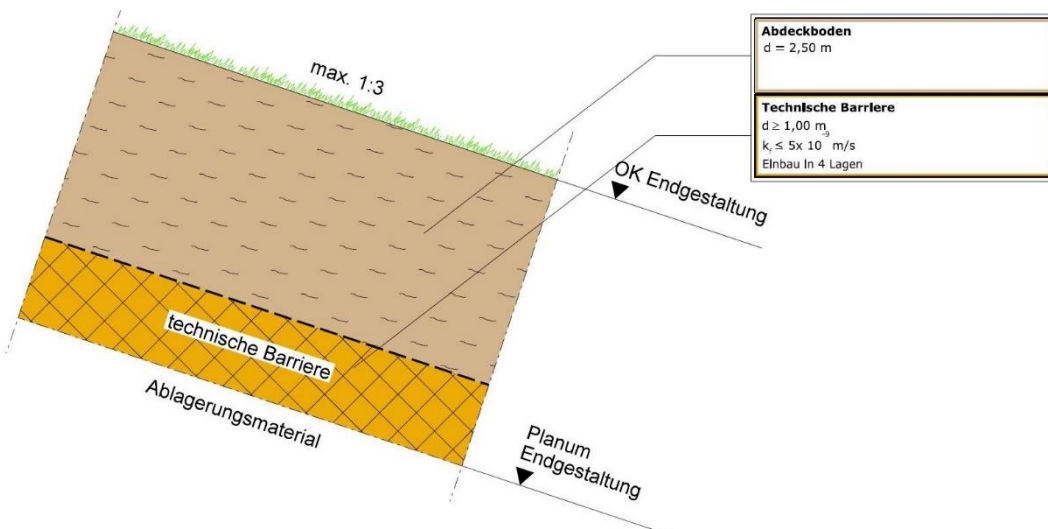
## 2.2 Oberflächenabdichtung

Die Oberflächenabdichtung wird gemäß der Deponieverordnung für den Standard DK 0 ausgeführt. Die Abdichtung besteht dabei aus einer 1,50 m mächtigen Schicht aus Rekultivierungsboden.



**Abbildung 3:** Regelschnitt Oberflächenabdichtung DK 0.

Im Bereich der Abkapselung wird die Stärke der Rekultivierungsschicht auf 2,50 m erhöht.



**Abbildung 4:** Regelaufbau der deponieseitigen Oberflächenabdichtung der nördlichen Ablagerung.

Die Oberflächenabdichtung wird in Anlage 12 im Plan 8 dargestellt.

### **3 Verantwortlichkeit für die Aufstellung, Durchführung und Kontrolle der Qualitätssicherung**

Die Durchführung und Kontrolle der Qualitätssicherung erfolgt durch die Eigenprüfung und die Fremdprüfung und wird von der zuständigen Behörde überwacht. Der QMP wird von der Fremdprüfung fachtechnisch in Abstimmung mit dem Bauherrn sowie der Überwachungsbehörde im Zuge der Ausführung fortgeschrieben.

#### **3.1 Aufgaben der Eigenprüfung (EP)**

Für die Eigenprüfung (EP) wird für die bauausführende Firma ein qualifizierter Sachkundiger mit vertieften Kenntnissen auf dem Gebiet der Deponietechnik gestellt.

Die Aufgaben der Eigenprüfung umfassen:

- Eingangsprüfung der zu verarbeitenden Materialien, Komponenten und Systeme
- Überprüfung aller qualitätsbestimmender Vorgänge und wesentlicher Qualitätsmerkmale beim Einbau
- Durchführung der Prüfung im Probefeld
- Zeitnahe Erstellung der vollständigen Dokumentation der Untersuchungen und Bewertung der Ergebnisse
- Durchführung der Eignungsprüfungen, der Prüfungen im Versuchsfeld und der Prüfungen zur Qualitätsüberwachung gemäß QM-Plan sowie Erstellung der zugehörigen Dokumentation
- Weiterleiten der Untersuchungsergebnisse an die Baufirma (BL) und die Fremdprüfung (FP)
- Teilnahme an Abnahmetermine
- Teilnahme an Baustellenbesprechungsterminen nach Bedarf
- Anwesenheit bei der Ausführung von qualitäts- und funktionsbestimmenden Arbeiten und Maßnahmen während der Erschließung und Errichtung der Deponie

Die Durchführung der Qualitätsprüfungen, insbesondere der Zeitpunkt der Probenahme sowie die Vorlage der Prüfungsergebnisse und der Bewertung sind dem Verarbeitungs- bzw. Herstellungsvorgang anzupassen.

#### **3.2 Aufgaben und Qualifikation der Fremdprüfung (FP)**

Die fremdprüfende Stelle muss gemäß DepV nach DIN EN ISO/IEC 17020:2012-07 (Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen) als Inspektionsstelle für die Fremdprüfung im Deponiebau und nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, 2. Berichtigung 2007-05 (Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien) als Prüflaboratorium akkreditiert sein. Spezielle Prüfungen können vom Fremdprüfer an eine unabhängige Institution vergeben werden, die für diese Prüfungen akkreditiert ist.

Die Fremdprüfung für das Abdichtungssystem erstreckt sich über alle Materialien, Komponenten und Systeme. Die FP wird durch den Bauherrn mit Zustimmung der zuständigen Behörde beauftragt. Sie handelt parallel mit der örtlichen Bauüberwachung auf der Baustelle als unabhängig prüfende Instanz. Ihre Aufgabe ist es sicherzustellen, dass die in der Genehmigung und Ausführungsplanung festgeschriebene Qualität erreicht wird und erhalten bleibt. Die FP agiert dabei entsprechend den Vorgaben der einschlägigen Regelwerke als unabhängige, objektiv untersuchende und dokumentierende Stelle.



Die Aufgaben der Fremdprüfung umfassen:

- Eingangsprüfung der zu verarbeitenden Materialien, Komponenten und Systeme
- Überprüfung aller qualitätsbestimmender Vorgänge und wesentlicher Qualitätsmerkmale beim Einbau
- Durchführung der Prüfung im Probefeld
- Prüfung und Freigabeempfehlung der Eigenprüfungsunterlagen gemäß QM-Plan (Eignungsnachweise)
- Dokumentation der Prüfung. Die Freigabeempfehlungen sind in Freigabelisten darzustellen.
- Durchführung der Fremdprüfungsuntersuchungen gemäß QM-Plan (je Abdichtungslage, je Abdichtungsfeld, zu Baubeginn) sowie Erstellung der zugehörigen Dokumentation
- Zeitnahe Erstellung der vollständigen Dokumentation der Untersuchungen und Bewertung der Ergebnisse
- Freigabeempfehlung der Materialien der Eigenprüfung bei vollumfänglicher Erfüllung des QMP aus fachlicher Sicht in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde
- Teilnahme an Abnahmetermine
- Teilnahme an Baustellenbesprechungsterminen nach Bedarf
- Anwesenheit bei der Ausführung von qualitäts- und funktionsbestimmenden Arbeiten und Maßnahmen auf der Baustelle

Die Durchführung der Qualitätsprüfungen, insbesondere der Zeitpunkt der Probenahme sowie die Vorlage der Prüfergebnisse und der Bewertung sind dem Verarbeitungs- bzw. Herstellungsvorgang anzupassen.

## **4 Übergreifende Anforderungen für die geplanten Abdichtungsabschnitte**

### **4.1 Eignungsprüfung**

Für alle Baustoffe, die planmäßig bei der Baumaßnahme zum Einsatz kommen, ist die Eignung gemäß der Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) nachzuweisen. Neben natürlichen mineralischen Baustoffen können auch Deponieersatzbaustoffe oder Mischungen aus diesen zum Einsatz kommen. Dies wird in den jeweiligen Kapiteln des QMP genauer definiert. Als Deponieersatzbaustoff oder als Ausgangsstoff zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen sind ausschließlich mineralische Abfälle zugelassen (§ 14 Abs. 1 DepV).

Beim Einsatz von Deponieersatzbaustoffen ist der Nachweis der Funktionserfüllung unter allen äußeren und gegenseitigen Einwirkungen für einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren gemäß BQS zu erbringen.

### **4.2 Probefeld**

Für den Bau aller Abdichtungskomponenten (Planum, technische Barriere, Entwässerungs- und Rekultivierungsschicht) wird ein gemeinsames Probefeld errichtet.

Das Probefeld wird im Bereich der Abkapselung in Abschnitt I-1 errichtet. Die für die Eigen- und Fremdprüfung erforderlichen Proben zur Untersuchung werden dort entnommen.



#### **4.3 Geologische Barriere**

Die geologische Barriere besteht im Bereich der Deponie aus einer mehrere Meter bis ca. 100 m mächtige Schicht aus Opalinuston. Dies wurde durch die Untersuchungen des Büros Dr. Ebel & Co. bestätigt.

#### **4.4 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung**

Im Bereich der Nördlichen Ablagerung wird eine technische Barriere errichtet. Die Barriere besteht dabei aus einer 1,00 m mächtigen Tonschicht. Der Bauherr (Fa. Lämmle Recycling GmbH) ist durch die angeschlossene Tongrube (Haldenwald, ehemals Fa. Liapor) im Besitz von dafür geeignetem Material. Der Ton wurde einer Eignungsprüfung durch die Crystal Geotechnik GmbH unterzogen.

Falls weiteres geeignetes Material zugekauft werden sollte, wäre eine separate Eignungsprüfung nach Kapitel 4.3 durchzuführen.

#### **4.5 Flächenfilter / Entwässerungsschicht Basisabdichtung**

Gemäß GDA E 3-5 sind für die Entwässerungsschicht / Flächenfilter folgende Nachweise mit dem nach GDA E 3-1 im Labor eignungsgeprüften Material zu führen:

- Eignung des Materials unter Baustellenbedingungen
- Eignung des Einbau- und Verdichtungsverfahrens bzw. der vorgesehenen Geräte
- Einhaltung der Materialanforderungen im Maßstab der Bauausführung
- Festlegung der Bezugswerte für die Qualitätssicherung

Der Flächenfilter bzw. die Entwässerungsschicht zählen zu den mineralischen Basisabdichtungskomponenten und können gemäß BQS 3-1 und 3-2 auch durch Deponieersatzbaustoffe ersetzt werden.

#### **4.6 Qualitätsüberwachung im Regeleinbau**

Nach Abnahme des jeweiligen Auflagers der Abdichtung und bestandener Eignungsprüfung nach GDA E 3-1 mit Untersuchungen im Probefeld nach GDA E 3-5 kann mit der Herstellung der technischen Barriere und der Entwässerungsschicht begonnen werden. Im Rahmen der Qualitätsüberwachung werden Feld- und Laborprüfungen durchgeführt. Nach Fertigstellung jeder Komponente des Dichtungssystems muss diese durch die Eigenprüfung, die Fremdprüfung und die behördliche Kontrolle abgenommen werden, bevor mit dem Einbau der darauffolgenden Dichtungskomponente begonnen wird.

#### **Liefiern und Lagern von Material**

Das Material für die technische Barriere und die Entwässerungsschicht sollte in einer Liefereinheit oder in Liefermengen von mindestens 1000 m<sup>3</sup> geliefert werden. Die entsprechenden Liefermengen muss aus Material gleicher Qualität in Hinblick auf Korngröße und Festigkeit (Bruch) bestehen.

Die fachtechnische Freigabe jeder Lieferung zum Einbau erfolgt durch den Eigen- und Fremdprüfer dabei wird bei jeder Lieferung die Kennzeichnung der Charge und der optische Eindruck der Lieferung kontrolliert.

Die Freigabe wird in einem entsprechenden Vermerk des Fremdprüfers auf dem Lieferschein oder durch einen speziellen Freigabevermerk dokumentiert. Weiter wird die Freigabe im Baustellenbericht des Fremdprüfers vermerkt.

#### **Einbau der technischen Barriere und der Entwässerungsschicht**

Die technische Barriere wird in 4 Lagen verdichtet eingebaut.  
Die Entwässerungsschicht wird ausschließlich im Vor-Kopf-Verfahren eingebaut. Die Entwässerungsmaterialien sind unmittelbar nach der Fertigstellung und Freigabe der technischen Barriere oder des Planums arbeitstäglich in einer Mindestmächtigkeit von 0,2 m im „vor Kopf“-Verfahren mit einem Bagger aufzubringen. Diese erste Lage darf nicht eingeschoben, sondern muss aufgesetzt / aufgeschüttet werden.

#### **4.7 Rohrleitungs- und Schachtbau**

Für die Fertigung und den Einbau der Rohre sind die im BQS 8-1 und in der „SKZ/TÜV-LGA Güterichtlinie Rohre, Schächte und Bauteile in Deponien“ genannten Regelwerke (DIN-Normen und DVS-Richtlinien) zu berücksichtigen.

Die fachtechnische Freigabe von Teilleistungen erfolgt durch die Fremdprüfung zeitnah mit dem Baufortschritt. Die Teilfreigaben werden in den Baustellenberichten der FP dokumentiert

#### **4.8 Dokumentation und Freigabe**

Vor der Verwendung eines Materials ist von AN/ EP eine Eignungsuntersuchung vorzulegen. Diese ist von der Fremdprüfung zu prüfen und bei Einhaltung der Anforderungen in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde zur Freigabe zu empfehlen. Die Freigabeempfehlungen sind in Freigabelisten darzustellen. Pro Abdichtungsabschnitt ist von der Fremdprüfung nach Vorliegen der vollständigen und prüffähigen Eignungsprüfungsberichte der EP eine Gesamtdokumentation sämtlicher Ergebnisse der Eignungsprüfung vorzulegen und mit einem Prüfvermerk der Überwachungsbehörde vorzulegen. Nach Abschluss des Probefeldbaues und vor dem Einbau im Baufeld ist eine Probefeldokumentation zu erstellen und mit einer Freigabeempfehlung (Fremdprüfung) der Überwachungsbehörde vorzulegen.

Die Eignungsprüfungen inkl. Standsicherheitsnachweise, Werkszeichnungen, Einbauanweisungen (auf Basis des Probefeldes) etc. sind der Fremdprüfung spätestens 15 Werktage vor Baubeginn der jeweiligen Teilmaßnahme zur Prüfung vorzulegen. Die Prüfung der Materialien und Dokumente erfolgt in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde durch die Fremdprüfung auf Grundlage der im QMP dargestellten Anforderungen. Bei Einhaltung aller Anforderungen des QMP kann das Material oder das Dokument in Abstimmung mit der Überwachungsbehörde unmittelbar durch die Fremdprüfung zur Freigabe empfohlen werden.

Sämtliche Untersuchungen der baubegleitenden Prüfungen (Laborversuche etc.) der Eigen- und Fremdprüfung sind vollständig zu dokumentieren. Die Ergebnisse der baubegleitenden Untersuchungen der EP sind regelmäßig und zeitnah der FP vorzulegen.

Nach der Fertigstellung von abgrenzbaren Teilflächen ist von AN/EP ein Freigabeantrag für die entsprechende Fläche zu erstellen, der eine Lageskizze mit Eintragung der betreffenden Teilfläche sowie eine Aussage zu den Prüfergebnissen der EP enthält. Dieser Antrag ist vor der weiteren Überbauung einzureichen. Die FP prüft den Antrag, führt ggf. ei-

gene Untersuchungen durch und erstellt für die Teilfläche bei Erfüllung sämtlicher Anforderungen eine Freigabeempfehlung zur Überbauung. Die FP verteilt die Freigabeempfehlungen an die BÜ und den AN. Die Unterlagen werden zudem auf der Baustelle jederzeit zugänglich gehalten.

Die geprüften Teilflächen sowie die Probenentnahmestellen sind anhand von Plänen darzulegen. Die Protokolle und Probenahmepläne sollen für jede Schicht/ Komponente geführt und jederzeit einsehbar ausgelegt werden. Alle Prüfungen sind dabei mit Probennummern und dem Entnahmedatum zu versehen. Die Probennummern sind von der EP und FP getrennt voneinander in Plänen einzutragen.

Sämtliche Freigabeprüfungen sind neben EP und FP durch die BÜ zu begleiten und zu protokollieren. Die Unterlagen werden nach Abschluss der Maßnahme der Überwachungsbehörde vorgelegt.

Nach Abschluss der jeweiligen Teilmaßnahme ist von der Eigenprüfung ein Abschlussbericht zu erstellen, welcher folgende Bestandteile enthalten muss:

- Kurzbeschreibung/Veranlassung
- Zusammenstellung und Beschreibung der Anforderungen an die Materialien
- Beschreibung der Probenahme/Erkundung der Materialien
- Beschreibung der durchgeführten Untersuchungen
- Zusammenstellung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse inkl. Prüfung und Wertung als quantitativer und qualitativer SOLL/IST-Vergleich mit Bewertung zur Erfüllung der Anforderungen gemäß QMP (Konformitätsprüfung)
- Gesamtbewertung der Ergebnisse, Anlagen: Pläne und Skizzen der Probenahmestellen separat für jedes Bauteil, Probenahme- und Untersuchungsprotokolle, Gutachten, Nachweise, etc.

Dieser Bericht ist der Fremdprüfung innerhalb von 4 Wochen nach Abschluss der jeweiligen Teilmaßnahme bzw. nach Abschluss der QMP-relevanten Arbeiten vorzulegen.

Von der Fremdprüfung ist spätestens 4 Wochen nach Vorliegen des vollständigen und prüffähigen Abschlussberichtes der EP eine Gesamtdokumentation sämtlicher Ergebnisse der Eigenprüfung und der Fremdprüfung der Maßnahme vorzulegen und mit einer Freigabeempfehlung bei der Überwachungsbehörde einzureichen.

In dieser sollen insbesondere Prüfvermerke zur planmäßigen Ausführung der Arbeiten sowie über die Einhaltung der Anforderungen des Qualitätsmanagementplanes enthalten sein (Konformitätsprüfung).

Die regelmäßigen Baustellenbesprechungstermine werden von der BÜ protokolliert.

## **5 Hinweise zur Bauausführung**

Folgende Hinweise zur Bauausführung sind bei der Herstellung der Abdichtungen zu berücksichtigen:

- Die Abdichtungen sind nach einem vorgegebenen Bauablaufplan in einzelnen Teilfeldern herzustellen. Vor Beginn der Abdichtungsteilfelder sind die jeweils erforderlichen Entwässerungseinrichtungen zu erstellen.
- Es dürfen immer maximal zwei Abdichtungsteilfelder gleichzeitig bearbeitet werden. Nach Fertigstellung eines Teilfeldes wird die Bearbeitung des nächsten Abdichtungsfeldes durch den AG freigegeben.

- Die Fertigstellung beinhaltet die vollständige Herstellung der Abdichtung inkl. vollständiger Dokumentation (Vermessung der Abdichtungslagen und allen Baulichkeiten in der Abdichtung, Eigenprüfung gemäß QM-Plan inkl. Zwischenbericht, Abrechnungsdokumentation etc.).
- Die Abdichtungsarbeiten sind von den vorherrschenden Witterungsbedingungen abhängig und dementsprechend anzupassen bzw. zu steuern.



## 6 Übersicht der beteiligten Stellen und Ansprechpartner

<b>Bauherr/Auftraggeber (AG):</b>	Lämmle Recycling GmbH Riedweg 3 88436 Eberhardzell
<b>Bauoberleitung (BO):</b>	noch nicht bekannt
<b>Fachbauleitung:</b>	noch nicht bekannt
<b>Örtliche Bauüberwachung (BÜ):</b>	noch nicht bekannt
<b>Bauleitung der Baufirma (BL):</b>	
<b>Eigenprüfung der Baufirma (EP):</b>	noch nicht bekannt
<b>Fremdprüfung (FP):</b>	noch nicht bekannt
<b>Fremdvermessung (FV):</b>	noch nicht bekannt
<b>Behördliche Überwachung (ÜW):</b>	noch nicht bekannt



*Deponie Haldenwald  
Errichtung und Betrieb einer DK 0 Deponie  
Genehmigungsplanung  
- Anlage 4: Qualitätsmanagementplan (QMP)*

INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER 

## **7 Übersicht zu Änderungen des Qualitätsmanagementplanes**

Die erste Ausfertigung des QMP wurde im Rahmen der Entwurfsplanung erstellt. Dieser wird mit der Ausführungsplanung fortgeschrieben.

## 8 Eignungsprüfungen

Für Material des Bauherrn, für die bereits eine Eignungsfeststellung vorliegt oder von der die Eignungsfeststellungen durch die FP bereits getätigt wurden, müssen vom AN keine weiteren Eignungsuntersuchungen durchgeführt werden.

### 8.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung

Für den Einbau von Materialien, die als technische Barriere vorgesehen sind, sind nach BQS 1-0 die gleichen materiellen Kriterien wie bei einer mineralischen Abdichtung zu berücksichtigen. Die vorgesehenen Materialien sind nach DIN 18196 und nach DIN EN ISO 14688-1 zu klassifizieren. Es sind gemäß GDA E 3-1, DepV und BQS 2-0 und BQS 2-1 folgende Eignungsprüfungen durchzuführen.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang
<b>Abdichtungswirkung nach Nr. 3.1</b>				
8 . 1	Wasserdurchlässigkeit <sup>1,2</sup>	DIN EN ISO 17892-11	Durchlässigkeitsbeiwert $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$	3
8 . 2	Dichtigkeit von Anschlüssen und Durchdringungen	DIN EN 933-4	Darstellungen in Regelzeichnungen, ggf. Verweis auf Versuchseinbau	1
8 . 3	Auswirkungen von Fehlstellen und Imperfektionen innerhalb der mineralischen Dichtungsschicht	Abschätzung; Bewertung der Möglichkeit des Auftretens von Fehlstellen und ggf. rechnerische Abschätzung ihrer Auswirkung, ggf. Maßnahmen zur Verhinderung in Einbauanweisung unter Heranziehung von Erfahrungs- und Prüfwerten	Keine Erhöhung der Systemdichtigkeit über einen Durchlässigkeitsbeiwert $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$	1
<b>Mechanische Widerstandsfähigkeit nach Nr. 3.2</b>				
8 . 4	Innere Scherfestigkeit	GDA E 2-13 und E 3-1	gemäß Vorgaben der Standsicherheitsberechnung	3
8 . 5	Steife- bzw. Verformungsmodul in Abhängigkeit von Wassergehalten <sup>3</sup>	DIN EN ISO 17892-5	zur Charakterisierung	3
8 . 6	Verformbarkeit <sup>4</sup>	GDA E 2-13 GDA 3-1	verformbar bis Krümmungsradius $R = 200$ m ohne Erhöhung der Durchlässigkeit	3
8 . 7	Scherfestigkeit zu angrenzenden Schichten	Rahmenscherversuche z. B. nach GDA E 3-8 DIN EN ISO 17892-10 <sup>5</sup>	gemäß Vorgabe der Standsicherheitsberechnung	3
8 . 8	Quellung	DGGT Empfehlung Nr. 11, FS 3	zur Charakterisierung	3



Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang
8 . 9	Beständigkeit der Eigenschaften nach Nr. 4 bis 7	BQS 2-0 Nr. 2.3.3	Funktionserfüllung über mindestens 100 Jahre	1
8 . 10	Übertragbarkeit der Laborwerte nach Nr. 4 bis 6 auf Feldwerte	z. B. statistische Auswertungen von QM-Protokollen ausgeführter Maßnahmen oder Angabe von charakteristischen Werten auf der Basis von DIN 4020	Charakterisierung	1
<b>Beständigkeit nach Nr. 4 für eine Funktionserfüllung über mindestens 100 Jahre</b>				
8 . 11	Temperaturbeständigkeit	-	beständig bei Temperaturen von 10 - 40 °C unter Berücksichtigung von Auflasten und Richtung der Einwirkungen	1
8 . 12	Beständigkeit unter Einfluss von Sickerwasser	Plausibilitätsbetrachtung	beständig unter dem Einfluss des Sickerwassers bei oxidierenden und reduzierenden Bedingungen und pH-Werten zwischen 4 und 13, einer elektrischen Leitfähigkeit bis 30.000 µS/cm und einem DOC bis 1.000 mg/l	1
8 . 13	Beständigkeit gegenüber Wassergehaltsänderungen	z. B. Überdruckmethode nach RICHARD	Wassergehalts-/Wasserspannungscharakteristik unter Berücksichtigung von ggf. auftretenden Synäreseffekten	3
8 . 14	Beständigkeit gegenüber Wassergehaltsänderungen	Unter Nr. 1 genannte Nachweise und Versuche unter entsprechenden Randbedingungen	kein negativer Einfluss veränderlicher Wasserspannungen/ Wassergehalte auf die Verformungseigenschaften und auf die Dichtigkeit	1
<b>Klassifizierung nach Nr. 5.1.1</b>				
8 . 15	Geologische Beschreibung, Gesteinsbeschreibung, Bestimmung der Tonminerale (quantitativ)	-	zur Charakterisierung	1
8 . 16	Korngrößenverteilung	DIN ISO 11277 DIN EN 933-1 DIN EN ISO 17892-4	suffusionsbeständig Korngröße ≤ 32 mm	3
8 . 17	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	Zur Charakterisierung	3
8 . 18	Zustandsgrenzen / Konsistenzgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	zur Charakterisierung	3
8 . 19	Wasseraufnahme	DIN EN 1097-6 DIN 18132	zur Charakterisierung	3

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang
8 . 20	Korndichte	DIN 18124 DIN EN ISO 17892-3	zur Charakterisierung	3
8 . 21	Proctordichte und optimaler Wassergehalt	DIN 18127	zur Charakterisierung	3
8 . 22	Organische Substanz	DIN 18128	≤ 1 Masse-% <sup>6</sup>	3
8 . 23	Carbonatgehalt	DIN EN ISO 10693	≤ 15 Masse-% <sup>7</sup>	3
8 . 24	Schadstoffgehalte von Deponieersatzbaustoffen <sup>8</sup>	DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 5	§ 17 DepV
8 . 25	Fremdbestandteile (z.B. Steine, Holz, Wurzeln)	Visuelle	frei von Fremdbestandteilen	3

<sup>1)</sup> In Abhängigkeit von der Dichte, dem Einbauwassergehalt, der Verdichtungsenergie, Auflasten und Temperaturen.

<sup>2)</sup> Im Hinblick auf die Abnahme mineralischer Dichtungsschichten ist gegebenenfalls die Gleichwertigkeit von Schnellversuchen nachzuweisen.

<sup>3)</sup> wie nach Nr. 4, nicht im unkonsolidierten, undrainierten Zustand

<sup>4)</sup> Alternativ kann im Einzelfall auch nachgewiesen werden, bis zu welcher Dehnung die Dichtigkeit nach Nr. 1 gegeben ist.

<sup>5)</sup> Bei Böschungsneigungen flacher als 1:5 kann die Scherfestigkeit aus Tabellenwerten der DIN 1055 Teil 2 ermittelt werden.

<sup>6)</sup> Fein verteilt; für natürliche organogene Böden sind Überschreitungen bis zu einem Glühverlust von 5 Masse-% oder einem TOC bis 3 Masse-% möglich, wenn diese Überschreitungen ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgehen. Die TOC-Bestimmung erfolgt nach DepV, Anhang 4

<sup>7)</sup> Höhere Carbonatgehalte bis maximal 30 Masse-% sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass die Wirksamkeit der mineralischen Dichtung hierdurch nicht beeinträchtigt wird.

<sup>8)</sup> Nur, wenn es sich trotz natürlicher mineralischer Baustoffe um Deponieersatzbaustoffe handelt.

**Tabelle 1: Eignungsprüfung technische Barriere.**

## 8.2 Entwässerungsschicht

### 8.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen

Für die Entwässerungsschicht können gemäß BQS 3-1 auch Deponieersatzbaustoffe aus natürlichen Baustoffen verwendet werden. Die Eignung der Materialien muss durch die nachfolgenden Prüfungen festgestellt werden.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1)</sup> (EP)
8 . 1	Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung	DIN EN 932-3	zur Charakterisierung	3
8 . 2	Korngrößenverteilung	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	3
8 . 3	Abschlämmbare Anteil	DIN EN 933-1	≤ 0,5 Masse-%	3
8 . 4	Rohdichte	DIN EN 1097-6	Zur Charakterisierung	3
8 . 5	Kornform	DIN EN 933-4 (visuell / gravimetrisch)	Rundkorn <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit gebrochenen Körnern ≤ 10 Masse-%</li> <li>• Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke &gt; 3:1 ≤ 20 Masse-%</li> </ul> oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	3
8 . 6	Glühverlust <sup>2)</sup>	DIN 18128	GV ≤ 1 Masse-%	3
8 . 7	Calciumcarbonat	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	CaCO <sub>3</sub> ≤ 20 Gew.-%, ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	3
8 . 8	Wasserdurchlässigkeit <sup>3)</sup>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>4)</sup>	$K_f \geq 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$	3
8 . 9	Kornfestigkeit unter dynamischen Einwirkungen <sup>5)</sup>	GDA E 3-12 Nr. 3.9	GDA E 3-12 Nr. 3.2	3
8 . 10	Kornzertrümmerung unter hoher statischer Last	GDA E 3-9 Nr. 2.2.3	GDA E 3-12 Nr. 3.2 und keine schädlichen Einflüsse durch scharfkantige Bruchfragmente auf Kunststoffdichtungsbahnen und -rohre	3
8 . 12	Scherfestigkeit	GDA 3-12 Nr. 3.12	Zur Charakterisierung	3

Nr.			Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfum- fang <sup>1)</sup> (EP)
8	.	13	Frost- Tauwechsel	DIN EN 1367-1	nach 10 Frost-Tauwechsell bis -17,5 °C im Wasserbad keine wesentlichen Veränderungen der Kornzusammensetzung (Einhaltung von GDA E 3-12 Nr. 3.)	3

<sup>1)</sup> Bei Vorliegen eines Lieferzertifikates kann für die betreffenden Parameter auf dieses zurückgegriffen werden und gelten die Mindesthäufigkeiten nicht

<sup>2)</sup> Nicht erforderlich bei grober Körnung, wenn offensichtlich keine organischen Bestandteile enthalten sind.

<sup>3)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkörnung 16/32 mm.

<sup>4)</sup> für grobe Dränmaterialien mit  $d > 8$  mm bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

<sup>5)</sup> alternativ kann der Nachweis der Kornfestigkeit auch im Probefeld erbracht werden (Tabelle 2 Nr. 7)

**Tabelle 2:** Eignungsprüfung Entwässerungsschicht – Deponieersatzbaustoffe natürlich.

## 8.2.2 Entwässerungsschicht aus nicht natürlichen Baustoffen

Die Entwässerungsschicht kann gemäß BQS 3-2 und den GDA Empfehlungen E 3-12 sowie DIN 19667 und dem LANUV-Arbeitsblatt 6 für Deponieersatzbaustoffe nachzuweisen.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang (EP)
8 . 1	<b>Petrografische Beschreibung</b>	TP Gestein-Stb, 2008: Abschn. 3.1.4 Abschn. 3.1.5	Zur Charakterisierung: Industriell hergestellte Gesteinskörnungen; Recyclingbaustoffe	3
8 . 2	<b>Korngrößenverteilung</b>	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	Körnung 2/8 bis 8/16 Feinkornanteil (< 0,06mm) ≤ 0,5 %	3
8 . 3	<b>Abschlämmbarer Anteil</b>	DIN EN 933-1	≤ 0,5 Masse-%	3
8 . 4	<b>Rohdichte</b>	DIN EN 1097-6	Zur Charakterisierung	3
8 . 5	<b>Kornform</b>	DIN EN 933-4  (visuell / gravimetrisch)	Rundkorn <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit gebrochenen Körnern ≤ 10 Masse-%</li> <li>• Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke &gt; 3:1 ≤ 20 Masse-%</li> </ul> oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	3
8 . 6	<b>Glühverlust <sup>1)</sup></b>	DIN 18128	GV ≤ 1 Masse-%	3
8 . 7	<b>Calciumcarbonat</b>	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	CaCO <sub>3</sub> ≤ 20 Gew.-%, ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	3
8 . 8	<b>Wasserlösliche Anteile</b>	TP Gestein-Stb, 2008	GDA E 3-12 Nr. 3.7	3
8 . 9	<b>Wasserdurchlässigkeit <sup>2)</sup></b>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>3</sup>	$K_f \geq 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$	3
8 . 10	<b>Kornfestigkeit unter dynamischen Einwirkungen <sup>4)</sup></b>	GDA E 3-12 Nr. 3.9	GDA E 3-12 Nr. 3.2 und Nr. 3.7 nach zuvor einmonatiger Lagerung in Einsatzzweck entsprechendem Sickerwasser	3
8 . 11	<b>Kornzertrümmerung unter hoher statischer Last</b>	GDA E 3-9 Nr. 2.2.	GDA E 3-12 Nr. 3.2 und Nr. 3.7 nach zuvor einmonatiger Lagerung in Einsatzzweck entsprechendem Sickerwasser	3

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang (EP)
8 . 12	Scherfestigkeit	GDA 3-12 Nr. 3.12	Zur Charakterisierung	3
8 . 13	Frost- Tauwechsel	DIN EN 1367-1	nach 10 Frost-Tauwechseln bis -17,5 °C im Wasserbad keine wesentlichen Veränderungen der Kornzusammensetzung (Einhaltung von GDA E 3-12 Nr. 3.)	3
8 . 14	Schadstoffgehalt / Auslaugverhalten	DepV, Anhang 4	Zulässigkeitskriterien und Zuordnungswerte der Tabellen 1 und 2 Anhang 3 DepV	3
8 . 15	Langzeitbeständigkeit	In Abstimmung mit zuständiger Behörde	Langzeituntersuchungen oder Versuche mit Zeitraffereffekten	

<sup>1)</sup> Nicht erforderlich bei grober Körnung, wenn offensichtlich keine organischen Bestandteile enthalten sind

<sup>2)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkörnung 16/32 mm

<sup>3)</sup> für grobe Dränmaterialien mit  $d > 8$  mm bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

<sup>4)</sup> alternativ kann der Nachweis der Kornfestigkeit auch im Probefeld erbracht werden (Tabelle 2 Nr. 7)

<sup>5)</sup> Unter Hinzuziehung eines entsprechenden Gutachters; die speziellen Bedingungen u. a. die Herkunft und Charakteristik der Deponieersatzbaustoffe, die Testdauer, die Temperatur und Einfluss eines Modell-Sickerwassers bei oxidierenden und reduzierenden Bedingungen und pH-Werten zwischen 4 und 13, einer elektrischen Leitfähigkeit bis 20.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und einem DOC bis 5.000 mg/l (Plausibilitätsbetrachtung) (LANUV Fachbericht 24, 2010) müssen beachtet und mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden

**Tabelle 3:** Eignungsprüfung Entwässerungsschicht.

### 8.3 Rekultivierungsschicht

Für Rekultivierungsmaterial des Bauherrn, für die von der FP die Eignungsfeststellung bereits getätigt wurde, müssen vom AN keine weiteren Eignungsuntersuchungen durchgeführt werden. Sollte weiteres Material benötigt werden dann gelten die unten aufgeführten Bestimmungen.

Für die Rekultivierungsschicht sind gemäß BQS 7-1 für Rekultivierungsschichten in Deponieabdichtungssystemen und GDA Empfehlung 2-31 folgende Eignungsprüfungen für das Rekultivierungsmaterial durch die Eigenprüfung durchzuführen. Die Rekultivierungsschicht wird durch eine Schicht aufgebaut. Der Prüfumfang gilt für jede Anfall- oder Abbaustelle:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang (EP)
8 . 1	Korngrößenverteilung (Bodenart)	DIN ISO 11277, DIN 4220, DIN EN ISO 17892-4, DIN 18196	Dokumentation Orientierungswerte siehe Abb.1 BQS 7-1	mindestens 3
8 . 2	Zustandsgrenzen / Konsistenzgrenzen	DIN EN ISO 17892-12, DIN 18122-2	zur Charakterisierung bindiger Böden und Ableitung eines Vorgabewertes für den Wassergehaltbereich nach Nr. 8.2 des BQS 7-1 unter Beachtung der Nr. 6 des BQS 7-1	mindestens 3
8 . 3	Wassergehalt	DIN 18121-2, DIN EN ISO 17892-1	abhängig von der Bodenart	mindestens 3
8 . 4	Proctorversuch <sup>1)</sup>	DIN 18127	Zur Charakterisierung	mindestens 3
8 . 5	Wasserdurchlässigkeit <sup>2)</sup>	DIN EN ISO 17892-11	Zur Charakterisierung	mindestens 3
8 . 6	Scherfestigkeit	Rahmenscherversuche nach GDA E 3-8, DIN EN ISO 17892-10 <sup>3)</sup>	gemäß Vorgabe der Standsicherheitsberechnung	mindestens 3
8 . 7	Luftkapazität <sup>4)</sup>	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	s. BQS 7-1 Nr. 2.3 in Verbindung mit BQS 7-1 Nr. 6	mindestens 3
8 . 8	nutzbare Feldkapazität <sup>4,5)</sup>	Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274, permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	nFK ≥ 140 mm bezogen auf die Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	mindestens 3



Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang (EP)
8 . 9	Humusgehalt bestimmt aus TOC	DIN EN 15936	TOC ≤ 1,0 -Masse-%; Überschreitungsmöglichkeit bis TOC ≤ 2,0 Masse-% bei originären Böden mit einer bekannten sehr geringen Humusqualität (C/N-Verhältnis ≥ 25); TOC ≤ 5,0 %; (optimal: TOC 1 - 2 M-%) <sup>6)</sup> für Oberboden	mindestens 3
8 . 10	Carbonatgehalt (nur bei pH > 6) sowie Eisengehalte- und -fraktionen	DIN 18129, DIN EN ISO 10693, DIN 19682-13, DIN 19684-6, DIN 19684-7	Abschätzung der Auswirkungen hinsichtlich von Mobilisierung und Ausfällung	mindestens 3
8 . 11	Gehalte an löslichen Nährstoffen (P, K, Mg, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> ) im Oberboden <sup>8)</sup>	VDLUF A 6.1, VDLUF A 6.2 (1991/2001)	gemäß BQS 7-1 Nr. 2.5	mindestens 3
8 . 12	Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat - Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt - Deponieersatzbaustoffe	DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2, Spalte 9	mindestens 3
		DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2, Spalte 9	§ 17 DepV
8 . 13	Bodenfremde Bestandteile (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.)	Visuell, ggf. gravimetrisch visuell  visuell	mineralisch ≤ 5 Masse-%;  nicht-mineralisch: nicht ins Auge fallend und ≤ 1 Vol.-%	mindestens 3

<sup>1)</sup> gilt nicht für originäre Oberböden

<sup>2)</sup> Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung auf die Wasserdurchlässigkeit (Bezugswert Verdichtungsgrad)

<sup>3)</sup> Bei Böschungsneigungen flacher als 1:5 kann die Scherfestigkeit aus Tabellenwerten der DIN 1066 Teil 2 ermittelt werden.

<sup>4)</sup> Ermittlung des Einflusses der Bodenverdichtung durch Bestimmung an mind. 3 Proben, die beim natürlichen Wassergehalt mit unterschiedlichen Verdichtungsgraden hergestellt werden (3 Parallelproben pro Dichtestufe)

<sup>5)</sup> Die nutzbare Feldkapazität ist aus der Differenz der nach DIN 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 KA6 für dem permanenten Welkepunkt keine Angabe aus der Bodenart und der Trockenrohdichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN ISO 11274 zu bestimmen.

<sup>6)</sup> 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.

<sup>7)</sup> nicht erforderlich, wenn es sich um natürliches Bodenmaterial handelt

**Tabelle 4:** Eignungsprüfung Rekultivierungsschicht.

## 9 Probefeld

### 9.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung

Die Technische Barriere ist gemäß GDA E 3-1, DepV und BQS 2-0 und BQS 2-1 mit nachfolgende Prüfungen im Probefeld durch die Eigen- und Fremdprüfung zu prüfen:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1</sup>	
				EP	FP
9 . 1	Verdichtungsgrad des Dichtungsaufagers	DIN 18125-2	$D_{Pr} \geq 95 \%$	2 Stk.	1 Stk. <sup>2,3</sup>
9 . 2	Tragfähigkeit des Dichtungsaufagers	DIN 18134	$E_{V2}$ -Wert $\geq 30 \text{ MN/m}^2$ <sup>4</sup>	2 Stk.	1 Stk.
9 . 3	Oberfläche des Dichtungsaufagers und jeder Dichtungslage	Visuell	Homogenität		unmittelbar vor dem Aufbringen der nachfolgenden Lagen der mineralischen Dichtung der bzw. einer weiteren Systemkomponente
9 . 4	Korngrößenverteilung	DIN ISO 11277 DIN EN 933-1 DIN EN ISO 17892-4	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	2 Stk.	1 Stk.
9 . 5	Trockendichte / Verdichtungsgrad	DIN EN ISO 17892-2 <sup>5</sup> DIN 18125-2	$D_{Pr} \geq 95 \%$		mindestens 4 aus der unteren Hälfte der jeweiligen Lage zusätzlich mindestens 1 im Verzahnungsbereich zweier Lagen <sup>6</sup>
9 . 6	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	im Bereich des optimalen Wassergehalts <sup>7</sup>	2 Stk.	1 Stk.
9 . 7	Wasserdurchlässigkeit <sup>8,9</sup>	DIN EN ISO 17892-11	Durchlässigkeitsbeiwert $k \leq 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ bei einem Druckgradienten von $i = 30$	2 Stk.	1 Stk.
9 . 8	Innere Scherfestigkeit	GDA E 2-13	gemäß Vorgabe der Stand-sicherheitsberechnung	1 Stk.	1 Stk.
9 . 9	Scherfestigkeit zu angrenzenden Schichten	Rahmenscheversuche z. B. nach GDA E 3-8 DIN EN ISO 17892-10 <sup>10</sup>	gemäß Vorgabe der Stand-sicherheitsberechnung	1 Stk.	1 Stk.
9 . 10	Zustandsgrenzen / Konsistenzgrenzen	DIN EN ISO 17892-12 DIN 18122-2	Zur Charakterisierung	2 Stk.	1 Stk.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1</sup>	
				EP	FP
9 . 11	Wasseraufnahme	DIN EN 1097-6 DIN 18132	zur Charakterisierung	2 Stk.	1 Stk.
9 . 12	Carbonatgehalt	DIN EN ISO 10693	≤ 15 Masse-% <sup>11</sup>	2 Stk.	1 Stk.
9 . 13	Schadstoffgehalte von Deponieersatzbaustoffen <sup>12</sup>	DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 5	2 Stk.	1 Stk.
9 . 14	Fremdbestandteile (z.B. Steine, Holz, Wurzeln)	Visuell	Frei von Fremdbestandteilen	2 Stk.	1 Stk.
9 . 15	Dicke	Vermessung	Einbaulagendicke zur Festlegung in der Einbauanweisung; gesamt ≥ 0,50m	2 Stk.	1 Stk.

<sup>1)</sup> Häufigkeit der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage; für die Parameter Nummer 1, 2, 5, 6 und 7 jeweils durch Eigen- und Fremdprüfung; für die übrigen Parameter zwei Drittel Eigenprüfung und mindestens ein Drittel Fremdprüfung

<sup>2)</sup> Die Dichte kann in einem Überwachungsschritt (Eigen- oder Fremdprüfung) ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radio-metrischen Sonde bestimmt werden.

<sup>3)</sup> Sofern die mineralische Dichtung in der Böschung nach Nr. 8 n) in horizontalen Lagen eingebaut wurde, ist die Dichte jeweils in der eingebauten Dichtungslage zu bestimmen.

<sup>4)</sup> Sollen projektbezogen geringere Tragfähigkeiten, d. h. geringere EV<sub>2</sub>-Werte, zugelassen werden, sind die Anforderungen an das Auflager in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes, von Wassergehalt und der Trockendichte der Dichtung sowie von der Verdichtungstechnik im Probefeld zu ermitteln und im Qualitätsmanagementplan durch Festlegung u. a. der zulässigen Spanne des Verformungsmoduls E<sub>v2</sub> festzuschreiben.

<sup>5)</sup> Die Dichte kann in einem Überwachungsschritt (Eigen- oder Fremdprüfung) ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radio-metrischen Sonde bestimmt werden.

<sup>6)</sup> lagenweise Beprobung gleichermaßen auf die Basis und Böschung des Probefelds aufteilen

<sup>7)</sup> Bei einem Einbauwassergehalt unter dem Proctorwassergehalt (w<sub>pr</sub>) ist ein Luftporenanteil von n<sub>a</sub> ≤ 5 Vol.-% einzuhalten; ein Luftporenanteil von n<sub>a</sub> ≤ 3 Vol.-% sollte angestrebt werden.

<sup>8)</sup> In Abhängigkeit von der Dichte, dem Einbauwassergehalt, der Verdichtungsenergie, Auflasten und Temperaturen

<sup>9)</sup> Im Hinblick auf die Abnahme mineralischer Dichtungsschichten ist gegebenenfalls die Gleichwertigkeit von Schnellversuchen nachzuweisen.

<sup>10)</sup> Bei Böschungsneigungen flacher als 1:5 kann die Scherfestigkeit aus Tabellenwerten der DIN 1055 Teil 2 ermittelt werden.

<sup>11)</sup> Höhere Carbonatgehalte bis maximal 30 Masse-% sind zulässig, wenn im Eignungsnachweis nachgewiesen wurde, dass die Wirksamkeit der mineralischen Dichtung hierdurch nicht beeinträchtigt werden kann.

<sup>12)</sup> nur bei Deponieersatzbaustoffen

**Tabelle 5:** Prüfung im Probefeld technische Barriere im Bereich der Abkapselung.

## 9.2 Entwässerungsschicht

### 9.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen

Es sind folgende Prüfungen gemäß BQS 3-1 im Probefeld je 1.000 m<sup>2</sup> hergestellter Fläche durch die Eigenprüfung und Fremdprüfung durchzuführen:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1</sup>	
				EP	FP
9 . 1	<b>Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung</b>	TP Gestein-Stb, 2008: Abschn. 3.1.4 Abschn. 3.1.5	zur Charakterisierung	2 Stk.	1 Stk.
9 . 2	<b>Korngrößenverteilung</b>	DIN EN 10204, DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	2 Stk.	1 Stk.
9 . 3	<b>abschlämbarer Anteil</b>	DIN EN 933-4	≤ 0,5 Masse-%	2 Stk.	1 Stk.
9 . 4	<b>Kornform</b>	DIN EN 933-4 visuell / gravimetrisch	Rundkorn mit - gebrochenen Körner ≤ 10 Masse-% - Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-% oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	2 Stk.	1 Stk.
9 . 5	<b>Calciumcarbonat</b>	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-% ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	2 Stk.	1 Stk.
9 . 6	<b>Wasserdurchlässigkeit<sup>2)</sup></b>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>3)</sup>	Durchlässigkeitsbeiwert $K_f \geq 1 \cdot 10^{-2}$ m/s	2 Stk.	1 Stk.
9 . 7	<b>Nachweis der Kornfestigkeit im Probefeld<sup>4)</sup></b>	GDA E 3-12 Nr. 3.10	GDA E 3-12 Nr. 3.2	2 Stk.	1 Stk.
9 . 8	<b>Dicke</b>	Vermessung	Gemäß Deponiezulassung	2 Stk.	1 Stk.

<sup>1)</sup> Häufigkeit / Prüfraster der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage; Eigen- und Fremdprüfung. Der Anteil von der Fremdprüfung zu untersuchenden Proben muss mindestens ein Drittel aller Proben betragen.

<sup>2)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkornung 16/32 mm.

<sup>3)</sup> für grobe Dränmaterialien mit  $d > 8$  mm bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

<sup>4)</sup> Sofern Kornfestigkeit im Eignungsnachweis nicht unter dynamischen Einwirkungen bestimmt wurde (Tabelle 1 Nr. 9)

**Tabelle 6:** Prüfung im Probefeld Entwässerungsschicht – Deponieersatzbaustoffe.

### 9.2.2 Entwässerungsschicht aus nicht natürlichen Baustoffen

Es sind folgende Prüfungen gemäß BQS 3-2 im Probefeld je 1.000 m<sup>2</sup> hergestellter Fläche durch die Eigenprüfung und Fremdprüfung durchzuführen:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang	
				EP	FP
9 . 1	<b>Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung</b>	TP Gestein-Stb, 2008 - Abschn. 3.1.4 - Abschn. 3.1.5	zur Charakterisierung - Industriell hergestellte Gesteinskörnungen - Recyclingbaustoffe	2 Stk.	1 Stk.
9 . 2	<b>Korngrößenverteilung</b>	DIN EN 10204, DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	2 Stk.	1 Stk.
9 . 3	<b>Abschlämmbarer Anteil</b>	DIN EN 933-4	≤ 1 Masse-%	2 Stk.	1 Stk.
9 . 4	<b>Kornform</b>	DIN EN 933-4 visuell / gravimetrisch	Rundkorn mit - gebrochenen Körner ≤ 10 Masse-% - Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-% oder Splitt, doppelt gebrochen - Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	2 Stk.	1 Stk.
9 . 5	<b>Calciumcarbonat</b>	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-% ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	2 Stk.	1 Stk.
9 . 6	<b>Wasserdurchlässigkeit</b> <sup>1)</sup>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>2)</sup>	Durchlässigkeitsbeiwert $K_f \geq 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$	2 Stk.	1 Stk.
9 . 7	<b>Nachweis der Kornfestigkeit im Probefeld</b> <sup>3)</sup>	GDA E 3-12 Nr. 3.10	GDA E 3-12 Nr. 3.2	2 Stk.	1 Stk.
9 . 8	<b>Dicke</b>	Vermessung	Gemäß Deponiezulassung	2 Stk.	1 Stk.

<sup>1)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkörnung 16/32 mm

<sup>2)</sup> für grobe Dränmaterialien mit  $d > 8 \text{ mm}$  bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

<sup>3)</sup> Sofern Kornfestigkeit im Eignungsnachweis nicht unter dynamischen Einwirkungen bestimmt wurde (Tabelle 1 Nr. 10)

**Tabelle 7: Prüfung im Probefeld Entwässerungsschicht.**

### 9.3 Rekultivierung

Für die Rekultivierung sind gemäß BQS 7-1 folgende Prüfungen durch die Eigenprüfung und Fremdprüfung durch-zuführen. Der Prüfumfang gilt je 1.000 m<sup>2</sup> hergestellter Fläche.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang	
				EP	FP
9	1 Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4, DIN ISO 11277, DIN 4220, DIN 18196	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	3 Stk.	3 Stk.
9	2 Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	3 Stk.	3 Stk.
9	3 Gehalt an organischem Material/Humusgehalt bestimmt aus TOC	DIN EN 15936	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	3 Stk.	3 Stk.
9	4 Trockendichte / Verdichtungsgrad <sup>1)</sup>	DIN EN ISO 17892-2	Zur Charakterisierung	3 Stk.	3 Stk.
9	5 Luftkapazität	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF = 1,8 (Feldkapazität)	BQS 7-1 Nr. 2.3 in Verbindung mit BQS 7-1 Nr. 6	3 Stk.	3 Stk.
9	6 Nutzbare Feldkapazität <sup>2)</sup>	Feldkapazität nach DIN ISO 11274, permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA6)	nFK ≥ 140 mm bezogen auf Gesamtdicke der Rekultivierungsschicht	3 Stk.	3 Stk.
9	7 Wasserdurchlässigkeit	DIN EN ISO 17892-11 DIN 18130-2, DIN 19682-7	gemäß Eignungsnachweis	3 Stk.	3 Stk.
9	8 Dicke/ Einbaustärke	Kontrolle durch Vermessung	gemäß Dimensionierung unter Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Sackungsreserve	3 Stk.	3 Stk.

<sup>1)</sup> bei originären Oberböden: nur Bestimmung der Trockendichte

<sup>2)</sup> Die nutzbare Feldkapazität ist aus der Differenz der nach DIN EN ISO 11274 bestimmten Feldkapazität und dem aus der Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) abgeleiteten permanenten Welkepunkt zu bestimmen. Sofern für nicht natürliche Bodenmaterialien oder Bodenmaterialien, die durch Aufbereitung, z.B. Mischen, hergestellt wurden, eine Bodenart nicht bestimmt werden kann und sich somit aus der Tabelle 70 der KA5 für den permanenten Welkepunkt keine Angabe aus der Bodenart und der Trockenrohddichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

**Tabelle 8:** Prüfungen im Probefeld Rekultivierungsschicht.

## 10 Qualitätssicherung im Regeleinbau

### 10.1 Technische Barriere im Bereich der Abkapselung

Für die Technische Barriere sind gemäß GDA E 3-1, DepV und BQS 2-0 und BQS 2-1 nachfolgende Prüfungen zur Qualitätsüberwachung durch die Eigen- und Fremdprüfung durchzuführen:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1)</sup>		
					EP	FP	
10	1	Tragfähigkeit des Dichtungsauflegers	DIN 18125, Teil 2 DIN 18134 <sup>2)</sup>	Verdichtungsgrad des Dichtungsauflegers $D_{Pr} \geq 95\%$ oder EV2-Wert $\geq 30$ MN/m <sup>2</sup> <sup>3)</sup>	Alle 1.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen <sup>4), 5)</sup>	6 Stk. je Lage	3 Stk. je Lage
10	2	Oberfläche des Dichtungsauflegers und jeder Dichtungslage	Visuell	Homogenität	unmittelbar vor dem Aufbringen der nachfolgenden Lagen der mineralischen Dichtung der bzw. einer weiteren Systemkomponente		
10	3	Wasserdurchlässigkeit <sup>6), 7)</sup>	DIN EN ISO 17892-1	Durchlässigkeitsbeiwert: $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$	Alle 1.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen	6 Stk. je Lage	3 Stk. je Lage
10	4	Korngrößenverteilung	DIN ISO 11277 DIN EN 933-1 DIN EN ISO 17892-4	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung)	Alle 4.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber 1 je Einbautag bzw. Teilfläche	3 Stk. je Lage	1 Stk. je Lage
10	5	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1 DIN 18121-2	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung) und Festlegung im QMP	Alle 1.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen <sup>5)</sup>	6 Stk. je Lage	3 Stk. je Lage
10	6	Proctordichte und optimaler Wassergehalt	DIN 18127	gemäß Eignungsprüfung (Übereinstimmung) und Festlegung im QMP	Alle 4.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber 1 je Einbautag bzw. Teilfläche	3 Stk. je Lage	1 Stk. je Lage
10	7	Trockendichte / Verdichtungsgrad	DIN EN ISO 17892-2 <sup>8)</sup> DIN 18125-2	$D_{Pr} > 95\%$ im unteren Drittel der jeweiligen Lage	Alle 1.000 m <sup>2</sup> je verdichtete Lage, mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen <sup>5)</sup>	6 Stk. je Lage	3 Stk. je Lage
10	8	Organische Substanz	DIN 18 128	$\leq 1$ Masse-% <sup>9)</sup>	Alle 5.000 m <sup>2</sup> je verdichteter Lage – mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen	3 Stk. je Lage	1 Stk. je Lage
10	9	Carbonatgehalt		$\leq 15$ Masse-% <sup>10)</sup>	Alle 5.000 m <sup>2</sup> je verdichteter Lage – mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen	3 Stk. je Lage	1 Stk. je Lage



Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1)</sup>	
					EP	FP
10	Schadstoffgehalte von Deponieersatzbaustoffen <sup>11)</sup>	DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 5	§ 17 DepV (Eigenprüfung gemäß § 8 Abs. 3 DepV und Fremdprüfung gemäß § 8 Abs. 5 DepV)	19 Stk.	4 Stk.
10	Fremdbestandteile (z.B. Steine, Holz, Wurzeln)	Visuell	Frei von Fremdbestandteilen	baubegleitend	kont.	Stichproben
10	Dicke	Vermessung	Einbaulagendicke zur Festlegung in der Einbauanweisung; gesamt ≥ 0,50m	Alle 500 m <sup>2</sup> <sup>12), 13)</sup>	12 Stk.	6 Stk.

<sup>1)</sup> Häufigkeit / Prüfraster der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage. Das Prüfraster gilt sowohl für die Eigen- als auch für die Fremdprüfung.

<sup>2)</sup> Geringere Tragfähigkeiten, d. h. geringere EV2-Werte, können 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.

<sup>3)</sup> ersatzweise Prüfung mit leichtem Fallgewichtsgerät (Verifizierung durch Ermittlung materialspezifischer Umrechnungsfaktor  $E_{v, dyn} / E_{v2}$ )

<sup>4)</sup> 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.

<sup>5)</sup> Sofern die mineralische Dichtung in der Böschung nach Nr. 8 n) in horizontalen Lagen eingebaut wurde, sind der Wassergehalt und der Verdichtungsgrad jeweils alle 30 m eingebaute Dichtungslage zu bestimmen.

<sup>6)</sup> In Abhängigkeit von der Dichte, dem Einbauwassergehalt, der Verdichtungsenergie, Auflasten und Temperaturen

<sup>7)</sup> Im Hinblick auf die Abnahme mineralischer Dichtungsschichten ist gegebenenfalls die Gleichwertigkeit von Schnellversuchen nachzuweisen.

<sup>8)</sup> 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.

<sup>9)</sup> 29Fein verteilt; für natürliche organogene Böden sind Überschreitungen bis zu einem Glühverlust von 5 Masse-% oder einem TOC bis 3 Masse-% möglich, wenn diese Überschreitungen ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenmaterials zurückgehen. Die TOC-Bestimmung erfolgt nach DepV, Anhang 4

<sup>10)</sup> Höhere Carbonatgehalte bis maximal 30 Masse-% sind zulässig, wenn im Eignungsnachweis nachgewiesen wurde, dass die Wirksamkeit der mineralischen Dichtung hierdurch nicht beeinträchtigt werden kann.

<sup>11)</sup> nur bei Deponieersatzbaustoffen

<sup>12)</sup> Im Böschungsbereich gemäß Nr. 8 n) eine Prüfung je 50 m<sup>3</sup> eingebauten mineralischen Materials

<sup>13)</sup> Die Dicke ist vor und nach der Verdichtung zu bestimmen.

**Tabelle 9: Prüfungen zur Qualitätsüberwachung - technische Barriere Bereich Abkapselung.**

## 10.2 Entwässerungsschicht

### 10.2.1 Entwässerungsschicht aus natürlichen Baustoffen

Für die Entwässerungsschicht sind gemäß BQS 3-1 und GDA-Empfehlung E 5-6 nach folgende Prüfungen zur Qualitätsüberwachung durch die Eigen- und Fremdprüfung durchzuführen:

#### Werkseigene Produktionskontrolle

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1)</sup>
10	1 Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung	DIN EN 932-3	zur Charakterisierung	3
10	2 Korngrößenverteilung	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	3
10	3 abschlämmbare Anteil	DIN EN 933-1	≤ 0,5 Masse-%	3
10	4 Kornform	DIN EN 933-4 (visuell / gravimetrisch)	Rundkorn <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit gebrochenen Körnern ≤ 10 Masse-%</li> <li>• Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke &gt; 3:1 ≤ 20 Masse-%</li> </ul> oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	3
10	5 Calciumcarbonat	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-% ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	3

<sup>1)</sup> alle 500 Mg

**Tabelle 10:** Prüfung zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (natürlich).

End- / Abnahmeprüfung auf der Baustelle

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1), 2)</sup>		
					EP	FP	
10	1	Gesteinsart bzw. stoffliche Kennzeichnung	Lieferschein (visuelle)	Übereinstimmung mit dem Eignungsnachweis	Im Raster 10 x 10 m	471 (669) Stk.	236 (335) Stk.
10	3	Korngrößenverteilung	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	4	abschlämbarer Anteil	DIN EN 933-1	≤ 0,5 Masse-%	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	5	Kornform	DIN EN 933-4 visuell / gravimetrisch	Rundkorn mit - gebrochenen Körner ≤ 10 Masse-% - Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-% oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	1 je 5000 m <sup>2</sup> <sup>3)</sup> aber mindestens 3	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10	6	Calciumcarbonat	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-%; ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	1 je 5000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10	7	Dicke	Vermessung	Gemäß Deponiezulassung	Im Raster 10 x 10 m	471 (669) Stk.	236 (335) Stk.
10	8	Wasserdurchlässigkeit <sup>4)</sup>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>5)</sup>	Durchlässigkeitsbeiwert k <sub>z</sub> ≥ 1 x 10 <sup>-2</sup> m/s	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	9	Baugeräte/-verfahren	Visuelle Kontrolle	Entsprechend Festlegungen aus Eignungsprüfung bzw. Probefeld	baubegleitend	kont.	Stichproben

<sup>1)</sup> Häufigkeit / Prüfraster der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage; Eigen- und Fremdprüfung teilen sich die Proben. Der Anteil von der Fremdprüfung zu untersuchenden Proben muss mindestens ein Drittel aller Proben betragen.

<sup>2)</sup> Im jeweiligen Prüfraster sind in Anwesenheit des Eigenprüfers und des Fremdprüfers Schürfruben anzulegen und Laborproben über die gesamte Schichtdicke zu entnehmen.

<sup>3)</sup> Bei Auffälligkeiten an der Materialgüte nach Nr. 1 zur Einhaltung der Qualitätsanforderungen 1 je 1000 m<sup>2</sup>.

<sup>4)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkörnung 16/32 mm

<sup>5)</sup> Für grobe Dränmaterialien mit d > 8 mm bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

**Tabelle 11: Prüfungen zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (natürlich) BA 1 und (BA 1 + BA 2).**

### 10.2.2 Deponieersatzbaustoffe aus nicht natürlichen Baustoffen

Für die Entwässerungsschicht sind gemäß BQS 3-2 und GDA-Empfehlung E 5-6 die nach folgenden Prüfungen zur Qualitätsüberwachung durch die Eigen- und Fremdprüfung durchzuführen:

#### Werkseigene Produktionskontrolle

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Prüfumfang <sup>1)</sup>
10	1 Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung	TP Gestein-Stb, 2008: Abschn. 3.1.4 Abschn. 3.1.5	zur Charakterisierung: Industriell hergestellte Gesteinskörnungen; Recyclingbaustoffe	3
10	2 Korngrößenverteilung	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	3
10	3 abschlämmbarer Anteil	DIN EN 933-1	≤ 0,5 Masse-%	3
10	4 Kornform	DIN EN 933-4  (visuell / gravimetrisch)	Rundkorn <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit gebrochenen Körnern ≤ 10 Masse-%</li> <li>• Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke &gt; 3:1 ≤ 20 Masse-%</li> </ul> oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	3
10	5 Calciumcarbonat	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-% ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	3

<sup>1)</sup> alle 500 Mg

**Tabelle 12:** Prüfung zur Qualitätsüberwachung - Ersatzbaustoffe (nicht natürlich) BA 1 und (BA 1 + BA 2)..

End- / Abnahmeprüfung auf der Baustelle

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1), 2)</sup>		
					EP	FP	
10	1	Identität bzw. stoffliche Kennzeichnung	Lieferscheinkontrolle, visuelle Kontrolle,	Herkunftsnachweise über Lieferscheine	Im Raster 10 x 10 m	471 (669) Stk.	236 (335) Stk.
10	2	Korngrößenverteilung	DIN EN 10204 DIN EN 933-1	GDA E 3-12 Nr. 3.2	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	3	abschlämbarer Anteil	DIN EN 933-1	≤ 1 Masse-%	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	4	Kornform	DIN EN 933-4 visuell / gravimetrisch	Rundkorn mit - gebrochenen Körner ≤ 10 Masse-% - Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-% oder Splitt, doppelt gebrochen Körner, deren Verhältnis Länge: Dicke > 3:1 ≤ 20 Masse-%	1 je 5000 m <sup>2</sup> <sup>3)</sup> aber mindestens 3	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10	5	Calciumcarbonat	DIN 18129 GDA E 3-12 Nr. 3.6	≤ 20 Masse-% ≤ 1 Masse-% bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind	1 je 5000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10	6	Schadstoffgehalte von Deponieersatzbaustoffen <sup>4)</sup>	DepV, Anhang 4	Zulässigkeitskriterien und Zuordnungswerte der Tabellen 1 und 2 Anhang 3 DepV	§ 17 DepV (Eigenprüfung gemäß § 8 Abs. 3 DepV und Fremdprüfung gemäß § 8 Abs. 5 DepV)	15 (21) Stk.	8 (11) Stk.

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1), 2)</sup>		
					EP	FP	
10	7	Einbaustärke	Vermessung	Gemäß Deponiezu- lassung	Im Raster 10 x 10 m	471 (669) Stk.	236 (335) Stk.
10	8	Wasserdurchlässigkeit <sup>5)</sup>	DIN EN ISO 17892-11 <sup>6)</sup>	Durchlässigkeitsbe- iwert  $k \geq 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$	1 je 1000 m <sup>2</sup> aber mindestens 3	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10	9	Baugeräte/-verfahren	Visuelle Kontrolle	Entsprechend Fest- legungen aus Eig- nungsprüfung bzw. Probefeld	baubegleitend	kont.	Stich- proben

<sup>1)</sup> Häufigkeit / Prüfraster der Kontrollprüfungen an Proben je Einbaulage; Eigen- und Fremdprüfung teilen sich die Proben. Der Anteil von der Fremdprüfung zu untersuchenden Proben muss mindestens ein Drittel aller Proben betragen.

<sup>2)</sup> Im jeweiligen Prüfraster sind in Anwesenheit des Eigenprüfers und des Fremdprüfers Schürfgruben anzulegen und Laborproben über die gesamte Schichtdicke zu entnehmen.

<sup>3)</sup> Bei Auffälligkeiten an der Materialgüte nach Nr. 1 zur Einhaltung der Qualitätsanforderungen 1 je 1000 m<sup>2</sup>.

<sup>4)</sup> nur bei Deponieersatzbaustoffen

<sup>5)</sup> Nicht erforderlich bei Lieferkörnung 16/32 mm

<sup>6)</sup> Für grobe Dränmaterialien mit  $d > 8 \text{ mm}$  bei Bedarf Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren unter Berücksichtigung des zulässigen Unterkornanteils nach GDA E 3-12 und unter Beachtung der zulässigen Gültigkeitsbereiche des Verfahrens

**Tabelle 13:** Prüfungen zur Qualitätsüberwachung der Entwässerungsschicht für BA 1 und zusätzlich (BA 1 + BA 2).

### 10.3 Rekultivierungsschicht

Nachfolgend werden die durch die Eigenprüfung und Fremdprüfung durchzuführenden Prüfungen zur Qualitätsüberwachung bei Anlieferung und während sowie nach dem Einbau der Rekultivierungsschicht gemäß den Anforderungen nach GDA E 2-31 und der BQS 7-1 je Material gleicher Herkunft und Qualität aufgeführt:

Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1)</sup>	
					EP	FP
10 . 1	<b>Korngrößenverteilung (Bodenart)</b>	DIN ISO 11277, DIN 4220, DIN EN ISO 17892-4, DIN 18196	gemäß Eignungsnachweis	je 5.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10 . 2	<b>Wassergehalt</b>	DIN EN ISO 17892-1 DIN 18121-2	gemäß Eignungsnachweis	je 1.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10 . 3	<b>Trockendichte / Verdichtungsgrad<sup>2)</sup></b>	DIN EN ISO 17892-2	gemäß Eignungsnachweis	je 1.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10 . 4	<b>Wasserdurchlässigkeit</b>	DIN EN ISO 17892-11 DIN 18130-2 DIN 19682-7	gemäß projektspezifischen Vorgaben	sofern projektspezifisch festgelegt, je 5.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10 . 5	<b>Luftkapazität<sup>3)</sup></b>	Ermittlung aus der Differenz der nach DIN ISO 11274 bestimmten Wassergehalte bei pF=0 (Wassersättigung) und pF=1,8 (Feldkapazität)	gemäß Eignungsnachweis	je 1.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10 . 6	<b>nutzbare Feldkapazität <sup>4)</sup></b>	Feldkapazität nach DIN EN ISO 11274 permanenter Welkepunkt aus Tabelle 70 der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5)	gemäß Eignungsnachweis	je 1.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.
10 . 7	<b>Humusgehalt bestimmt aus TOC</b>	DIN EN 15936	gemäß Eignungsnachweis	je 5.000 m <sup>2</sup> mindestens aber einmal je Bodenmaterial	10 (14) Stk.	5 (7) Stk.
10 . 8	<b>Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat</b> - <b>Bodenmaterial, das nicht dem Abfallrecht unterliegt</b>  - <b>Deponieersatzbaustoffe</b>	DepV, Anhang 4  DepV, Anhang 4	DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9  DepV, Anhang 3 Nr. 2 Tabelle 2 Spalte 9	je 5.000 m <sup>2</sup> mindestens aber dreimal  § 17 DepV (Eigenprüfung gemäß § 8 Abs. 3 DepV und Fremdprüfung gemäß § 8 Abs. 5 DepV)	2 Stk.	1 Stk.
10 . 9	<b>Bodenfremde Bestandteile (Bauschutt, Straßenaufbruch etc.)</b>	Visuell, ggf. gravimetrisch visuell	gemäß Eignungsnachweis	Baubegleitend	2 Stk.	1 Stk.



Nr.	Parameter	Prüfmethode	Anforderung	Häufigkeit	Prüfumfang <sup>1)</sup>	
					EP	FP
10	10 Dicke	Vermessung	gemäß Dimensionierung unter Berücksichtigung einer ggf. erforderlichen Sackungsreserve	je 1.000 m <sup>2</sup>	48 (68) Stk.	24 (34) Stk.

<sup>1)</sup> Kontrollprüfungen durch Eigen- und Fremdprüfung je Einbaulage; Prüfraster bzw. Anzahl der Kontrollprüfungen aus Eigen- und Fremdprüfung, wobei die Fremdprüfung mindestens ein Drittel der Kontrollprüfungen zu erbringen hat.

<sup>2)</sup> gilt nicht für originäre Oberböden

<sup>3)</sup> kann entfallen, wenn die Anforderungen der Parameter Wassergehalt und Trockendichte / Verdichtungsgrad eingehalten werden

<sup>4)</sup> 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 Trockenrohichte ableiten lässt, ist der permanente Welkepunkt nach DIN EN ISO 11274 zu bestimmen.

**Tabelle 14:** Prüfung zur Qualitätsüberwachung – Rekultivierungsschicht für BA 1 und zusätzlich (BA 1 + BA 2).

Karlsruhe, den 22.03.2022

INGENIEURBÜRO ROTH  
 & PARTNER GMBH



i. A. M.Sc. Theresa Huber