

vorläufiger Qualitätsmanagementplan Geotechnik  
Basisabdichtung DK 0

## **Deponie Albstadt - Schönbuch**

### **Ausbau und Betrieb einer DK I - und DK 0 - Deponie und Restverfüllung der DK -0,5 Deponie**

**Vorhabensträger:**

**Landkreis Zollernalbkreis**

## **Impressum**

Antragsteller: **Landkreis Zollernalbkreis**

Hirschbergstraße 29  
72336 Balingen

Auftraggeber: **Landratsamt Zollernalbkreis - Abfallwirtschaftsamt**

Hirschbergstraße 29  
72336 Balingen

Auftragnehmer: **Sweco GmbH**

Jakob-Anstatt-Straße 2  
55130 Mainz

Bearbeitung: Heiko Töhne  
Anna Katharina Haßlinger

Bearbeitungszeitraum: April 2018 – April 2019 / aktualisiert

Fortschreibung: derzeit keine Fortschreibung  
Fortschreibung durch:

Fremdprüfung: derzeit nicht benannt

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ANGABEN ZUM ANTRAGSTELLER, BETREIBER UND ENTWURFSVERFASSER</b>	<b>4</b>
1.1	Angaben zum Antragsteller	4
1.2	Angaben zum Entwurfsverfasser	4
1.3	Erstellung und Fortschreibung	5
1.4	Vorbemerkungen	7
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>10</b>
2.1	Bauvorhaben	10
2.2	Genereller Bezug	11
2.3	Angewandte Richtlinien und Normen	11
2.4	Nachweis der Eignung	14
2.5	Standsicherheits- und Verformungsnachweis	14
2.6	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	15
<b>3</b>	<b>Verantwortlichkeiten</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement</b>	<b>21</b>
4.1	Probenahme	21
4.2	Versuchsfeld	21
4.3	Vorarbeiten	24
4.4	Material zur Auffüllung	24
<b>4.4.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b>	<b>24</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Eignungsuntersuchungen</b>	<b>25</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Einbauanforderungen</b>	<b>27</b>
4.5	Materialumlagerung	28
<b>4.5.1</b>	<b>Eignungsuntersuchungen</b>	<b>28</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Einbauanforderungen</b>	<b>29</b>
4.6	Baugruben- und Rohrgrabenverfüllung	30
4.7	Untergrund / Planum	30
<b>4.7.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b>	<b>30</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Prüfungen</b>	<b>30</b>
4.8	Technische Barriere	32
<b>4.8.1</b>	<b>Eignungsuntersuchungen</b>	<b>32</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Versuchsfeld</b>	<b>36</b>

4.8.3	Einbauanforderungen	38
4.9	Mineralische Abdichtung (Option)	41
4.9.1	Eignungsuntersuchungen	41
4.9.2	Versuchsfeld	45
4.9.3	Einbauanforderungen	46
4.10	Mineralische Bettungsschicht im Rohrbereich	49
4.10.1	Eignungsuntersuchungen	49
4.10.2	Versuchsfeld	50
4.10.3	Einbauanforderungen	50
4.11	Mineralisches Dränagematerial	51
4.11.1	Eignungsuntersuchungen	51
4.11.2	Versuchsfeld	54
4.11.3	Einbauanforderungen	54
4.11.4	Abdeckung	55
4.12	mineralisches Dränagematerial für Sickerwasserrigolen	55
4.12.1	Eignungsuntersuchungen	55
4.12.2	Versuchsfeld	58
4.12.3	Einbauanforderungen	58
4.13	Mineralisches Dränagematerial für Grabenauskleidungen	59
4.13.1	Allgemeine Anforderungen	59
4.13.2	Eignungsuntersuchungen	60
4.13.3	Versuchsfeld	61
4.13.4	Einbauanforderungen	62
4.14	Material für Betriebsflächen und Betriebswege	62
4.14.1	Allgemeine Anforderungen	62
4.14.2	Eignungsuntersuchungen	63
4.14.3	Einbauanforderungen	64
4.15	Vorgaben für die Lieferung und den Einbau von Gabionen	64
4.15.1	Allgemeine Anforderungen	64
4.15.2	Statische Nachweise	65
4.15.3	Materialanforderungen	65
4.15.4	Eignungsnachweise	66
4.15.5	Eigenüberwachung / Eigenprüfung	67
4.15.6	Herstellung	67

4.15.7	Qualitätssicherung	67
<b>5</b>	<b>Durchführung der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements</b>	<b>68</b>
5.1	Anwesenheit	68
5.2	Normen und Prüfmethoden	68
5.3	Anforderungen an Prüfmittel	68
5.4	Planungsänderungen	68
5.5	Freigaben und Abnahmen	69
5.6	Baubesprechungen	70
5.7	Vorgehen bei Abweichungen vom Qualitätsmanagementplan	70
5.8	Schlussbemerkungen	71
<b>6</b>	<b>Freigaben und Abnahmen</b>	<b>72</b>
6.1	VOB - Abnahme	72
6.2	Abfallrechtliche Abnahme	72
6.3	Freigabeprotokoll	73
<b>7</b>	<b>Abschlussdokumentation und Endabnahme</b>	<b>75</b>
7.1	Allgemeines	75
7.2	Anlieferungs- und Einbaudokumentation	75
7.3	Abschlussdokumentation der Eigenprüfung und Eigenkontrolle (EP)	75
7.4	Abschlussdokumentation der Fremdprüfung (FP)	75
7.5	Dokumentation der Herstellung	76
7.6	Dokumentation der Eigenprüfung und Eigenkontrolle	78
7.7	Dokumentation der Fremdprüfung	79
<b>8</b>	<b>Unterschriften des Genehmigungsinhabers, Planers und Fremdprüfers</b>	<b>80</b>

## **1 ANGABEN ZUM ANTRAGSTELLER, BETREIBER UND ENTWURFSVERFASSER**

### **1.1 Angaben zum Antragsteller**

Träger des Vorhabens ist der

**Landkreis Zollernalbkreis**  
Hirschbergstraße 29  
72336 Balingen.

Ansprechpartner ist:

Landratsamt Zollernalbkreis – Abfallwirtschaftsamt  
Hirschbergstraße 29  
72336 Balingen

Herr Friedrich Scholte-Reh  
Telefon: +49 7433 92 1320  
Fax: +49 7433 92 1666  
E-Mail: [abfall@zollernalbkreis.de](mailto:abfall@zollernalbkreis.de)

### **1.2 Angaben zum Entwurfsverfasser**

Verfasser der vorliegenden Antragsunterlagen ist die Sweco GmbH

**Sweco GmbH**  
Jakob-Anstatt-Straße 2  
55130 Mainz.

Ansprechpartner ist:

Herr Heiko Töhne  
Telefon: +49 6131 98283 30  
Fax: +49 6131 98283 25  
E-Mail: [heiko.toehne@sweco-gmbh.de](mailto:heiko.toehne@sweco-gmbh.de)

### **1.3 Erstellung und Fortschreibung**

Dieser vorläufige Qualitätsmanagementplan Geotechnik (mineralische Baustoffe) wurde am 03.03.2019 aufgestellt und wird vor Baubeginn mit allen Projektbeteiligten abgestimmt. Der vorläufige Qualitätsmanagementplan berücksichtigt die projektbezogenen aktuellen Planungsunterlagen.

Mit der Baumaßnahme darf erst begonnen werden, wenn die Zustimmung der Genehmigungsbehörde zu diesem vorläufigen Qualitätsmanagementplan vorliegt.

Im Sinne der Nachvollziehbarkeit und Übersichtlichkeit werden zukünftige Änderungen gegenüber der letzten vorherigen Fassung des Qualitätsmanagementplanes rot markiert.

Der Qualitätsmanagementplan ist nach den Grundsätzen des Qualitätsmanagements Kapitel E 5-1 der GDA – Empfehlung des Arbeitskreises 6.1 – Geotechnik der Deponiebauweise – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. – fortzuschreiben.

Die Anforderungen der Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards, herausgegeben vom Bund / Länder – Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sind in der jeweils aktuellen Fassung zu beachten und bindend.

Weiterhin sind die Vorgaben der der DepV 2017 Anhang 1 Kap. 2.1 (allgemeine Anforderungen), Nr. 2.1.1 (besondere Anforderungen an den Stand der Technik) und Nr. 2.2 (besondere Anforderungen an die geologische Barriere und das Basisabdichtungssystem) bindend und einzuhalten.

Der Qualitätsmanagementplan soll die speziellen Elemente des Qualitätsmanagements sowie die Verantwortlichkeiten, sachlichen Mittel und Tätigkeiten so festlegen, dass die für das Abdichtungssystem genannten Qualitätsmerkmale und Qualitätsanforderungen eingehalten werden.

Das bauausführende Unternehmen setzt alle Nachunternehmer vom Inhalt dieses vorläufigen Qualitätsmanagementplanes in Kenntnis.

Vor dem generellen Ausführungsbeginn bestätigen alle Projektbeteiligten, dass sie dem vorläufigen Qualitätsmanagementplan zustimmen. Diese Zustimmung wird nachfolgend dokumentiert:

Nr.	Datum	Projektbeteiligter / Unternehmen	QMP erhalten (Unterschrift)
1		Auftraggeber (Deponiebetreiber)  Herr Scholte-Reh Landratsamt Zollernalbkreis - Abfallwirtschaftsamt	
2		Planung / Bauüberleitung  Herr Töhne Sweco GmbH	
3		örtliche Bauüberwachung und SiGe-Koordinator  N.N. Sweco GmbH	
4		Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde  Herr Fauser Regierungspräsidium Tübingen	
5		Fremdprüfer Geotechnik  N.N.	
6		Fremdprüfer Geokunststoff  N.N.	
7		Auftragnehmer / bauausführendes Unternehmen  N.N.	
8		Eigenprüfung Geotechnik  N.N.	
9		Eigenprüfung / Eigenüberwachung Geokunststoff  N.N.	
10		Eigenprüfung / Eigenüberwachung Rohre, Schächte, Bauteile N.N.	



Dieser Qualitätsmanagementplan wird projektbezogen fortgeschrieben, wenn sich aus Vorgaben der Genehmigungsbehörde oder einem geänderten Bauablauf Änderungen in der Ausführung oder der Baustoffe ergeben. Diese Fortschreibung wird nachfolgend dokumentiert:

Nr.	Datum	Fortschreibungsinhalt	Verteiler

## 1.4 Vorbemerkungen

Der Landkreis Zollernalbkreis betreibt die Deponie Albstadt - Schönbuch derzeit als DK -0,5 – Deponie zur Entsorgung von Böden und entsprechend zugeordneten Abfällen. Das Deponiegelände mit dem Deponiekörper befindet sich auf einer für die Errichtung und den Betrieb einer Deponie planfestgestellten Fläche.

Zur Gewährleistung der Entsorgungssicherheit im Kreisgebiet des Zollernalbkreises sollen im noch nicht belegten Erweiterungsbereich des Deponiestandortes zwei neue Deponieabschnitte mit dem Ausbau als DK 0 – und als DK I – Deponieabschnitt in einzelnen Abschnitten hergerichtet und betrieben werden.

Die geplante weitere Deponierung soll auch in dem Böschungsbereich des angrenzenden bestehenden Deponiekörpers erfolgen, sodass diese beiden Deponieabschnitte während des Ausbaus und des weiteren Betriebes zum Teil den vorhandenen DK -0,5 - Deponiekörper überdecken.

Im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb des Deponieabschnitts sind auch vorhandene infrastrukturelle Einrichtungen herzustellen. Auch diese Maßnahmen sind Bestandteil des Qualitätsmanagements.

Dieser Qualitätsmanagementplan beinhaltet die Vorgaben für alle durchzuführenden Arbeiten im Rahmen der Maßnahmenrealisierung und gilt für die Maßnahmen:

**Basisabdichtungssystem gemäß den Vorgaben der DepV für Deponieklasse DK 0 in Bereichen des Deponieabschnitts DK 0.1 bis DK 0.3 der Deponie Albstadt - Schönbuch**

**Herstellung der zugehörigen infrastrukturellen Einrichtungen**

**Anschlüsse an das bestehende Abdichtungssystem.**

Dieser Qualitätsmanagementplan ist projektbezogen für die vorgenannte Maßnahme und beinhaltet bzw. bezieht sich auf die Fertigung und den Einbau von:

1.	Material zur Auffüllung
2.	Materialumlagerung
3.	Baugruben- und Rohrgrabenherstellung mit Verfüllung
4.	Untergrund / Planum
5.	technische Barriere
6.	mineralische Dichtungsschicht als Option auf zukünftige Vorgaben der DepV
7.	mineralisches Rohraufleger
8.	mineralische Entwässerungsschicht
9.	mineralisches Dränagematerial
10.	Material für Betriebsflächen und Betriebswege
11.	Gabionen

Der Qualitätsmanagementplan ist nach den Grundsätzen des Qualitätsmanagements Kapitel E 5-1 der GDA – Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 – Geotechnik der Deponiebauwerke – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. – aufgestellt. Vorgenannte Grundlagen sind auch bei den Fortschreibungen maßgebend zu beachten.

Der Qualitätsmanagementplan beschreibt die projektbezogenen Qualitätssicherungs- und Qualitätsmanagementmaßnahmen bei der Eigenprüfung, der Eigenkontrolle, der örtlichen Bauüberwachung, der Fremdprüfung und der behördlichen Überwachung. Der Qualitätsmanagementplan beinhaltet die speziellen Elemente des Qualitätsmanagements sowie die Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten, sachlichen Mittel und Tätigkeiten mit Beschreibung aller Maßnahmen der Qualitätssicherung vom Rohstoff bis zum jeweils fertigen System.

Durch das Qualitätsmanagement soll die fach- und anforderungsgerechte Ausführung und damit die mit der Planung beabsichtigte Wirksamkeit und Funktion der einzusetzenden Materialien und Komponenten sichergestellt werden. Außerdem sollen hierdurch die in den Vorschriften festgelegten Qualitätsmerkmale für die Erstellung der Abdichtungssysteme und der zugehörigen baulichen Komponenten sicher im Rahmen der Baumaßnahme eingehalten werden.

Der Qualitätsmanagementplan ist nach dem Stand der Technik aufgestellt worden, jedoch entbindet er den Auftragnehmer nicht von seiner Eigenverantwortlichkeit für die zu erbringende fachgerechte Leistung gemäß Anforderungsprofil.

Bei eventuell aufgetretenen Mängeln kann sich der Auftragnehmer nicht auf die durchgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen durch den vom Auftraggeber beauftragten Sachverständigen berufen, bzw. auf erbrachte Leistungen gemäß dem Qualitätsmanagementplan verweisen.

Der Einsatz von Erdbaustoffen, Werkstoffen, Produkten und Bauelementen darf nur erfolgen, wenn die materialspezifische und funktionelle Eignung projektbezogen nachgewiesen wurde und von dem Fremdprüfer eine förmliche Freigabe erfolgt ist.

Die Vorgaben der BQS 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssysteme“ ist zu beachten und bindend.

Die fremdprüfende Stelle muss gemäß DepV 2017 Anhang 1 Kap. 2.1 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.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Bauvorhaben

Der vorhandene Untergrund kann im Großteil des Flächenbereiches grundsätzlich als ausreichend tragfähig eingestuft werden. Es ist vorgesehen, den überlagernden Boden vollständig abzutragen und die Profilierung in der Basis erst ab der oberen Horizontgrenze des anstehenden Festgesteins durchzuführen. Der gesamte Untergrund einschließlich der anschließenden Böschungen auf dem vorhandenen Deponiekörper entsprechend nicht den Vorgaben an eine geologische Barriere, sodass diese als technische Barriere nachgerüstet werden muss.

Die Böschungsneigungen sind bis etwa 1 : 2,5 in den Randbereichen herzustellen, in der Basis werden die Mindestvorgaben der DepV hinsichtlich der einzuhaltenden Mindestquergefälle und Mindestlängsgefälle nach Abschluss der Setzungen eingehalten. Eine Vorprofilierung besteht in diesem Bereich noch nicht. Auf das herzustellende Planum ist ein Dichtungssystem mit folgendem Aufbau herzustellen (Aufbau von oben nach unten):

Komponentenzuordnung	Komponente	Spezifikation
	Witterungs- und Frostschutzschicht	Schichtdicke $\geq 0,50$ m gemessen senkrecht zur Böschungsneigung ausreichende Filterstabilität zur Entwässerungsschicht
	mineralische Entwässerungsschicht	Schichtstärke $\geq 0,30$ m bis $0,50$ m gemessen senkrecht zur Böschungsneigung ausreichende Filterstabilität zur Schutzschicht
	mineralische Schutzschicht	Schichtstärke $\geq 0,15$ m gemessen senkrecht zur Böschungsneigung Gemäß Zulassung KDB
	geotextile Schutzlage	BAM – Zulassung mit Flächengewicht $\geq 1.200$ g/m <sup>2</sup>
Dichtungskomponente	mineralische Dichtungsschicht	kommt nur bei Änderung der DepV zur Anwendung (derzeit Referententwurf) BQS 1-0 und BQS 2-1 Schichtdicke $\geq 0,25$ m gemessen senkrecht zur Böschungsneigung
	technische Barriere	BQS 1-0 und BQS 2-1 Schichtdicke $\geq 0,50$ m gemessen senkrecht zur Böschungsneigung
	Auflager	
Abgrenzung zu Deponat	-	Nachweis der Filterstabilität

Das geotextile Trennvlies zur Abgrenzung zum Deponat wird bei keiner ausreichenden Filterstabilität zwischen mineralischer Entwässerungsschicht und der mineralischen Dichtungsschicht (geologische und geotechnische Barriere) und bei keiner ausreichenden Filterstabilität zwischen der mineralischen Entwässerungsschicht und der Witterungs- und Frostschutzschicht eingebaut.

## 2.2 Genereller Bezug

Grundlage für den hier vorliegenden Qualitätsmanagementplan ist die Genehmigungsplanung für den Ausbau und Betrieb einer DK I – und DK 0 – Deponie und Restverfüllung der DK -0,5 – Deponie.

Als genereller Bezug ist die Deponieverordnung DepV in der aktuell gültigen Fassung anzusehen.

Auf folgenden Unterlagen basiert dieser QMP:

Planfeststellungsantrag zum Ausbau und Betrieb einer DK I – und einer DK 0 – Deponie und Restverfüllung der DK -0,5 - Deponie; aufgestellt von Sweco GmbH im Juni 2019
vorläufige QMP Geotechnik und Geokunststoff mit Stand Juni 2019 für das Basisabdichtungssystem und das Oberflächenabdichtungssystem; aufgestellt von Sweco GmbH im Juni 2019
vorläufige Standsicherheitsnachweise aus dem Planfeststellungsantrag Juni 2019 für das Basisabdichtungssystem und das Oberflächenabdichtungssystem; aufgestellt von Sweco GmbH im Juni 2019
Vorläufige Setzungsberechnungen / Setzungsprognosen aus dem Planfeststellungsantrag Juni 2019; aufgestellt von Sweco GmbH im Juni 2019.

## 2.3 Angewandte Richtlinien und Normen

Folgende Richtlinien und Normen sind im Rahmen dieses Qualitätsmanagementplanes bindend:

### übergeordnete Richtlinien, neuester Fassung

- Grundsätze des Qualitätsmanagements Kapitel E 5-1 der GDA – Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 – Geotechnik der Deponiebauwerke – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.
- Abfallwirtschaftsfakten 14 (AwF 14)
- Veröffentlichungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (GDA – Empfehlungen)
- Veröffentlichungen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau bzw. Mineralstoffe im Straßenbau
- Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Straßenwesen
- Veröffentlichungen des Deutschen Institutes für Bautechnik, Berlin, Bau- und Prüfgrundsätze
- bundeseinheitliche Qualitätsstandards BQS für Komponenten der Abdichtungssysteme
- Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme - Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung, LANUV – Arbeitsblatt 13
- BAM – Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen als Bestandteil einer Kombinationsdichtung für Siedlungs- und Sonderabfalldeponien sowie für Abdichtungen von Altlasten
- BAM – Richtlinie über die Zulassung von geotextilen Schutz- und Trennlagen

- BQS 8-1 – Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und Bauteile in Basis- und Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien
- SKZ/TÜV-LGA Güterrichtlinie Rohre, Schächte und Bauteile auf Deponien
- Empfehlung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) für die Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben eines Fachbetriebes für den Einbau von Kunststoffkomponenten (z.B. gültige AKGwS-Urkunde)
- Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme - Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung, LANUV – Arbeitsblatt 13.

#### **technische Vorschriften, neueste Fassung**

- ZTVE – Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- ZTVT – Zusätzliche technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Tragschichten im Straßenbau
- TL G SoB-StB 04 – Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
- FGSV – Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus.

#### **DIN, neuester Fassung**

- DIN 4020 – geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4021 – Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
- DIN EN ISO 14688 – Baugrund und Grundwasser; Benennung und Beschreibung von Boden und Fels
- DIN 4023 – Baugrund- und Wasserbohrungen; zeichnerische Darstellung der Ergebnisse
- DIN EN ISO 17892-1 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben; Wassergehalt, Bestimmung durch Ofentrocknung / durch Schnellverfahren
- DIN 18122 T1 und T2 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben; Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen), Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze / Schrumpfgrenze
- DIN 18123 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Korndichte mit dem Kapillarpiknometer - Weithalpyknometer
- DIN EN ISO 17892-2 – Baugrund: Versuch und Versuchsgeräte; Bestimmung der Dichte des Bodens; Laborversuche / Feldversuche
- DIN 18126 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung
- DIN 18127 – Baugrund: Versuche und Versuchsgeräte; Proctorversuch

- DIN 18128 – Bestimmung des Glühverlustes
- DIN 18129 – Bestimmung des Kalkgehaltes
- DIN 18130 T1 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes, Laborversuch
- DIN 18132 – Baugrund: Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens
- DIN 18134 – Baugrund: Untersuchungen von Böden, Plattendruckversuch
- DIN 18136 – Baugrund: Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit
- DIN 18137 – T1 und T2 – Baugrund: Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung der Scherfestigkeit; Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen
- DIN 18196 – Erd- und Grundbau: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18200 – Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte
- DIN 19667 – Dränung von Deponien
- DIN EN 10204 – Arten von Prüfbescheinigungen.

Die Probenahme zur Feststellung von Inhaltsstoffen im Feststoff und im Eluat haben grundsätzlich nach PN 98 zu erfolgen.

Die umweltanalytischen Untersuchungen sind von analytischen Labors durchzuführen, die nach DIN EN 45000 akkreditiert sind.

### **Bundeseinheitliche Qualitätsstandards**

Grundsätzlich gelten sämtliche Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards, insbesondere

- BQS 1-0 – technische Maßnahmen betreffend die geologische Barriere
- BQS 2-0 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten – übergreifende Anforderungen“
- BQS 2-1 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen“
- BQS 2-3 „Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen“
- BQS 3-1 „Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen“
- BQS 3-2 „mineralische Entwässerungsschichten in Basisabdichtungssystemen aus nicht natürlichen Baustoffen“
- BQS 8-1 „Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und Bauteile in Basis- und Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien“

- BQS 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“.

**GDA - Richtlinien**

- GDA E 2-01 „Geotechnische Planungen für Deponien“
- GDA E 2-04 „Kombiniertes Oberflächenabdichtungssystem“
- GDA E 2-06 „Grundsätze der Abfallmechanik“
- GDA E 2-07 „Nachweis der Gleitsicherheit von Abdichtungssystemen“
- GDA E 2-16 „Setzungs- und Verformungsmessungen“
- GDA E 5-1 „Grundsätze des Qualitätsmanagements“
- GDA E 5-2 „Qualitätsüberwachung für mineralische Oberflächen- und Basisabdichtungen“
- GDA E 5-6 „Qualitätsüberwachung bei mineralischen Entwässerungsschichten“.

**2.4 Nachweis der Eignung**

Für alle zum Einsatz kommenden Materialien sind von dem bauausführenden Unternehmen alle geforderten Unterlagen zum Eignungsnachweis vorzulegen. Die jeweils gültigen abfallrechtlichen und deponiespezifischen Anforderungen sind hierbei zu berücksichtigen.

Der Einsatz der vom bauausführenden Unternehmen vorgesehenen Materialien darf erst erfolgen, wenn durch die BOL nach vorheriger Zustimmung der FP und ggf. der öBÜ eine förmliche Freigabe erfolgt ist.

Die förmliche Freigabe erfordert die Vorlage der vollständigen Eignungsnachweise durch das bauausführende Unternehmen und, soweit vorhanden, die Identifikation der Lieferware durch die Überwachungsinstitutionen vor Ort oder im Herstellerwerk. Die vollständigen Eignungsnachweise werden durch die Fremdprüfung geprüft und eine Freigabeempfehlung ausgesprochen.

**2.5 Standsicherheits- und Verformungsnachweis**

Für alle herzustellenden Dichtungssysteme sind Standsicherheits- und Verformungsnachweise gemäß GDA – Empfehlung E 2-7 oder vergleichbar unter Berücksichtigung aller maßgebenden Lastfälle einschließlich Prüfstatik von dem bauausführenden Unternehmen zu erstellen und rechtzeitig vor dem jeweiligen Baubeginn der BOL zur Freigabe vorzulegen. Die Standsicherheits- und Verformungsnachweise sind projektspezifisch auf Basis konkret ermittelter Boden- und Materialkennwerte zu erstellen.

Die Scherparameter in den Verbundfugen sind durch direkte Scherversuche im Scherkasten von mindestens 30cm x 30cm Kantenlänge zu ermitteln. Es sind nur Scherkästen mit vertikal verschieblich geführtem oberen Rahmen einzusetzen. Die Scherversuche sind mit mindestens 3 Auflaststufen je Gleitfuge durchzuführen.

Die Schergeschwindigkeiten sind in Abhängigkeit der Materialien zu wählen.



Folgende Richtwerte für Vorschubgeschwindigkeiten werden abhängig von den Reibparametern gemäß GDA E 3-8 empfohlen:

Geokunststoff - Geokunststoff	$v = 10 \text{ mm/h bis } 60 \text{ mm/h}$
Geokunststoff – nicht bindiger Erdstoff	$v = 10 \text{ mm/h bis } 60 \text{ mm/h}$
Geotextil – bindiger Erdstoff	$v = 10 \text{ mm/h}$
Kunststoffdichtungsbahn – bindiger Erdstoff	$v = 0,3 \text{ mm/h bis } 1,0 \text{ mm/h.}$

Alle maßgeblichen Parameter der Versuchsdurchführung müssen aus den Laborberichten hervorgehen. Die für die durchzuführenden Standsicherheitsnachweise zugrunde zulegenden Scherparameter sind in Bezug auf die Laborwerte je nach Anzahl der durchgeführten Versuche mit Teilsicherheitsfaktoren zu belegen.

Die Einhaltung der angesetzten bzw. ermittelten Materialeigenschaften ist durch die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement im Rahmen dieses QMP durch die FP zu prüfen und zu überwachen.

Alle erdstatischen Berechnungen einschließlich der Nachweise der Standsicherheit für Böschungen und das Abdichtungssystem sind von einem anerkannten Prüfsachverständigen aufstellen zu lassen. Die Anerkennung des Prüfsachverständigen ist durch das bauausführende Unternehmen über den Auftraggeber der zuständigen Genehmigungsbehörde vorzulegen. Weiterhin ist der Genehmigungsbehörde eine Bescheinigung des Prüfsachverständigen vorzulegen, dass die Unterlagen und Berechnungen zu den erdstatischen Nachweisen vollständig und richtig sind sowie dem Stand der Technik entsprechen. Die Vorlage dieser positiven Prüfbescheinigung ist Voraussetzung für die Errichtung des Versuchsfeldes

Alle Nachweise müssen spätestens 4 Wochen vor Beginn der Dichtungsarbeiten bzw. bei Beginn der Realisierung des Versuchsfeldes vorliegen.

## **2.6 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz**

Die einschlägigen Vorschriften zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes sind für alle Baumaßnahmen auf der Deponie bindend. Insbesondere wird auf die besonderen Gefahren beim Maschinen- und Geräteeinsatz in Böschungsbereichen sowie bei Arbeiten auf Deponien hingewiesen.

Für die Baumaßnahmen gelten die Vorgaben der Baustellenverordnung und der DGUV – Regel 101-004 (BGR 128).

Der Arbeits- und Gesundheitsschutzplan für die Baumaßnahme ist bindend und einzuhalten.

### 3 Verantwortlichkeiten

Die für die einzelnen Aufgaben im Rahmen der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements verantwortlichen Personen und deren Stellvertreter sind rechtzeitig vor Beginn der Bauausführung zu benennen. Änderungen der für die Eigenprüfung verantwortlichen Personen sind umgehend und unaufgefordert der Fremdprüfung schriftlich mitzuteilen.

Nachfolgend sind die im Projekt Beteiligten mit ihren Zuständigkeiten aufgeführt:

• <b>Auftraggeber / Bauherr:</b>	Landratsamt Zollernalbkreis – Abfallwirtschaftsamt Hirschbergstraße 29 72336 Balingen
• <b>Fachbehörde:</b>	Regierungspräsidium Tübingen Postfach 2666 72016 Tübingen
• <b>Bauoberleitung (BOL):</b>	Sweco GmbH Jakob – Anstatt – Straße 2 55130 Mainz
• <b>örtliche Bauüberwachung des AG:</b>	Sweco GmbH Jakob – Anstatt – Straße 2 55130 Mainz
• <b>Planer des AG:</b>	Sweco GmbH Jakob – Anstatt – Straße 2 55130 Mainz
• <b>Fremdprüfung Geotechnik (FP-B):</b>	noch nicht benannt
• <b>Fremdprüfung Geokunststoff (FP-K):</b>	noch nicht benannt
• <b>Auftragnehmer (AN) / bauausführende Firma:</b>	noch nicht benannt
• <b>Eigenprüfung Geotechnik:</b>	noch nicht benannt

Die Zuständigkeit für die fach- und anforderungsgerechte Leistung bleibt ausschließlich beim Auftragnehmer.

Der durchgehenden Eigenkontrolle und deren Dokumentation kommt neben der fachgerechten Ausführung aller Arbeiten die entscheidende Bedeutung zu.

Die Fremdprüfung prüft die Eigenprüfungsunterlagen des bauausführenden Unternehmens in Zusammenarbeit und terminlicher Abstimmung mit der örtlichen Bauüberwachung des AG und ergänzt sie durch zusätzliche Untersuchungen und Prüfungen. Der Umfang der Fremdprüfung wird in diesem Qualitätsmanagementplan festgelegt.

Die Überbauung der einzelnen Lagen wird durch die örtliche Bauüberwachung des AG nur im Rahmen deren Aufgabe beaufsichtigt. Die Überprüfung und fachtechnische Kontrolle erfolgt durch die Eigen- und die Fremdprüfung.

Der Einbau der zuvor genannten Baustoffe wird ebenfalls durch die örtliche Bauüberwachung des AG terminlich, organisatorisch und im Hinblick auf die Ausführungsplanung beaufsichtigt und durch die Fremdprüfung fachtechnisch überprüft. Die Abnahme einzelner Teilflächen und Teilleistungen erfolgt

jeweils durch die zuständige Behörde. Die Freigabe einzelner Teilflächen erfolgt in Vertretung der Behörde durch den Fremdprüfer Geotechnik und / oder Fremdprüfer Geokunststoff. Die jeweiligen Prüfberichte (Vermerke) mit den Teilfreigaben der Fremdprüfung sind Voraussetzung für die Abnahme.

Die Überwachungstätigkeit (Eigenprüfung und Fremdprüfung) ist während der Errichtung der einzelnen Elemente des Abdichtungssystems so aufeinander abzustimmen, dass mindestens ein verantwortlicher Prüfer bei relevanten Tätigkeiten arbeitstäglich vor Ort auf der Baustelle ist. An den Baustellenbesprechungen soll nach Erfordernis ein verantwortlicher Vertreter der Eigenprüfung sowie der Fremdprüfung teilnehmen.

Der Fremdprüfer fasst nach Abschluss der Arbeiten die Maßnahmen und Ergebnisse der Eigen- und Fremdprüfung bezüglich der Herstellung, Lieferung und Einbau aller qualitätsüberwachten mineralischen Baumaterialien in einem „Bericht zur Qualitätssicherung“ zusammen.

Die Fremdprüfung legt einen zusammenfassenden Bericht zu den eingebauten mineralischen Baustoffen vor.

### **Aufgabenverteilung, Abnahmen**

Die Eigenprüfung (EP) ist für die Kontrolle und Dokumentation der Material- und Einbauparameter vor und während des Einbaues der Materialien zuständig. Die Eigenprüfung wird von der beauftragten Baufirma als Fachkraft beauftragt. In den Aufgabenbereich der Eigenprüfung fällt auch die Steuerung und Optimierung des Einbauvorganges sowie die Einhaltung der Maßgaben in Bezug auf die Materialanforderungen, etc. und die Konservierung der Einbauqualität bis zur Fertigstellung des Oberflächenabdichtungssystems.

Die Eigenprüfung hat zudem folgende detaillierte Aufgaben – Beratung der bauausführenden Firma hinsichtlich der Optimierung der Bauabläufe, Beratung im erforderlichen Umfang hinsichtlich der Einhaltung der bescheidsrelevanten Einbaukennwerte. Die von der bauausführenden Firma zu liefernden mineralischen Baustoffe sind hinsichtlich ihrer Eignung zu prüfen und zu bewerten, hierzu sind entsprechende Eignungsnachweise von der Eigenprüfung und ergänzend vom Lieferanten vorzulegen.

Darüber hinaus ist die Eigenprüfung von der bauausführenden Firma in dem Umfang zu beteiligen, wie es zur Steuerung und Optimierung der Abläufe bei Aufbereitung bzw. Vergütung sowie beim Einbau der Baumaterialien und Baustoffe erforderlich ist. Alle Maßnahmen der Eigenprüfung sind zu dokumentieren.

Die Fremdprüfung (FP) überprüft vor und beim Einbau der Komponenten die Einhaltung der Materialanforderungen sowie die Einbauanforderungen der Materialien. Sie unterstützt die Baumaßnahme zum Zwecke einer optimalen Errichtung und Durchführung – in wichtigen Fällen in Absprache mit der zuständigen Behörde, den Fachbehörden und dem Planer – bei Bedarf durch fachtechnische und ausführungsbedingte Vorschläge bezogen auf die mineralischen Baustoffe.

Die FP empfiehlt auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse der EP und in Absprache mit der Bauoberleitung die Freigabe der einzelnen Teilbauabschnitte zum Überbauen. Ausnahmen von dieser Regelung sind nur durch die ausdrückliche Zustimmung der FP zulässig. Die Baufirma hat in diesem Fall die volle Verantwortung für nachträglich festgestellte Mängel zu tragen.

Die Aufgabe der Fremdprüfung besteht nicht nur in der Durchführung von Versuchen nach einem vorgegebenen Prüfplan und Prüfraster, sondern auch im kritischen Verfolgen des Baugeschehens sowie im vorausschauenden Mitwirken bei der Qualitätslenkung und bei den Freigaben. Die verantwortlichen Per-

sonen der Fremdprüfung müssen zusätzlich zum Verständnis des Bauablaufs in der Lage sein, die komplexen fachlichen, bauvertraglichen und genehmigungsrechtlichen Zusammenhänge des Baugeschehens zu erkennen und hierfür bei der Bearbeitung genügend Zeit einplanen.

Die Vorgaben der BQS 9-1 sind für die Durchführung der Aufgaben der Fremdprüfung verbindlich, ein Abweichen hiervon ist grundsätzlich nicht zulässig.

Die fremdprüfende Stelle und der Leistungsumfang der Fremdprüfung sind mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Darüber hinaus hat die fremdprüfende Stelle die geforderten Akkreditierungs - Nachweise gemäß DepV 2017 vorzulegen.

Die Bauoberleitung (BOL) stellt den Kontakt zwischen der Fremdprüfung, dem Bauherrn und den zuständigen Fachbehörden her. Ihr unterliegt die zeitliche Koordination und die technisch sinnvolle Abwicklung der Baumaßnahme.

Der Bauoberleitung hat weitere folgende detaillierte Aufgaben: Aufsicht über die örtliche Bauüberwachung, Koordination der fachlich Beteiligten, Aufstellen, fortschreiben und Überwachen des Zeitplans, Abnahme von Leistungen, einmaliges Prüfen von Plänen auf Übereinstimmung mit dem auszuführenden Objekt und Mitwirken bei deren Freigaben, Abnahme von Bauleistungen, Leistungen und Lieferungen unter Mitwirkung der örtlichen Bauüberwachung und anderer an der Planung Beteiligter, Feststellen von Mängeln, Fertigung einer Niederschrift über das Ergebnis der Abnahme, Überwachung der Prüfungen der Funktionsfähigkeit der Anlagenteile und der Gesamtanlage, Antrag auf behördliche Abnahme und Teilnahme hieran sowie Zusammenstellung und Übergeben der Dokumentation des Bauablaufs mit Bestandsunterlagen und Wartungsvorschriften.

Die örtliche Bauüberwachung des Auftraggebers (öBÜ) beaufsichtigt terminlich, organisatorisch und im Hinblick auf die fachgerechte Ausführung, den Vorgaben der Ausführungsplanung und den Vorgaben des Genehmigungsbescheides die Ausführung der Baumaßnahme.

Die örtliche Bauüberwachung hat weitere folgende detaillierte Aufgaben: Mitwirken beim Einweisen des bauausführenden Unternehmens in die Baumaßnahme, Durchführung oder Veranlassung von Kontrollprüfungen, Überwachung der Beseitigung der bei der Abnahme der Leistungen festgestellten Mängel, Dokumentation des Bauablaufs, Mitwirken bei behördlichen Abnahmen, Mitwirken bei der Abnahme von Leistungen und Lieferungen sowie Mitwirken beim Überwachen der Prüfung der Funktionsfähigkeit der Anlagenteile und der Gesamtanlage.

Der Bauherr (AG) wirkt bei der Koordination der am Bau beteiligten Firmen, Planungs- und Fachbüros mit. Er koordiniert die gegebenenfalls von ihm beigestellten Materialströme.

Die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination wird durch einen vom AG beauftragten Dritten wahrgenommen. Verantwortung und Aufgaben entsprechen den Vorgaben aus der Baustellenverordnung und der DGUV 101-004 (BGR 128).

Die einschlägigen Vorschriften zur Gewährleistung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sind generell für Tiefbauarbeiten sowie bezüglich der besonderen Gefahren beim Maschineneinsatz in Hanglagen und bei Arbeiten auf Deponien zu beachten und vollumfänglich einzuhalten. Die diesbezügliche Verantwortung liegt bei dem bauausführenden Unternehmen.

### **Sonstige Vorgaben**

Für die Aktualisierung des Qualitätsmanagementplans ist das Fremdprüfungsbüro (FP) verantwortlich. Entsprechend den Vorgaben der BQS 9-1 obliegt der Fremdprüfung auch die Prüfung des vorläufigen QMP und der technischen Ausschreibungsunterlagen vor der Veröffentlichung der Ausschreibung.

Die Bauoberleitung (BOL) erstellt vor Beginn der Baumaßnahme ein Organigramm, aus dem Anschriften, Telefonnummern, Weisungsbefugnisse und Informationsflüsse zwischen den Beteiligten ersichtlich sind. Die Beteiligten haben für den Fall ihrer Abwesenheit eine verantwortliche, qualifizierte Vertretung zu benennen.

Besondere Koordinationsaufgaben werden von der BOL wahrgenommen. Hierzu gehört auch die Organisation der Baubesprechungen.

Die Verantwortung für die fachgerechte Ausführung des Abdichtungssystems liegt ausschließlich bei der ausführenden Baufirma (AN). Sie hat alle Arbeiten selbstständig derart zu koordinieren, dass keine Stillstandzeiten oder Behinderungen eintreten. Dies gilt insbesondere für die Gewerke mit Schnittstellen zu anderen Bauteilen und die Koordination mit dem Deponiebetrieb.

Bei der Herstellung und bei den Prüfungen der Bauelemente für das Dichtungsbauwerk sind die in den folgenden Abschnitten genannten Vorgaben und Regelwerke zu beachten.

Für die Organisation und ggf. Beauftragung von zusätzlichen erforderlichen Leistungen, wie etwa weiterer Fachgutachten z.B. auf Anforderung durch die FP, ist der Bauherr (AG) verantwortlich.

Freigaben zum Weiterbau/Überbau bedürfen einer gemeinsamen schriftlichen Protokollierung durch die an der Prüfung Beteiligten. Mit der Aufbringung der Folgeschichten darf erst begonnen werden, wenn die Freigabe vorliegt. Für die vereinfachte Weiterleitung der Prüfergebnisse wird das Freigabeprotokoll gemäß Anlage zu diesem QMP verwendet.

Für die Überwachungen vor Ort dürfen nur qualifizierte Fachkräfte mit einschlägiger Erfahrung eingesetzt werden.

Für die Fremdprüfung vor Ort zeichnet der Projektingenieur der beauftragten Prüfinstitution verantwortlich. Die Probenahme muss von einem qualifizierten Mitarbeiter (Baustoffprüfer oder vergleichbare Qualifikation) des beauftragten Fremdprüfinstitutes selbst durchgeführt werden. Die mit den Prüfungen vor Ort beauftragten Mitarbeiter sowie der Projektleiter und sein Stellvertreter sind durch den AG vor Baubeginn der Genehmigungsbehörde mitzuteilen. Die anforderungsgemäße Qualifikation der Prüfinstitution ist nachzuweisen.

Der AN bzw. dessen EP sowie die FP müssen unverzüglich prüfen, ob die Stoffparameter den zugrunde gelegten Nachweisen entsprechen.

Verantwortlich für die Einhaltung ist der jeweilige Prüfer (EP und FP).

Bei der Fertigstellung einer Teilfläche stellt die EP der Baufirma unmittelbar die eigenen Prüfergebnisse der FP zur Verfügung. Auf dieser Grundlage prüft diese die jeweilige Teilfläche und übergibt abschließend alle Protokolle und Daten der zuständigen Genehmigungsbehörde. Die örtliche Bauüberwachung (öBÜ) wird über die Ergebnisse informiert.

Abnahmen nach Abfallrecht erfolgen durch die zuständige Behörde, wobei die vollständig dokumentierten Untersuchungen der EP und der FP zu berücksichtigen sind.

Die Freigaben nach Abfallrecht von im QMP festgelegten Teilleistungen können von der Behörde dem jeweiligen Fremdprüfer (FP) übertragen werden.

Verfügt die FP oder die zuständige Behörde, dass Nacharbeiten oder Sanierungen eines Teilabschnittes erforderlich sind, werden die EP und über die örtliche Bauüberwachung (öBÜ) die Projektverantwortlichen sofort informiert. Nacharbeiten bzw. Sanierungen sind durch den AN sofort zu veranlassen. Für

Nacharbeiten oder Sanierungen hat die EP der FP vor der jeweiligen Ausführung ein Konzept vorzulegen. Hierin sind Maßnahmen, welche zu einer ordnungsgemäßen Herstellung des Dichtungssystems erforderlich sind, qualitativ und quantitativ zu beschreiben.

Während der Baumaßnahmen besteht für alle Beteiligten eine Informationspflicht unmittelbar nach Eintritt von besonderen Ereignissen oder nach Auftreten neuer Randbedingungen gegenüber der öBÜ. Diese setzt bei Erfordernis sofort die weiteren Beteiligten in Kenntnis.

Besondere Ereignisse oder geänderte Randbedingungen im o.g. Sinne sind z.B. Stillstand oder Wiederaufnahme von Bauarbeiten, Verzug gegenüber dem Bauzeitenplan, besondere Witterungsverhältnisse oder der Wechsel / die Vertretung eines Projektverantwortlichen.

Abweichungen von oben beschriebener Vorgehensweise sind nach Absprache mit allen Beteiligten möglich und schriftlich in einer Ergänzung des QMP zu fixieren.

Durch die FP ist der Nachweis der Einhaltung der bescheidsrelevanten Anforderungskriterien und des Standes der Technik gemäß den Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) für die Bauelemente und für das Gesamtsystem gegenüber der Genehmigungsbehörde nachzuweisen.

Zur abfallrechtlichen Schlussabnahme sind die Gesamtdokumentation und die Gesamtbewertung der Baumaßnahme durch die FP der Fachbehörde vorzulegen.

In den Zustimmungserklärungen (Freigaben, Abnahmen) sind jeweils die planmäßige Ausführung von Teilleistungen und vom Gesamtbauwerk sowie die Einhaltung der Anforderungen des QMP zu bestätigen.

## **4 Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement**

### **4.1 Probenahme**

Die Probenahmen sind generell so zu gestalten, dass die Material- und Einbauparameter des untersuchten Materials oder Bauteiles repräsentativ erfasst werden. Es ist, soweit organoleptisch erkennbar, die Schwankungsbreite der Untersuchungsparameter zu erfassen. Der in den nachfolgenden Tabellen aufgeführte Beprobungsumfang ist eine Mindestangabe. Bei begründetem Verdacht auf kleinräumige Inhomogenitäten muss das Untersuchungsrastraster ggf. verdichtet werden.

Die bei der Beprobung von Bauteilen der Dichtungskomponenten auftretenden Beschädigungen sind durch das bauausführende Unternehmen wieder ordnungsgemäß zu sanieren.

Die Probenahme für Materialien erfolgt nach LAGA PN 98 und entsprechend den Vorgaben der DepV, die Vorgaben des QMP sind diesbezüglich umzusetzen.

### **4.2 Versuchsfeld**

Für die Herstellung des Dichtungssystems wird im Vorfeld der eigentlichen Realisierung jeweils ein Versuchsfeld hergestellt. Das Versuchsfeld beinhaltet den gesamten Aufbau des

Basisabdichtungssystems entsprechend den Vorgaben der DepV für DK 0 und Ausführungsplanung für den Ausbau des Deponieabschnittes DK 0.

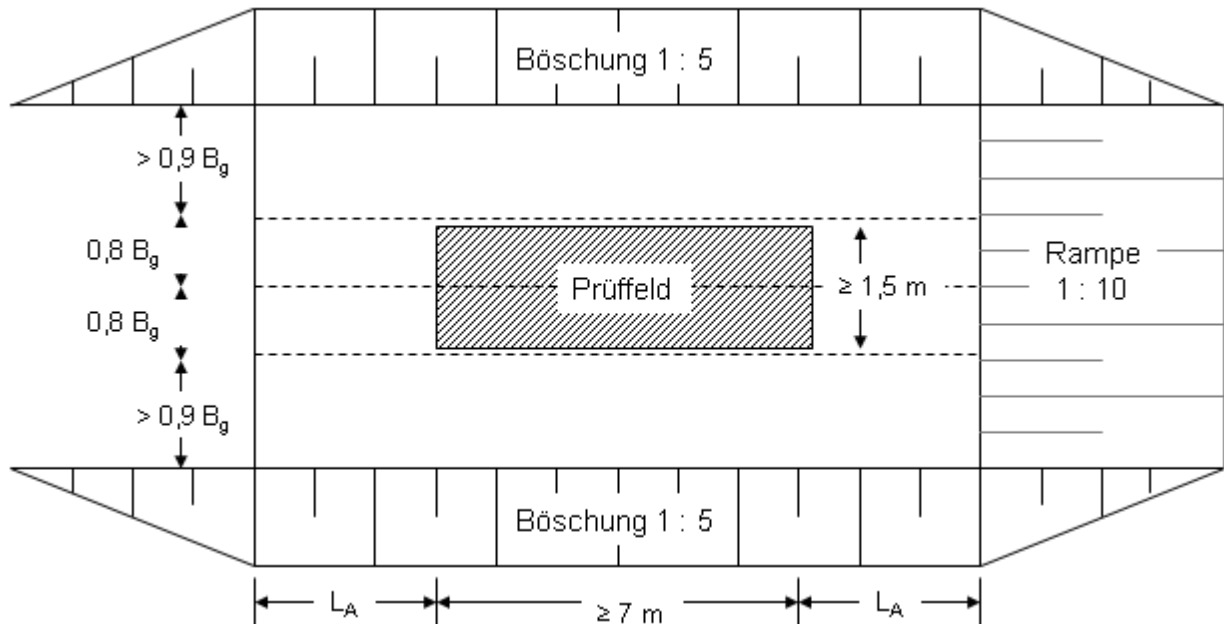
Unter Baustellenbedingungen ist die Herstellbarkeit des gesamten Abdichtungssystems in der ebenen Fläche und der Böschung durch Ausführung eines Versuchsfeldes nachzuweisen. Der Herstellungsprozess und der Geräteeinsatz sind im Einzelnen festzulegen und abschließend durch die Eigenprüfung in einer Arbeitsanweisung zu dokumentieren. Für die ausgewählten Materialien zur Herstellung der technischen Barriere und der mineralischen Abdichtungskomponente ist anhand von Eignungsprüfungen nachzuweisen, dass die Anforderungen nach DepV erfüllt werden. Die Ergebnisse sind durch die Eigenprüfung der Fremdprüfung und mit dessen Stellungnahme der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

Rechtzeitig vor der Herstellung des jeweiligen Versuchsfeldes ist durch die Eigenprüfung ein Konzept zur Herstellung des jeweiligen Versuchsfeldes zu erarbeiten, der Fremdprüfung zur Prüfung und Freigabe vorzulegen und bei Bedarf Korrekturen und Ergänzungen einzuarbeiten. Das Konzept beinhaltet die Darstellung der örtlichen Lage, eingesetzte Materialien, Maschinen, Geräte, Personal und eine Beschreibung der Herstellung und der durchzuführenden Untersuchungen. Das Baukonzept des Versuchsfeldes ist der Genehmigungsbehörde mindestens 8 Arbeitstage vor der geplanten Bauausführung vorzulegen. Die Herstellung des Versuchsfeldes ist der Genehmigungsbehörde so rechtzeitig bekanntzugeben, dass eine Teilnahme von Vertretern der Genehmigungsbehörde möglich ist.

Die Lage des jeweiligen Versuchsfeldes muss so gewählt werden, dass die ungünstigsten Verhältnisse im gesamten Bauabschnitt abgedeckt sind und Übergangsbereiche von signifikant unterschiedlichen Neigungsverhältnissen integriert werden.



Das Versuchsfeld ist entsprechend den Vorgaben der DepV, der BAM, der jeweiligen BQS und den jeweiligen Eignungsbeurteilungen herzustellen. Die Herstellung des Versuchsfeldes erfolgt mit allen Komponenten, die dem Dichtungssystem zugehören. Das Versuchsfeld muss folgende Mindestabmessungen aufweisen:



$B_g$ : Gerätebreite

$L_A$ : Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecke

Die erforderlichen Abmessungen des Versuchsfeldes werden entsprechend den örtlichen Gegebenheiten in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde und den Fremdprüfern verbindlich festgelegt. Das Versuchsfeld darf jedoch nicht kleiner als 8,0 m x 10,0 m je Teilbereich der flachen und steilen Böschungsbereiche sein.

Die Systemkomponenten müssen unter Baustellenbedingungen so verarbeitet werden können, dass sie die in den material- und projektbezogenen Eignungsnachweisen zugrunde gelegten Leistungen mit ausreichender Sicherheit im eingebauten Zustand erbringen. Die Herstellbarkeit der Systemkomponenten und des Abdichtungssystems ist vor Errichtung des Abdichtungssystems unter Baustellenbedingungen durch Ausführung jeweils eines Versuchsfeldes nachzuweisen.

Die Eignung der Schutzkomponenten ist zudem im Versuchsfeld durch einen Überfahrversuch nachzuweisen.

Auf ein Versuchsfeld kann nur verzichtet werden, wenn die grundsätzliche Herstellbarkeit unter Baustellenbedingungen durch andere Nachweise belegt werden kann.



Mit dem Bau des Versuchsfeldes ist der Nachweis der Herstellbarkeit entsprechend dem Nachweis der Einhaltung des Stands der Technik gemäß Nr. 2.1.1 und Nr. 2.1.2 Anhang 1 DepV zu vervollständigen. Folgende Faktoren sind hierbei zu untersuchen:

- Herstellungsvoraussetzungen
- Handhabbarkeit und Fehlerempfindlichkeit des Herstellungsverfahrens
- Empfindlichkeit der Systemkomponenten gegenüber Einbaubeanspruchungen
- Prüfbarkeit der Qualitätsmerkmale
- Nachbesserungsmöglichkeiten und Reparierbarkeit.

Die Ergebnisse der vorgenannten Untersuchungen sind durch die Fremdprüfung in einem Bericht darzustellen und der Genehmigungsbehörde in zweifacher Ausfertigung zur Prüfung und Zustimmung vorzulegen.

Auf Basis der bei der Realisierung des Versuchsfeldes festgestellten Ergebnisse wird dieser Qualitätsmanagementplan fortgeschrieben.

Von der bauausführenden Firma / dem Auftragnehmer ist auf Grundlage der Ergebnisse aus dem jeweiligen Versuchsfeld ein umfassendes Einbaukonzept für das gesamte Dichtungssystem aufzustellen und vorzulegen.

Vor Beginn der Verlege- und Schweißarbeiten werden die für die Baumaßnahme vorgesehenen Schweißmaschinen, Schweißgeräte und die sonstigen verwendeten Geräte sowie die vorgesehenen Prüfeinrichtungen im Rahmen einer Verfahrensprüfung durch den Verleger vor Ort geprüft. Diese Verfahrensprüfung findet im Beisein des Fremdprüfers statt.

Eine mögliche Integration des Versuchsfeldes in das herzustellende Abdichtungssystem wird vor Ort beurteilt und der zuständigen Behörde rechtzeitig mitgeteilt. Das Versuchsfeld kann, soweit es die Anforderungen erfüllt, Bestandteil des Abdichtungssystems werden. In diesem Fall hat der Fremdprüfer eine entsprechende Stellungnahme zu verfassen und die Freigabe durch die Genehmigungsbehörde einzuholen.

Das Versuchsfeld ist vor Baubeginn im Beisein der Fremdprüfer für polymere Bauteile und für mineralische Baustoffe mit allen Komponenten des jeweiligen Dichtungssystems herzustellen.

Bei der Herstellung des Versuchsfeld sind die Anforderungen der GDA – Empfehlung E 3-5 sowie die Anforderungen des gemeinsamen Merkblattes des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein – Westfalen (LANUV) „Mineralische Deponieabdichtungen“ (LfU – Deponie – Info – Merkblatt 1 und LANUV – Arbeitsblatt 6, Stand 2009) zu beachten.

Mit der Herstellung der Versuchsfelder sollen die Eignung der Realisierung, der Einsatz der Maschinen und Geräte und die Vorgaben beim Einbau der einzelnen Komponenten geprüft und Vorgaben für die eigentliche Bauabwicklung definiert werden.

Die Lage und Größe des Versuchsfeldes sowie der Umfang der durchzuführenden Prüfungen und Dokumentationen ist nach Festlegung der einzusetzenden Materialien durch die FP in Abstimmung mit der Fachbehörde festzulegen. Der QMP ist diesbezüglich fortzuschreiben.

Aufbauend auf die im Versuchsfeldbau ermittelten Erfahrungen, Kennwerte, Rezepturen und Einbaukriterien ist eine Verfahrens- und Einbauanweisung durch die Fremdprüfung aufzustellen und der Genehmigungsbehörde, zusammen mit dem vom FP erstellten Untersuchungsbericht vor Beginn der Dichtungsarbeiten zur Zustimmung vorzulegen. Die Dichtungsarbeiten dürfen erst nach Vorlage der Zustimmung durch die Genehmigungsbehörde durchgeführt werden.

Eine mögliche Integration des Versuchsfeldes in das herzustellende Abdichtungssystem wird vor Ort beurteilt und der zuständigen Behörde rechtzeitig mitgeteilt. Die Fremdprüfung legt hierzu einen umfassenden Bericht und eine entsprechende Empfehlung schriftlich vor.

### **Ergebnisse der Fremdprüfung**

Die Teilfreigaben werden in den Baustellenberichten des Fremdprüfers dokumentiert. Die Freigaben erfolgen vorbehaltlich der Laborergebnisse an den Schweißnahtproben.

Die endgültigen Bestandspläne werden schnellstmöglich nach Abschluss der Arbeiten dem Fremdprüfer übergeben und von diesem überprüft. Diese Bestandspläne werden Teil des Berichts zur Qualitätssicherung.

## **4.3 Vorarbeiten**

Die Vorarbeiten zur eigentlichen Baumaßnahme (Baustelleneinrichtung, vorbereitende Vermessungsarbeiten, Baufeldfreimachung usw.) sind zeitlich soweit im Vorfeld abzuschließen, dass ein reibungsloser und ordnungsgemäßer Baustellenbetrieb möglich ist. Die erforderlichen Lagerflächen sind so zu organisieren und einzurichten, dass sowohl für die Materialprüfung als auch für die Materialverwendung ein Zugriff ohne Behinderung möglich ist.

Alle auf der Baustelle benötigten Materialien sind so zu lagern, dass die Materialqualität nicht nachteilig beeinträchtigt wird.

Die Überwachung und Kontrolle der Vorarbeiten liegt ausschließlich im Verantwortungsbereich des AN und der öBÜ.

## **4.4 Material zur Auffüllung**

### **4.4.1 Allgemeine Anforderungen**

Material zur Auffüllung ist in den Randbereichen zur Herstellung der Anschlusshöhen an den bestehenden Deponiekörper, zur Auffüllung der tiefliegenden Geländebereiche und zur Auffüllung im planungsgemäßen Auffüllungsbereich zur Herstellung des Niveaus des Planums erforderlich. Das Material muss die Zuordnungswerte nach DK -0,5 entsprechend der Betriebsordnung der Deponie für die Auffüllungsbereiche außerhalb der basisgedichteten Ablagerungsbereiche einhalten und gut verdichtbar sein.

Bei den Auffüllmaterialien handelt es sich auch um Profilierungsmaterialien, die zur Herstellung des Niveaus der Deponieaufstandsfläche eingebaut werden sollen. Außerdem soll mit diesem Material der Austausch von feuchten Böden zur Herstellung einer standsicheren Deponieaufstandsfläche hergestellt werden.

Ein Anteil der erforderlichen Materialmengen wird bauseits auf dem Deponiegelände durch den AG zur Verfügung gestellt. Das Material lagert in Halden und Ablagerungsbereichen und kann nach Zuweisung

durch den Deponiebetreiber hier aufgenommen, im Deponiebereich transportiert und in den Auffüllungsbereichen geordnet und lagenweise verdichtet eingebaut werden. Außerdem soll hierzu der Abtragsboden aus dem Baufeld mit genutzt werden.

Der Untergrund muss auf dem Niveau des Planums für den weiteren Aufbau so gut tragfähig sein, dass ein ordnungsgemäßer Einbau der hierüber einzubauenden Schichten des Dichtungssystems möglich ist und Setzungen, die negative Einflüsse auf das Dichtungssystem sowie auf das Gesamtsystem haben, sicher ausgeschlossen werden können.

Wieder eingebaut werden sollen bevorzugt die beim Abtrag anfallenden Materialien, die vorausgesetzt einer entsprechenden Eignung gegebenenfalls homogenisiert und aufbereitet werden müssen. Bezüglich der Aufbereitung und / oder Homogenisierung kommt das Mischen bindiger und gemischtkörniger Materialien sowie das Separieren von Steinen unzulässiger Größe in Frage. Vernässtes Material, das nicht verdichtet werden kann, wird ausgesondert oder in Abstimmung mit der FP entsprechend durch Trocknung oder durch Zugabe von Weißfeinkalk konditioniert.

Im Fall der Erfordernis der Anlieferung von zusätzlichem Profilierungsmaterial durch das bauausführende Unternehmen sind durch die EP entsprechend aussagekräftige Prüfzeugnisse (z.B. Deklarationsanalysen, Bodenansprachen nach DIN 4022, bei bindigen und gemischtkörnigen Materialien mit Angabe der Konsistenz, geotechnisches Gutachten und Bohrprofile zur Gewinnungsstelle) der FP zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.

#### 4.4.2 Eignungsuntersuchungen

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen. Folgende Materialanforderungen werden für die Auffüllungen gestellt:

- zulässige Bodengruppen nach DIN 18196 für Auffüllungen des Untergrundes  
 SU, SU\*, ST, ST\*, GU, GU\*, GT, GT\*, GW, TL, TM, TA – eingeschränkt aufgrund der hohen Witterungsempfindlichkeit auch UL und UM oder Deponieersatzbaustoffe, die vorgenannten Gruppen hinsichtlich Beschaffenheit und Bodenmechanik zugeordnet werden können
- Feinkornanteil mit Durchmesser  $\leq 0,063$  mm muss  $\geq 10$  Gew.-% sein
- Größtkorn im Regelfall  $\leq 200$  mm, in der obersten Einbaulage  $\leq 63$  mm
- Fremdstoffe (z.B. Holz, Wurzeln, sichtbare Pflanzenteile, sonstige Störstoffe) sind auszusortieren
- fein verteilte organische Substanz  $\leq 5$  Gew.-%
- innere Scherfestigkeit für Auffüllungen  
 $\text{cal } \phi' \geq 22^\circ$  und  $\text{cal } c' \geq 10 \text{ kN/m}^2$  (oder alternative  $\text{cal } \phi' \geq 27,5^\circ$ )
- umwelttechnische Einstufung für neu anzulieferndes Material mit Einstufung als LAGA Z 1.1 beim Einbau außerhalb des Ablagerungsbereiches und Einstufung als DK -0,5 gemäß Betriebsordnung beim Einbau im Bereich des Deponiekörper

Folgende Eignungsnachweise sind für noch zu liefernde Materialien zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
Material zur Auffüllung	Körnung	Feinstkorn und Größtkorn und deren Anteile werden vor Baubeginn festgelegt	Kornverteilung	18123	3 x	1 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	14688 18196	3 x 3 x	1 x 1 x
	Verdichtung Wassergehalt	$D_{pr} \geq 95 \%$ und $w_{pr} < w < w_{95}$ ansonst. Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	Proctorversuch Wassergehalt	18127 17892	3 x 3 x	1 x 1 x
	organische Bestandteile	$V_{gl} < 5 \text{ Gew.}\%$ frei von Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen mineralische Fremdstoffe max. 1 Vol.-%	Glühverlust visuell	18128	3 x 3 x	1 x 1 x
	Bodenmechanik	Tragfähigkeit	Proof-rolling	-	3 x	1 x
	chemische Analyse	Untersuchung gemäß Betriebsordnung für Auffüllungen im Ablagerungsbereich  LAGA Z 1.1 für Auffüllungen außerhalb und unterhalb der Dichtung	-	-	3 x	1 x
	Bodenbeschreibung	Angabe des Herkunftsortes des Materials mit Bodenbeschreibung, mineralisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbarkeit des Materials	visuell	-	1 x	1 x

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Für Materialien, die im Standortbereich als anstehender Abdeckboden gewonnen und weiterverwendet werden sollen oder die als Deponieersatzbaustoffe zwischengelagert wurden, kann die Eignungsuntersuchung entfallen.

Das Material muss bodenmechanisch lagenweise verdichtet einbaubar sein, die Lagendicken werden auf maximal 25 cm begrenzt. Der Einbau erfolgt in weitgehend ebenen bis leicht geneigten Flächen als auch in Böschungen bis zu einer Neigung von maximal 1 : 1,5. Das verwendete Material muss in diesen Neigungen verdichtet einbaubar sein.

Die eingesetzten Materialien dürfen keine ins Auge fallenden und nicht mehr als 1 Vol.-% nichtmineralische Fremdstoffe (z.B. Kunststoffe, Metalle) enthalten. Der Anteil an mineralischen Fremdstoffen (z.B. Bauschutt) wird auf maximal 1 Vol.-% beschränkt.

Das einzubauende Material muss unbelastet sein, da ein Einbau außerhalb des Deponiebereiches erfolgt. Es ist nur natürliches Bodenmaterial zugelassen.

Die Eignung der Abtragsmaterialien sowie von dem bauausführenden Unternehmen zu liefernden Materialien zur Profilierung wird von der FP im Regelfall bei Anlieferung nach augenscheinlicher Ansprache beurteilt. In Zweifelsfällen können ergänzende Laborversuche (z.B. Bestimmung von Körnungslinien und

Wassergehalten sowie gegebenenfalls Proctordichten oder Feldversuche (z.B. Durchführung einer Probeverdrichtung mit Prüfung durch Lastplattendruckversuche) notwendig werden, deren Umfang dann im Einzelfall festzulegen ist.

#### 4.4.3 Einbauanforderungen

Folgende Kontrollen sind im Rahmen des Einbaus durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
Material zur Auffüllung und Profilierung	Proctor	–	Proctorversuch	18127	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
	Einzellagen	Stärke maximal 25 cm	Aufgrabung und Vermessung	–	laufend + Aufgrabung alle 5.000 m <sup>2</sup>	laufend + Aufgrabung alle 5.000 m <sup>2</sup>
	Verdichtung	E <sub>v2</sub> mindestens 20 MN/m <sup>2</sup>	Lastplattendruckversuch alternativ Fallplatte n. BF Stb  dynamischer Lastplattendruckversuch  proof-rolling	18134  -	2000 m <sup>2</sup>  nach Bedarf	2000 m <sup>2</sup>  nach Bedarf
	Dicke und Ebenheit	entsprechend Planvorgaben Abweichung max. +/- 5 cm auf 4 m - Latte	Vermessung	–	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der Beprobungsumfang stellt eine Mindestvorgabe dar.

Der vorhandene Deponiekörper ist grundsätzlich als direktes Auflager für das Dichtungssystem nach Durchführung von Nacharbeiten und Einbau von Profilierungsmaterialien geeignet. Der Deponiekörper besteht aus mineralischen Materialien, die grundsätzlich standsicher und weitgehend setzungsunempfindlich sind.

Zur Herrichtung des Planums für das Dichtungssystems ist die Plateaufläche vollständig von Vegetation zu befreien und der vorhandene Abdeckboden soweit wie möglich abzutragen. Das Vegetationsmaterial einschließlich des Durchwurzelungshorizontes und des Abdeckbodens ist im Vorfeld vollständig zu beraumen. Dieses Material ist einer geeigneten Wiederverwertung als Rekultivierungsboden im Rahmen dieser Baumaßnahme zuzuführen.

Das Profilierungsmaterial ist lagenweise verdichtet und profilgerecht entsprechend den Vorgaben zur herzustellenden Endverfüllung einzubauen.

Das herzustellende Planum ist auf eine Ebenheit von 5 cm bezogen auf eine 4 m Messlatte zu planieren. Großstückige Fremdkörper (z.B. Schuttblöcke, zusammenhängender Bauschutt) sind zu beraumen und durch geeignetes Material zu ersetzen. Freigelegte großstückige Fremdkörper sind im Auftragsbereich so einzubauen, dass mit dem Auffüllmaterial eine Überdeckung von mindestens 20 cm erreicht wird, Hohlräume sind beim Einbau gezielt durch kleinflächige Verdichtung zu vermeiden.

Das Material zur Auffüllung ist in Lagen von maximal 25 cm Dicke einzubauen und zu verdichten. Jede Lage ist einzeln zu verdichten.

Anstatt den Lastplattendruckversuchen kann im Böschungsbereich eine alternative Prüfung in Abstimmung mit der FP erfolgen.

Das Planum des Dichtungssystems ist mit einer Vibrationswalze durch mindestens 4 Übergänge in der Falllinie zu verdichten. Das Betriebsgewicht muss mindestens 9 to auf der Bandage betragen.

Bei nicht tragfähigem Flächenbereiche wird nach Abstimmung mit der FP und der öBÜ dieser Flächenbereich in der Örtlichkeit festgelegt und gekennzeichnet und durch einen Bodenaustausch die Tragfähigkeit so verbessert, dass die Vorgaben erfüllt sind. Zur Untergrundverbesserung ist mineralisches Material der Körnung 0/56 mm oder 0/80 mm zu verwenden. Der Einbau erfolgt in der erforderlichen durch den FP festzulegenden Stärke. Der Flächenbereich, in dem der Bodenaustausch durchgeführt wurde, muss erneut überprüft werden.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden unabhängigen Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle. Das Prüfraster für die Vermessung beträgt mindestens 15 m x 15 m sowie zusätzlich an Böschungsbruchkanten und Ausbauenden.

## **4.5 Materialumlagerung**

### **4.5.1 Eignungsuntersuchungen**

Für das bauseits vorhandene Material (mineralische Abfälle und Böden, die den Zuordnungswerten bis DK -0,5 gemäß Betriebsordnung entsprechen), das umgelagert werden soll, sind keine Eignungsuntersuchungen durchzuführen.

Das Material muss bodenmechanisch lagenweise verdichtet einbaubar sein, die Lagendicken werden auf maximal 25 cm begrenzt. Der Einbau erfolgt in Böschungen bis zu einer Neigung von 1 : 1,5. Das verwendete Material muss in diesen Neigungen verdichtet einbaubar sein. Bei Erfordernis sind Separierungen im vorgesehenen Abtragsbereich durchzuführen.

Bei Bedarf ist eine Separierung der Materialien durchzuführen, um den Einbau als standsicheren Unterbau für das Dichtungssystem gewährleisten zu können.

## 4.5.2 Einbauanforderungen

Folgende Kontrollen sind im Rahmen des Einbaus durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungs- umfang	
					EP	FP
Material zur Auffüllung und Profilierung	Proctor	–	Proctorversuch	18127	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
	Einzellagen	Stärke maximal 25 cm	Aufgrabung und Vermessung	–	laufend + Aufgrabung alle 5.000 m <sup>2</sup>	laufend + Aufgrabung alle 5.000 m <sup>2</sup>
	Verdichtung	E <sub>v2</sub> mindestens 20 MN/m <sup>2</sup>	Lastplattendruck- versuch alternativ Fallplatte n. BF Stb	18134	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
			dynamischer Last- plattendruckver- such  proof-rolling	-	nach Bedarf	nach Bedarf
	Dicke und Ebenheit	entsprechend Planvorgaben	Vermessung	–	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Umgelagertes Material mit organischen Anteilen darf nicht wieder eingebaut werden. Die diesbezügliche Festlegung wird durch die FP getroffen.

Offensichtlich nicht standsicheres Material darf nach Abstimmung mit der FP ebenfalls nicht eingebaut werden.

Das herzustellende Planum ist auf eine Ebenheit von 5 cm bezogen auf eine 4 m Messlatte zu planieren. Großstückige Fremdkörper (z.B. Schuttblöcke, zusammenhängender Bauschutt) sind zu beseitigen und durch geeignetes Material zu ersetzen. Freigelegte großstückige Fremdkörper sind im Auftragsbereich so einzubauen, dass mit dem Auffüllmaterial eine Überdeckung von mindestens 20 cm erreicht wird, Hohlräume sind beim Einbau gezielt durch kleinflächige Verdichtung zu vermeiden.

Das Material zur Auffüllung ist in Lagen von maximal 25 cm Dicke einzubauen und zu verdichten. Jede Lage ist einzeln zu verdichten.

Bei nicht tragfähigem Flächenbereichen wird nach Abstimmung mit der FP und der öBÜ dieser Flächenbereich in der Örtlichkeit festgelegt und gekennzeichnet und durch einen Bodenaustausch die Tragfähigkeit so verbessert, dass die Vorgaben erfüllt sind. Zur Untergrundverbesserung ist mineralisches Material der Körnung 0/56 mm oder 0/80 mm zu verwenden. Der Einbau erfolgt in der erforderlichen durch den FP festzulegenden Stärke. Die Flächenbereich, in dem der Bodenaustausch durchgeführt wurde, muss erneut überprüft werden.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle. Das Prüfraster für die Vermessung beträgt mindestens 15 m x 15 m sowie zusätzlich an Böschungsbruchkanten und Ausbauenden.



## **4.6 Baugruben- und Rohrgrabenverfüllung**

Die Baugruben und Rohrgräben sind entsprechend den Vorgaben der DIN und der ZTVE in der jeweils aktuell gültigen Fassung herzustellen.

Wird bei dem Aushub der Baugruben und Rohrgräben belasteter Boden ausgehoben, ist dieser von den nicht belasteten Böden zu separieren. Des Weiteren erfolgt eine weitere Separierung der Böden, wenn dieses erforderlich ist, nach den unterschiedlichen Belastungsklassen. Belastete Böden sind gesichert zwischenzulagern (z.B. Container, abgedeckte Mieten) und nach Vorlage der Analyseergebnisse entsprechend einer Weiterverwendung oder Entsorgung zuzuführen.

Als Rohrbettungsmaterial ist ausschließlich hierfür geeignetes Bodenmaterial (Sand der Körnung 0/2 mm oder gleichwertig) zu verwenden. Es darf ausschließlich unbelastetes Material eingebaut werden.

Die Verfüllung der Baugruben und Rohrgräben soll in der Regel mit dem Aushubmaterial erfolgen. Die Verfüllung erfolgt lagenweise verdichtet mit einem  $E_{v2}$  von mindestens 45 MN/m<sup>2</sup> bzw. nach spezifischen Vorgaben in Abhängigkeit des Einbauortes. Erforderliches Liefermaterial muss lagenweise verdichtet einbaubar, den geforderten Verdichtungsgrad erfüllen und unbelastet sein.

## **4.7 Untergrund / Planum**

### **4.7.1 Allgemeine Anforderungen**

Der Untergrund ist als direktes Auflager für das Dichtungssystem grundsätzlich geeignet. Bei Bedarf erfolgt eine Untergrundverbesserung entsprechend den Einbauanforderungen für Material zur Auffüllung.

Oberflächennah anstehende aufgeweichte Bereiche, in denen atypische geringe Tragfähigkeiten der anstehenden Schichten vorliegen, müssen abgetragen werden. Die Festlegung hierfür erfolgt durch proof – rolling. Zuvor beschriebene Schichten und Materialien sind nach Maßgabe der FP bis zum Erreichen ungestörter Konsistenzen abzutragen und ohne weitere zeitliche Verzögerung gegen qualifiziert einzubauende Auffüllungen auszutauschen.

Die Kontrolle des Planums, der ausreichenden Tragfähigkeit und der Verdichtung erfolgt durch die EP des AN sowie zur Überprüfung durch die FP.

Für das Planum ist eine Tragfähigkeit von mindestens  $E_{v2} \geq 30$  MN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.

Um eine zweifelsfreie Beurteilung des freigelegten anstehenden Materials zu ermöglichen, ist jeweils der letzte Teil des Materialabtrags rückschreitend mit einem Tieflöffelbagger unter Verwendung einer ungezählten Schaufel vorzunehmen.

Im Anschlussbereich von vorhandenen mineralischen Dichtungslagen ist die nachzuweisende Schichtmächtigkeit von der EP und mit Kontrollprüfungen der FP zu überprüfen und durch die FP für den weiteren Anschluss freizugeben.

### **4.7.2 Prüfungen**

Als Prüfung der Tragfähigkeit wird in der Regel nach dem Einbau und Verdichten ein Befahren mit einem beladenen dreiachsigen Lkw (Achslast  $\geq 10$  to) oder mit einem von der Flächenpressung her vergleichbaren Baugerät (z.B. schwerer Radlader) vorgenommen. Die Befahrbarkeit und die unter den



Radlasten auftretenden Verformungen werden von der FP beurteilt. In augenscheinlich erkennbar nachgiebigen Bereichen werden durch die EP Lastplattendruckversuche nach Maßgabe und unter Aufsicht der FP durchgeführt. Im Böschungsbereich sind zur Ermittlung der Tragfähigkeit zusätzlich Proctordichten als Alternative zu den Lastplattendruckversuchen durchzuführen.

Sofern die Ergebnisse eines Lastplattendruckversuches nicht den Anforderungen entsprechen, ist nach Maßgabe der FP ein Bodenaustausch gegen tragfähiges Material oder gegebenenfalls eine Konditionierung des anstehenden Materials vorzunehmen. Die dabei zu bearbeitende Fläche wird anhand der Befahrungsversuche durch die FP festgelegt. Nach Abschluss dieser Ertüchtigungsmaßnahmen ist eine erneute Überprüfung durch die FP erforderlich.

Die Ebenheit der Oberfläche wird ebenfalls augenscheinlich stichprobenartig durch die FP geprüft. In augenscheinlich unebenen Bereichen ist zusätzlich durch das Auflegen einer 4 m – Latte die Unebenheit durch die FP zu prüfen.

Die planmäßige Höhenlage und Neigung des Planums ist vermessungstechnisch durch einen unabhängigen Vermesser im Rahmen der vermessungstechnischen Leistungen zu überprüfen. Hierfür ist die Planums Oberfläche im Mittel mit mindestens einem Messpunkt je 400 m<sup>2</sup> entsprechend 20 m x 20 m einzumessen. Die Messpunkte sind bevorzugt an Tief- und Hochpunkten zu setzen. Zusätzlich sind Messpunkte an allen Bruchkanten und Grenzkanten sowie an den Ansatzpunkten der durchgeführten Lastplattendruckversuche zu wählen. Die Ergebnisse der Vermessung und die jeweiligen Abweichungen von den Sollhöhen sind in geeigneter Form zu dokumentieren und der öBÜ zu übergeben. Alle Vermessungsergebnisse sind in einem fortzuschreibenden Bestandsplan einzutragen und zu dokumentieren, dieser Bestandsplan ist Bestandteil der Abschlussdokumentation.

Folgende baubegleitende Eignungsprüfungen werden an das Planum des Untergrundes gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungs-umfang	
					EP	FP
Planum	Ebenheit	maximal 5 cm auf 4 m Länge	Messlatte oder Vermessung	-	15 m Raster	Stichproben
	Böschungsneigung		Vermessung	-	15 m Raster	Stichproben
	Tragfähigkeit	visuelle Prüfung (proof – rolling)		–	laufend	laufend
	Tragfähigkeit	Lastplattendruckversuch	Ø 300 mm	18134	2.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>
	Verdichtung Wassergehalt	D <sub>pr</sub> ≥ 95 % und w <sub>pr</sub> < w < w <sub>95</sub> ansonst. Luftporengehalt n <sub>a</sub> ≤ 5 %	Proctorversuch Wassergehalt	18127 18121-T1	2.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Nach der augenscheinlichen Überprüfung des fertig gestellten Planums wird dieses abschnittsweise von der BOL und der FP zum Überbauen freigegeben.

## **4.8 Technische Barrieren**

### **4.8.1 Eignungsuntersuchungen**

Im Standortbereich ist keine geologische Barriere, die den Vorgaben der DepV entspricht, vorhanden. Somit ist die Nachrüstung einer technischen Barriere erforderlich

Für zu liefernde Materialien zur Herstellung der technischen Barriere sind BQS – konforme Eignungsnachweise zu erarbeiten und vorzulegen.

Diese Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen. Entsprechend der BQS 1 – 0 ist das Schadstoffrückhaltevermögen des einzusetzenden Bodenmaterials im Zusammenwirken der unter- und überlagernden Bodenschichten zu bewerten.

Für die Herstellung der mineralischen Dichtungsschichten sind natürliche mineralische Baustoffe einzusetzen. Die zu verwendenden mineralischen Baustoffe müssen

- bei ihrer Gewinnung einer Qualitätsüberwachung unterliegen
- sich durch die Angabe geeigneter Merkmale eindeutig kennzeichnen lassen
- in ihren zulässigen Bandbreiten der Material- und Einbauparameter so festgelegt sein, dass diese sich bodenmechanisch und hydraulisch gleichartig verhalten

und darüber hinaus die grundsätzlichen Mindestanforderungen der BQS 2-1 Kap. 1 erfüllen mit

- Kornabstufung muss die Austragung von Feinstbestandteilen verhindern (Suffisionsbeständigkeit)
- Begrenzung der organischen Substanz und Karbonatgehalt, Fremdstoffe dürfen nicht enthalten sein
- ausreichender plastischer Verformung ohne Einschränkung der Funktionsfähigkeit im eingebauten Zustand
- Homogenität und gleichmäßigem Wassergehalt.

Mit der Eignungsuntersuchung ist durch den AN und die EP eine Bewertung des einzusetzenden Bodenmaterials hinsichtlich folgender Kriterien durchzuführen und als Bericht spätestens 14 Tage vor dem beabsichtigten Einbautermin der FP vorzulegen (siehe BQS 2-0 Tabelle 1):

Kriterium / Einwirkung	Leistungsfähigkeit	Nachweise
Dicke	mind. 1,0 m mit geringerer Durchlässigkeit	QMP
Dichtigkeit	Durchlässigkeit $k \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s oder geringer abhängig von der Schichtdicke	QMP
mechanische Widerstandsfähigkeit	dauerhaft standsicher bei Neigungen bis 1 : 2,5  verformbar bis Krümmungsradius 200 m ohne Erhöhung der Durchlässigkeit  hydraulisch widerstandsfähig (Erosions- und Suffosionsbeständigkeit)	statische Berechnung und Scherkastenversuch  Biegezugversuch  Körnungslinien
Beständigkeit	Langzeitbeständigkeit von mindestens 100 Jahren  Dauerbeständigkeit der standsicherheitsbeeinflussenden Komponenten	gemäß GDA – Empfehlungen  gemäß GDA - Empfehlungen
Herstellbarkeit	unter Baustellenbedingungen sicher erbringbar und reproduzierbar	Probefeld
sonstige Kriterien (siehe BQS 2-0)	systemverträglich  Frostsicherheit bis zur ausreichenden Überschüttung  umweltverträglich	Probefeld / Scherversuche  Frost- / Tauwechsel und Schutzmaßnahmen  Einhaltung rechtlicher Vorgaben

Entsprechend den Vorgaben der BQS 1-0 soll je nach Qualität des einzusetzenden Materials die Schichtmächtigkeit der technischen Barriere mindestens 1,0 m betragen. Die Vorgabe der DepV Anhang 1 Nr. 2.2 Tabelle 1 mit einer Schichtdicke von  $\geq 1,0$  m und einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 1,0 \times 10^{-7}$  m/s wird hierbei eingehalten.

Die Schichtmächtigkeit muss außerdem das erforderliche Schadstoffrückhaltevermögen gewährleisten. Die tatsächliche Festlegung der Schichtdicke erfolgt nach den vorgenannten Kriterien Durchlässigkeit und Schadstoffrückhaltevermögen.

Die Untersuchungen und Bewertungen sind im Vorfeld auf Basis der Eignungsuntersuchung der EP durch die FP durchzuführen und zu dokumentieren. Die Festlegung liegt im Verantwortungsbereich der FP.

Alle Eignungsuntersuchungen sind von anerkannten geotechnischen Büros durchzuführen. Die Untersuchungen sind an einer ausreichenden Anzahl von repräsentativen Proben von mindestens 3 Stück durchzuführen. Für jedes für die Anlieferung und den Einbau vorgesehene Material ist jeweils eine gesonderte Eignungsprüfung als auch ein Versuchsfeldbau erforderlich. Die für einen Bauabschnitt erforderliche Kubatur an Dichtungsmaterial ist mindestens 2 Wochen vor Ausführungsbeginn des jeweiligen Bauabschnitts durch die bauausführende Firma nachzuweisen. Bei der Menge ist ein Materialmehrverbrauch von mindestens 20 % für Umschlagverluste und größere Einbaudicken zu berücksichtigen.

Spätestens 3 Wochen von Einbaubeginn des mineralischen Materials ist vom AN eine komplette Eignungsprüfung mindestens 3 – fach vorzulegen. Der FP ist parallel hierzu eine repräsentative Probe zu übergeben. Dem Antrag auf Zulassung des Materials sind durch die EP Protokolle über die Entnahme der Proben sowie die Prüfprotokolle des Labors mit Stempel und Unterschrift vorzulegen.

Wird die Prüfung der vorgelegten Unterlagen und die übergebenen Bodenproben nach einer ersten Beurteilung durch die FP die Eignung erwarten lassen, nimmt die FP eigene Bodenproben aus der Lagerstätte, um die Kontrollen zu den Eignungsprüfungen vorzunehmen. Ergeben sich aus der Erstbeurteilung durch die FP begründete Zweifel an der Eignung des Materials, sind durch die bauausführende Firma in Abstimmung mit der FP entsprechende Untersuchungen zur Klärung dieses Sachverhaltes vorzunehmen.

Nach der Freigabe des Materials zur Anlieferung sind die zuvor aufgeführten Parameter in dem festgelegten Umfang anlieferungsbegleitend regelmäßig zu prüfen und zu dokumentieren.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralische Dichtungsschicht als technische Barriere	Körnung	Anteil an Feinstkorn ( $\leq 2 \mu\text{m}$ ) soll mindestens 15 Gew.-% betragen ; frei von Grobkies und Steinen ; Kieskorn muss allseitig von bindigem Material umgeben sein; keine Kiesnester; Gewährleistung von Suffosionsbeständigkeit und geringer Rissanfälligkeit, Größtkorn maximal 32 mm	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022- 1 18196	3 x 3 x	3 x 3 x
	Tonmineralien	Tonmineralgehalt $\geq 10$ Gew.-%	Röntgendiffrakto. und -fluoreszenz	–	3 x	3 x
	Plastizitätseigenschaften	TM/TA n. DIN 18196 steif ( $l_c \geq 0,75$ ) bis halbfest ( $l_c \geq 1,0$ )	Zustandsgrenzen	18122	3 x	3 x
	organischer Anteil	$V_{gl} < 10$ Gew.-% frei von Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen	Glühverlust visuell TOC	18128	3 x	3 x
	Wasseraufnahme	–	Enslin/Neff	18132	3 x	3 x
	Verdichtung	$D_{pr} \geq 97$ % und	Proctorversuch Wassergehalt	18127	3 x	3 x
	Wassergehalt	$w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5$ %		18121	3 x	3 x
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s oder gleichwertig ( $i = 30$ , Laborwert)	Durchströmung	18130	3 x	3 x
	Steifemodul	–	Kompressionsversuch	Grundbau-Taschenb.	3 x	3 x
	Scherfestigkeit	–	Scherfestigkeit	18137 T2	3 x	3 x
	Kalkgehalt	$\leq 15$ Gew.-%	–	–	3 x	3 x
	Bodenbeschreibung	Angabe des Herkunftsortes des Materials mit Bodenbeschreibung, mineralisch bindig und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbarkeit des Materials TL, TM, TA	–	–	1 x	1 x
	Chemische Analyse	DepV Anhang 3 Tabelle 1 Spalte 3 sowie Tabelle 2 Spalte 4	–	–	3 x	3 x
	tonmineralische Charakterisierung	gemäß GDA – Empfehlung E 3-3 und BQS 2-0 und 3-1	–	–	–	1 x

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung      FP = Fremdprüfung

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Das Material muss bodenmechanisch lagenweise verdichtet einbaubar sein, die Lagendicken werden auf maximal 25 cm begrenzt.

Die in den BQS vorgegebenen zusätzlichen Untersuchungen zur technischen Barriere sind zu ergänzen und Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

Aufgrund von Materialspezifikationen erforderliche Abweichungen hinsichtlich

- Einbauwassergehalt
- Verdichtungsgrad
- Luftporenanteil
- maximale Korngröße
- Einbaulagendicke

müssen im Einzelfall begründet nachgewiesen werden. Die Genehmigungsbehörde erteilt auf Basis der Stellungnahmen der EP und der FP eine projektspezifische Freigabe für die Ausführung.

Die Materialanforderungen können von den BQS 2-1, 2-2 und 2-3 jeweils Nr. 2 bezüglich Stückigkeit, Fremdbestandteilen, Grobkies, organische Masse und Karbonatgehalt abweichen, wenn die Herstellbarkeit und die geforderte Funktionstüchtigkeit in gleicher Weise erfüllt wird. Die entsprechenden Nachweise sind im Einzelfall im Rahmen der Eignungsuntersuchungen zu erbringen.

## 4.8.2 Versuchsfeld

Das Versuchsfeld ist entsprechend den Vorgaben der DepV und der BQS herzustellen und zu beproben.

Folgende Untersuchungen sind im Rahmen des Versuchsfeldes durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
technische Barriere / mineralisches Dichtungsmaterial	Körnung	gem. Eignungsnachweis	Kornverteilung	18123	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Tonmineralien	Tonmineralgehalt $\geq 10$ M -%	Röntgendiffraktometer	–	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Plastizitätseigenschaften	TM/TA n. DIN 18196 steif ( $lc \geq 0,75$ ) bis halbfest ( $lc \geq 1,0$ )	Zustandsgrenzen	18122	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Organischer Anteil	$V_{gl} < 5$ M -% frei von Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen	Glühverlust visuell TOC	18128	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Karbonatanteil	$\leq 15$ M -%	Scheibler	18129	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Wasseraufnahme	–	Enslin/Neff	18132	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Proctordichte	–	Proctorversuch	18127	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Verdichtung Wassergehalt	$D_{pr} > 95$ % $w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5$ %	ungest. Probe * Wassergehalt	18125 18121	4 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	4 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1.0 \times 10^{-7}$ m/s ( $i=30$ , Laborwert)	Durchströmung	18130	2 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	2 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Steifemodul	–	Kompressionsversuch	Grundbau-Ta-schenb.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	Scherfestigkeit	–	Scherfestigkeit	– **	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.	1 x je Lage + 1 x je Lagenüberg.
	geologische Beschreibung	Gesteins- und Tonmineralbeschreibung, mineralisch, bindig und homogen, Herkunft	visuell	–	laufend	laufend

\*) aus dem unteren Drittel der jeweiligen Lage; ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radiometrischen Sonde im Rasterabstand von 15 x 15 m

\*\*) die Scherfestigkeit ist im dreiaxialen Druckversuch nach DIN 18 137 Teil 2, im einaxialen Druckversuch nach DIN 18 136 oder im Scherversuch (Scherkastenversuch) zu ermitteln.

Folgende Untersuchungen sind am Probefeld im Schurf durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
technische Barriere / mineralisches Dichtungsmaterial	Verdichtung Wassergehalt	$D_{pr} > 95 \%$ $w_{pr} < w < w_{95}$ ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	Dichte (Zylinder) Wassergehalt	18125 18121	2 2	2 2
	Verformungsmodul	–	Lastplatte	18134	1	1
	Homogenität	homogen	Rammsonde	4094	1	1
	Dicke und Ebenheit	$\geq 1,0 \text{ m}$ + 2 cm bezogen auf 4-m-Richtlatte	Vermessung Messlatte	-	2 laufend	2 laufend

Das Versuchsfeld ist nach Durchführung der Beprobung wieder vollständig rückzubauen. Eine Materialwiederverwendung ist in Abstimmung mit der FP generell möglich.

### 4.8.3 Einbauanforderungen

Die mineralische Dichtungsschicht ist entsprechend den Vorgaben der DepV und der BQS 2-0 in einer Gesamtschichtmächtigkeit von mindestens 0,5 m und einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 1,0 \times 10^{-7}$  m/s entsprechend den Vorgaben der DepV herzustellen.

Der Einbau der mineralischen Dichtungsschicht erfolgt entsprechend den Vorgaben der BQS und den auf Basis der in dem Versuchsfeld festgestellten Ergebnissen.

Folgende Einbaukontrollen sind durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
technische Barriere / mineralisches Dichtungsmaterial	Körnung	gem. Eignungsnachweis	Kornverteilung	18123	1 x je Lage bzw. 1 x je Einbautag <sup>1)</sup>	1 x je Lage bzw. 1 x je Einbautag <sup>1)</sup>
	Proctor	–	Proctorversuch	18127	1 x je Lage bzw. 1 x je Einbautag <sup>1)</sup>	1 x je Lage bzw. 1 x je Einbautag <sup>1)</sup>
	Verdichtung Wassergehalt	Dpr > 95 % $w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	ungest. Probe Wassergehalt	18125 18121	je Lage alle 1000 m <sup>2</sup> je Lage alle 1000 m <sup>2</sup> min. an 3 verschiedenen Stellen	je Lage alle 500 m <sup>2</sup> je Lage alle 500 m <sup>2</sup> min. an 3 verschiedenen Stellen
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s (i= 30, Laborwert)	Durchströmung	18130	je Lage alle 1000 m <sup>2</sup>	je Lage alle 1000 m <sup>2</sup>
	Dichtungslagen Höhenlage, Gefälle	Je Lage, Stärke 25 cm (Toleranz + 2,5 cm) eben, Gesamtstärke 100 cm lt. Planvorgaben	Vermessung	–	laufend <sup>2)</sup> ; Gesamtstärke durch Vermessung vor Dichtungseinbau und nach Dichtungseinbau in 20m Raster durch ein externes Vermessungsbüro	laufend <sup>2)</sup> ; Gesamtstärke durch Vermessung vor Dichtungseinbau und nach Dichtungseinbau in 20m Raster durch ein externes Vermessungsbüro
	geologische Beschreibung	bindig, homogen	visuell	–	laufend	laufend

<sup>1)</sup> im Wechsel mit der EP bzw. FP: entspricht dann ca. alle 3500 m<sup>2</sup> und 1 x je Einbautag (Summe EP und FP)

<sup>2)</sup> Peilung beim Einbau

Die Arbeitsanweisungen zum Einbau der mineralischen Dichtungsmaterialien werden nach deren Freigabe durch die FP verbindlich. Eine Kopie ist jeweils der öBÜ und der Bauleitung der bauausführenden Firma zur Beachtung zu übergeben. Die Unterlagen sind nach Materialherkunft geordnet abzulegen, zu dokumentieren und zur ständigen Einsicht auf der Baustelle von dem bauausführenden Unternehmen vorzuhalten. Die Arbeitsanweisung ist mit der Eignungsprüfung der jeweiligen Materialdokumentation beizufügen.



Bei stückigem Material ist darauf zu achten, dass vor dem Einbau unzerkleinerte Bodenstücke auf eine Größe von maximal 32 mm zerkleinert werden.

Fremdstoffe (z.B. Steine, Holz, Wurzeln, sichtbare Pflanzenteile, sonstige organische Substanzen, Fremd- und Störstoffe) sind aus dem Dichtungsmaterial auszusortieren und zu entsorgen.

Die Materialaufbereitung als Verbesserung des Bodenmaterials durch Zugabe von Feinstmaterialien (z.B. Tonmehl, Bentonit, chemische Zusätze) sind zulässig, wenn sicher ausgeschlossen werden kann, dass hierdurch keine nachteiligen Veränderungen der Dichtungseigenschaften entstehen. Die Bodenverbesserungsmaterialien sind zusammen mit dem Dichtungsmaterial im Zwangsmischer zu mischen und aufzubereiten. Der Wassergehalt ist hierbei optimal einzustellen. Alternativ hierzu sind auch andere gleichwertige Mischverfahren zugelassen, wenn die Gleichwertigkeit im Vorfeld von der bauausführenden Firma nachgewiesen wird. Eine Ausnahme hierzu stellen Bentonit und Tonmehl dar, diese können im Mischfeld eingefräst werden.

Die Verdichtung des Dichtungsmaterials hat so zu erfolgen, dass in allen Teilen und in jeder Lage ein Verdichtungsgrad von  $\geq 97\%$   $D_{Pr}$  erreicht wird. Die geforderte Dichtigkeit ist dann erreicht, wenn ein flächenhafter Nachweis erbracht werden kann, dass keiner der gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerte den zulässigen Grenzwert überschreitet.

Die Mindestmenge eines mineralischen Dichtungsmaterials beträgt ca. 250 m<sup>3</sup> entsprechend ca. 500 to. Empfohlen wird eine Mindestmenge von mindestens 2.000 m<sup>3</sup> entsprechend ca. 4.000 to.

Das mineralische Dichtungsmaterial muss vor dem Einbau in einem Fräsfeld so aufbereitet werden, dass die geforderten Qualitätskriterien sicher erreicht werden. Eine werkseitige Aufbereitung ist alternativ hierzu möglich.

Wird an vorhandene mineralische Dichtungslagen im Rahmen der Realisierung der nachfolgenden Bauabschnitte angeschlossen, so ist als vorbereitende Maßnahme entlang der Anschlussbereiche der Rand der bestehenden Dichtungslagen lagenweise abzutreten. Die Abtreppung erfolgt mit einer mindestens der 2 – fachen Einbaudicke entsprechenden Stufenbreite unter Berücksichtigung einer Lagendicke von jeweils ca. 25 cm. Im Hinblick auf den hindernisfreien Einbau der mineralischen Dichtungslagen sind auch die oberhalb der vorhandenen mineralischen Dichtungslagen vorhandenen Komponenten des Dichtungssystems und ggf. Deponat bis mindestens 1,5 m hinter dem Ausbauende der obersten Abtreppungsstufe rückzubauen.

Der mit der Abtreppung versehende Rand der mineralischen Dichtungslage ist bis zum Einbau der jeweils neu herzustellenden Dichtungslagen vor nachteiligen Witterungseinflüssen zu schützen. Werden Bereiche durch Witterungseinflüsse geschädigt, müssen diese rückgebaut und erneut mit einer Abtreppung hergestellt werden. Versätze im Anschlussbereich sind so herzustellen, dass bautechnisch ohne Qualitätsverluste hieran angeschlossen werden kann.

Bezüglich der einzelnen Baufelder innerhalb eines Bauabschnittes ist analog zu zuvor Beschriebenem zu verfahren.

Der anschließende Einbau der mineralischen Dichtung erfolgt im Basisbereich in horizontalen Lagen und in den Böschungsbereichen in horizontalen Lagen (Dammbauweise) oder mittels hangparallelem Einbau. Bei dem hangparallelen Einbau ist vor Einbau beginn durch die EP und FP zu prüfen, ob die für den Einsatz vorgesehenen Geräte die damit verbundenen Böschungslängen zulassen oder ob gegebenenfalls Halte – Zug – Einrichtungen erforderlich sind. Die bauausführende Firma hat die entsprechenden Einrichtungen in jedem Fall beim Einbau im Böschungsbereich vorzuhalten.

Der Einbau des mineralischen Dichtungsmaterials im Basisbereich erfolgt planmäßig in horizontalen Lagen von 2 Einzellagen mit einer jeweiligen Lagendicke von  $\geq 25$  cm im verdichteten Zustand. Die maximale Einbaustärke beträgt je Lage  $\leq 30$  cm nach Verdichtung.

Bei der Dammbauweise wird die Dicke der einzelnen Einbaulagen auf  $\leq 30$  cm nach Verdichtung begrenzt. Bei dem Aufbringen der einzelnen Lamellen sind durch den Einsatz einer Schaffußwalze eine ausreichende Verzahnung und ein ausreichender Verbund der einzelnen Lamellen sicherzustellen. Die Verzahnung muss zwischen 5 cm und 10 cm betragen. Die Belastung der einzelnen Arbeitsebenen durch baubedingte Verkehrslasten ist auf  $16,7 \text{ kN/m}^2$  entsprechend SLW 30 als Ersatzlast zu begrenzen.

Die Oberfläche der in Dammbauweise hergestellten technischen Barriere ist abschnittsweise auf das Sollmaß von mindestens 0,5 m abziehen und bis auf ein Maß von  $\pm 2,5$  cm bezogen auf eine Länge von 4 m zu glätten. Die Oberfläche der technischen Barriere ist dabei so herzustellen, dass ein geschlossenes Bodengefüge ohne Eindrücken von Baufahrzeugen und Baugeräten und frei von Makroporen hinterlassen wird.

Die Oberfläche der unteren Lage erhält durch den Einsatz einer Schaffußwalze eine raue Oberfläche, sodass der erforderliche Verbund zwischen den einzelnen Lagen gewährleistet wird. Die Verdichtung der obersten Lage erfolgt ebenfalls mit einer Schaffußwalze und im letzten Übergang mit einer Glattmantelwalze. Bei Bedarf ist die obere Lage zum Beseitigen der Stolleneindrücke der Schaffußwalze abziehen, das Sollprofil darf hierbei nicht unterschritten werden, sodass überhöht eingebaut werden muss. Die Anzahl der Übergänge wird im Versuchsfeld festgelegt. Die Vorgehensweise der Oberflächenglättung ist im Rahmen des Versuchsfeldbaus zu optimieren und abschließend festzulegen.

Die Gesamtdicke der technischen Barriere beträgt mindestens 0,50 m, jeweils senkrecht zur Neigung der Einbaulage gemessen. Die Einhaltung der Lagenstärken ist laufend zu prüfen. Eventuelle Mehr- oder Minderdicken sollen beim Einbau der jeweils nachfolgenden Lage ausgeglichen werden.

Die Ebenheit der Dichtungsoberfläche ist auf  $\pm 2,5$  cm bezogen auf 4 m Länge herzustellen. Die Oberfläche ist in jedem Fall dabei so herzustellen, dass keine Eindrücke von Baugeräten (Schaffußwalze oder Fahrzeugketten) und keine Makroporen vorhanden sind.

Die fertig gestellten Dichtungsabschnitte müssen unmittelbar überbaut werden, um sich negativ auswirkende Witterungseinflüsse auf die Dichtungsschicht ausschließen zu können.

Fertiggestellte Lagen bzw. Bereiche sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ist ein unmittelbarer Einbau der folgenden Schichten der Basisabdichtung nach der Fertigstellung eines Abschnittes der mineralischen Dichtung nicht möglich, ist der Witterungsschutz für die technische Barriere mit der FP abzustimmen. Eine ausreichende Entwässerung der Oberflächen ist sicherzustellen. Schrumpfrisse sind durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

Die Herstellung der technischen Barriere ist einzustellen, wenn aufgrund der Witterung (z.B. ergiebige Regenfälle, Frost) die geforderten Kennwerte (Wassergehalt, Verdichtungsgrad, Durchlässigkeitsbeiwert) nicht eingehalten werden können. Bei starker Sonneneinstrahlung ist der geforderte Einbauwassergehalt durch Bewässerung sicherzustellen. In diesem Fall ist das Material mittels Hochleistungsfräsen zu homogenisieren.

Die Oberfläche jeder fertiggestellten Einbaulage der technischen Barriere ist vor Witterungseinflüssen zu schützen. Eine ausreichende Entwässerung der Oberfläche ist sicherzustellen. Austrocknungen, Schrumpfrisse bzw. Erosionen sind durch technische Maßnahmen zu vermeiden.

Gefrorenes Bodenmaterial darf grundsätzlich nicht verwendet werden.

## **4.9 Mineralische Abdichtung (Option)**

### **4.9.1 Eignungsuntersuchungen**

Die Vorgaben der DepV sollen zukünftig geändert werden. Dieses betrifft insbesondere die Anforderungen an die Ausführung des Basisabdichtungssystems für Deponien der Klasse DK 0. Hiernach soll zusätzlich zu der geologischen bzw. technischen Barriere noch eine mineralische Dichtungsschicht vorgesehen werden.

Diese mögliche gesetzliche Änderung wird in dem QMP bereits so aufgenommen und stellt derzeit nur eine mögliche Option für die spätere Ausführung dar.

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Die Vorgaben der BQS 2-0 und 2-1 bezüglich Anforderungen und Qualität sind für die herzustellende mineralischen Dichtung verbindlich einzuhalten.

Entsprechend der BQS 2-0 ist das Schadstoffrückhaltevermögen des einzusetzenden Bodenmaterials im Zusammenwirken der unter- und überlagernden Bodenschichten zu bewerten.

Für die Herstellung der mineralischen Dichtungsschichten sind natürliche mineralische Baustoffe einzusetzen. Die zu verwendenden mineralischen Baustoffe müssen

- bei ihrer Gewinnung einer Qualitätsüberwachung unterliegen
- sich durch die Angabe geeigneter Merkmale eindeutig kennzeichnen lassen
- in ihren zulässigen Bandbreiten der Material- und Einbauparameter so festgelegt sein, dass diese sich bodenmechanisch und hydraulisch gleichartig verhalten

und darüber hinaus die grundsätzlichen Mindestanforderungen der BQS 2-1 Kap. 1 erfüllen mit

- Kornabstufung muss die Austragung von Feinstbestandteilen verhindern (Suffisionsbeständigkeit)
- Begrenzung der organischen Substanz und Karbonatgehalt, Fremdstoffe dürfen nicht enthalten sein
- ausreichender plastischer Verformung ohne Einschränkung der Funktionsfähigkeit im eingebauten Zustand
- Homogenität und gleichmäßigem Wassergehalt

Mit der Eignungsuntersuchung ist durch den AN und die EP eine Bewertung des einzusetzenden Bodenmaterials hinsichtlich folgender Kriterien durchzuführen und als Bericht spätestens 14 Tage vor dem beabsichtigten Einbautermin der FP vorzulegen (siehe BQS 2-0 Tabelle 1):

Kriterium / Einwirkung	Leistungsfähigkeit	Nachweise
Dicke	Mindestens 50 cm	QMP
Kornverteilung	Anteil an Feinstkorn (Ton $\leq 2 \mu\text{m}$ ) soll mind. 20 Gew.-% und muss in allen Kontrollproben $\geq 15,0$ Gew.-% betragen	
Dichtigkeit	Durchlässigkeit $k \leq 5,0 \times 10^{-10}$ m/s	QMP
mechanische Widerstandsfähigkeit	dauerhaft standsicher bei Neigungen bis 1 : 2,5  hydraulisch widerstandsfähig (Erosions- und Suffosionsbeständigkeit)	statische Berechnung und Scherkastenversuch  Körnungslinien
Beständigkeit	Langzeitbeständigkeit von mindestens 100 Jahren  Dauerbeständigkeit der standsicherheitsbeeinflussenden Komponenten	gemäß GDA – Empfehlungen  gemäß GDA - Empfehlungen
Herstellbarkeit	unter Baustellenbedingungen sicher erbringbar und reproduzierbar	Probefeld
sonstige Kriterien (siehe BQS 2-0)	systemverträglich  Frostsicherheit bis zur ausreichenden Überschüttung  umweltverträglich	Probefeld / Scherversuche  Frost- / Tauwechsel und Schutzmaßnahmen  Einhaltung rechtlicher Vorgaben

Entsprechend des derzeitigen Entwurfes der zukünftig gültigen DepV soll die Qualität des einzusetzen- den Materials die Schichtmächtigkeit von mindestens 25 cm einhalten.

Die Schichtmächtigkeit muss außerdem das erforderliche Schadstoffrückhaltevermögen gewährleisten. Die tatsächliche Festlegung der Schichtdicke erfolgt nach den vorgenannten Kriterien Durchlässigkeit und Schadstoffrückhaltevermögen.

Die Untersuchungen und Bewertungen sind im Vorfeld auf Basis der Eignungsuntersuchung der EP durch die FP durchzuführen und zu dokumentieren. Die Festlegung liegt im Verantwortungsbereich der FP.

Alle Eignungsuntersuchungen sind von anerkannten geotechnischen Büros durchzuführen. Die Untersuchungen sind an einer ausreichenden Anzahl von repräsentativen Proben von mindestens 3 Stück durchzuführen. Für jedes für die Anlieferung und den Einbau vorgesehene Material ist jeweils eine gesonderte Eignungsprüfung als auch ein Versuchsfeldbau erforderlich. Die für einen Bauabschnitt erforderliche Kubatur an Dichtungsmaterial ist mindestens 2 Wochen vor Ausführungsbeginn des jeweiligen Bauabschnitts durch die bauausführende Firma nachzuweisen. Bei der Menge ist ein Materialmehrer- brauch von mindestens 20 % für Umschlagverluste und größere Einbaudicken zu berücksichtigen.

Spätestens 3 Wochen vor Einbaubeginn des mineralischen Materials ist vom AN eine komplette Eignungsprüfung mindestens 3 – fach vorzulegen. Der FP ist parallel hierzu eine repräsentative Probe zu übergeben. Dem Antrag auf Zulassung des Materials sind durch die EP Protokolle über die Entnahme der Proben sowie die Prüfprotokolle des Labors mit Stempel und Unterschrift vorzulegen.

Wird die Prüfung der vorgelegten Unterlagen und die übergebenen Bodenproben nach einer ersten Beurteilung durch die FP die Eignung erwarten lassen, nimmt die FP eigene Bodenproben aus der Lager- stätte, um die Kontrollen zu den Eignungsprüfungen vorzunehmen. Ergeben sich aus der Erstbeurtei- lung durch die FP begründete Zweifel an der Eignung des Materials, sind durch die bauausführende Firma in Abstimmung mit der FP entsprechende Untersuchungen zur Klärung dieses Sachverhaltes vor- zunehmen.

Nach der Freigabe des Materials zur Anlieferung sind die zuvor aufgeführten Parameter in dem festgelegten Umfang anlieferungsbegleitend regelmäßig zu prüfen und zu dokumentieren.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralische Dichtungsschicht	Körnung	Anteil an Feinstkorn (Ton $\leq 2 \mu\text{m}$ ) soll mind. 20 Gew.-% und muss in allen Kontrollproben $\geq 15,0$ Gew.-% betragen frei von Grobkies und Steinen ; Kieskorn muss allseitig von bindigem Material umgeben sein; keine Kiesnester; Gewährleistung von Suffosionsbeständigkeit und geringer Rissanfälligkeit, Größtkorn maximal 32 mm	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022- 1 18196	3 x 3 x	3 x 3 x
	Plastizitätseigenschaften	TM/TA n. DIN 18196 steif ( $l_c \geq 0,75$ ) bis halbfest ( $l_c \geq 1,0$ )	Zustandsgrenzen	18122	3 x	3 x
	organischer Anteil	$V_{gl} < 1$ Masse-% frei von Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen	Glühverlust TOC	18128	3 x	3 x
	Wasseraufnahme	–	Enslin/Neff	18132	3 x	3 x
	Verdichtung Wassergehalt	$D_{pr} \geq 97 \%$ und $w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	Proctorversuch Wassergehalt	18127 18121	3 x 3 x	3 x 3 x
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ oder gleichwertig ( $i = 30$ , Laborwert)	Durchströmung	18130	3 x	3 x
	Scherfestigkeit	–	Scherfestigkeit	18137 T2	1 x	-
	Kalkgehalt	$\leq 15$ Gew.-%	–	–	3 x	3 x
	Bodenbeschreibung	Angabe des Herkunftsortes des Materials mit Bodenbeschreibung, mineralisch bindig und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbarkeit des Materials TL, TM, TA	–	–	1 x	-
	Chemische Analyse	DepV Anhang 3 Tabelle 1 Spalte 5 sowie Tabelle 2 Spalte 5	-	-	1 x	-
	tonmineralische Charakterisierung	gemäß GDA – Empfehlung E 3-3 und BQS 2-0 und 3-1	–	–	1 x	-
	Tonmineralien	Tonmineralgehalt $\geq 10$ Gew.-%	Röntgendiffrakto. und -fluoreszenz	–	1 x	-

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Das Material muss bodenmechanisch lagenweise verdichtet einbaubar sein, die Lagendicken werden auf maximal 25 cm begrenzt.

Die in den BQS vorgegebenen zusätzlichen Untersuchungen zur technischen Barriere sind zu ergänzen und Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

Aufgrund von Materialspezifikationen erforderliche Abweichungen hinsichtlich

- Einbauwassergehalt
- Verdichtungsgrad
- Luftporenanteil
- maximale Korngröße
- Einbaulagendicke

müssen im Einzelfall begründet nachgewiesen werden. Die Genehmigungsbehörde erteilt auf Basis der Stellungnahmen der EP und der FP eine projektspezifische Freigabe für die Ausführung.

Die Materialanforderungen können von den BQS 2-1, 2-2 und 2-3 jeweils Nr. 2 bezüglich Stückigkeit, Fremdbestandteilen, Grobkies, organische Masse und Karbonatgehalt abweichen, wenn die Herstellbarkeit und die geforderte Funktionstüchtigkeit in gleicher Weise erfüllt wird. Die entsprechenden Nachweise sind im Einzelfall im Rahmen der Eignungsuntersuchungen zu erbringen.

## 4.9.2 Versuchsfeld

Das Versuchsfeld ist entsprechend den Vorgaben der DepV und der BQS herzustellen und zu beproben.

Folgende Untersuchungen sind im Rahmen des Versuchsfeldes durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralische Dichtungsschicht	Körnung	Anteil an Feinstkorn (Ton $\leq 2 \mu\text{m}$ ) soll mind. 20 Gew.-% und muss in allen Kontrollproben $\geq 15,0$ Gew.-% betragen	Kornverteilung	18123	1 x je Lage	1 x je Lage
	Plastizitätseigenschaften	TM/TA n. DIN 18196 steif ( $lc \geq 0,75$ ) bis halbfest ( $lc \geq 1,0$ )	Zustandsgrenzen	18122	1 x je Lage	1 x je Lage
	Organischer Anteil	$V_{gl} < 1$ Masse -% frei von Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen	Glühverlust TOC	18128	1 x je Lage	1 x je Lage
	Karbonatanteil	$\leq 15$ M -%	Scheibler	18129	1 x je Lage	1 x je Lage
	Wasseraufnahme	–	Enslin/Neff	18132	1 x je Lage	1 x je Lage
	Proctordichte	–	Proctorversuch	18127	1 x je Lage	1 x je Lage
	Verdichtung Wassergehalt	$D_{pr} > 97 \%$ $w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	ungest. Probe * Wassergehalt	18125 18121	4 x je Lage.	4 x je Lage
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ ( $i=30$ , Laborwert)	Durchströmung	18130	2 x je Lage	2 x je Lage
	geologische Beschreibung	Gesteins- und Tonmineralbeschreibung, mineralisch, bindig und homogen, Herkunft	visuell	–	laufend	laufend

\*) aus dem unteren Drittel der jeweiligen Lage; ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radiometrischen Sonde im Rasterabstand von 15 x 15 m

Folgende Untersuchungen sind am Probefeld im Schurf durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
	Homogenität	homogen	visuell		laufend	laufend
	Dicke und Ebenheit	$\geq 0,25 \text{ m}$ $\pm 2 \text{ cm}$ bezogen auf 4-m-Richtlatte	Vermessung Messlatte	-	laufend	laufend

### 4.9.3 Einbauanforderungen

Die mineralische Dichtungsschicht ist entsprechend den Vorgaben der DepV und der BQS 2-0 in einer Gesamtschichtmächtigkeit von mindestens 0,5 m und einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 5,0 \times 10^{-10} \text{ m/s}$  entsprechend den Vorgaben der DepV herzustellen.

Der Einbau der mineralischen Dichtungsschicht erfolgt entsprechend den Vorgaben der BQS und den auf Basis der in dem Versuchsfeld festgestellten Ergebnissen.

Folgende Einbaukontrollen sind durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralische Dichtungsschicht	Körnung	gem. Eignungsnachweis	Kornverteilung	18123	alle 1000 m <sup>2</sup>	alle 1000 m <sup>2</sup>
	Proctor	–	Proctorversuch	18127	alle 1000 m <sup>2</sup>	alle 1000 m <sup>2</sup>
	Verdichtung Wassergehalt	Dpr > 97 % $w_{pr} < w < w_{95}$ ; ansonsten Luftporengehalt $n_a \leq 5 \%$	ungest. Probe Wassergehalt	18125 18121	je Lage alle 1000 m <sup>2</sup>	je Lage alle 1000 m <sup>2</sup>
	Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f \leq 1,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ (i= 30, Laborwert)	Durchströmung	18130	alle 1000 m <sup>2</sup>	alle 1000 m <sup>2</sup>
	Dichtungslagen Höhenlage, Gefälle	Je Lage, Stärke 25 cm (Toleranz +/- 2,5 cm) eben, Gesamtstärke 25 cm lt. Planvorgaben	Vermessung	–	Laufend <sup>1)</sup> ; Gesamtstärke durch Vermessung vor Dichtungseinbau und nach Dichtungseinbau in 20m Raster durch Vermesser	Kontrolle
	geologische Beschreibung	bindig, homogen	visuell	–	laufend	laufend

<sup>1)</sup> Peilung beim Einbau



Die Arbeitsanweisungen zum Einbau der mineralischen Dichtungsmaterialien werden nach deren Freigabe durch die FP verbindlich. Eine Kopie ist jeweils der öBÜ und der Bauleitung der bauausführenden Firma zur Beachtung zu übergeben. Die Unterlagen sind nach Materialherkunft geordnet abzulegen, zu dokumentieren und zur ständigen Einsicht auf der Baustelle von dem bauausführenden Unternehmen vorzuhalten. Die Arbeitsanweisung ist mit der Eignungsprüfung der jeweiligen Materialdokumentation beizufügen.

Bei stückigem Material ist darauf zu achten, dass vor dem Einbau unzerkleinerte Bodenstücke auf eine Größe von maximal 32 mm zerkleinert werden.

Fremdstoffe (z.B. Steine, Holz, Wurzeln, sichtbare Pflanzenteile, sonstige organische Substanzen, Fremd- und Störstoffe) sind aus dem Dichtungsmaterial auszusortieren und zu entsorgen.

Die Materialaufbereitung als Verbesserung des Bodenmaterials durch Zugabe von Feinstmaterialien (z.B. Tonmehl, Bentonit, chemische Zusätze) sind zulässig, wenn sicher ausgeschlossen werden kann, dass hierdurch keine nachteiligen Veränderungen der Dichtungseigenschaften entstehen. Die Bodenverbesserungsmaterialien sind zusammen mit dem Dichtungsmaterial im Zwangsmischer zu mischen und aufzubereiten. Der Wassergehalt ist hierbei optimal einzustellen. Alternativ hierzu sind auch andere gleichwertige Mischverfahren zugelassen, wenn die Gleichwertigkeit im Vorfeld von der bauausführenden Firma nachgewiesen wird. Eine Ausnahme hierzu stellen Bentonit und Tonmehl dar, diese können im Mischfeld eingefräst werden.

Die Verdichtung des Dichtungsmaterials hat so zu erfolgen, dass in allen Teilen und in jeder Lage ein Verdichtungsgrad von  $\geq 97\% D_{Pr}$  erreicht wird. Die geforderte Dichtigkeit ist dann erreicht, wenn ein flächenhafter Nachweis erbracht werden kann, dass keiner der gemessenen Durchlässigkeitsbeiwerte den zulässigen Grenzwert überschreitet.

Die Mindestmenge eines mineralischen Dichtungsmaterials beträgt ca. 250 m<sup>3</sup> entsprechend ca. 500 to. Empfohlen wird eine Mindestmenge von mindestens 2.000 m<sup>3</sup> entsprechend ca. 4.000 to.

Wird an vorhandene mineralische Dichtungslagen im Rahmen der Realisierung der nachfolgenden Bauabschnitte angeschlossen, so ist als vorbereitende Maßnahme entlang der Anschlussbereiche der Rand der bestehenden Dichtungslagen lagenweise abzutreten. Die Abtreppung erfolgt mit einer mindestens der 2 – fachen Einbaudicke entsprechenden Stufenbreite unter Berücksichtigung einer Lagendicke von jeweils ca. 25 cm. Im Hinblick auf den hindernisfreien Einbau der mineralischen Dichtungslagen sind auch die oberhalb der vorhandenen mineralischen Dichtungslagen vorhandenen Komponenten des Dichtungssystems und ggf. Deponat bis mindestens 1,5 m hinter dem Ausbauende der obersten Abtreppungsstufe rückzubauen.

Der mit der Abtreppung versehene Rand der mineralischen Dichtungslage ist bis zum Einbau der jeweils neu herzustellenden Dichtungslagen vor nachteiligen Witterungseinflüssen zu schützen. Werden Bereiche durch Witterungseinflüsse geschädigt, müssen diese rückgebaut und erneut mit einer Abtreppung hergestellt werden. Versätze im Anschlussbereich sind so herzustellen, dass bautechnisch ohne Qualitätsverluste hieran angeschlossen werden kann.

Bezüglich der einzelnen Baufelder innerhalb eines Bauabschnittes ist analog zu zuvor Beschriebenem zu verfahren.

Der anschließende Einbau der mineralischen Dichtung erfolgt im Basisbereich in horizontalen Lagen und in den Böschungsbereichen in horizontalen Lagen (Dammbauweise) oder mittels hangparallelem Einbau. Beim Einbau in horizontalen Lagen ist die Mindestdicke entsprechend der Böschungsneigung zu verstärken. Der unzureichend verdichtete Randbereich ist vor dem Verlegen der Kunststoffdichtungs-

bahn abzuschieben. Bei dem hangparallelen Einbau ist vor Einbau Beginn durch die EP und FP zu prüfen, ob die für den Einsatz vorgesehenen Geräte die damit verbundenen Böschungslängen zulassen oder ob gegebenenfalls Halte – Zug – Einrichtungen erforderlich sind. Die bauausführende Firma hat die entsprechenden Einrichtungen in jedem Fall beim Einbau im Böschungsbereich vorzuhalten.

Der Einbau des mineralischen Dichtungsmaterials im Basisbereich erfolgt planmäßig in horizontalen Lagen von einer Einzellage mit einer Lagendicke von  $\geq 25$  cm im verdichteten Zustand.

Die Oberfläche der unteren Lage der technischen Barriere erhält durch den Einsatz einer Schaffußwalze eine raue Oberfläche, sodass der erforderliche Verbund zwischen den einzelnen Lagen gewährleistet wird. Die Verdichtung der mineralischen Dichtungslage erfolgt ebenfalls mit einer Schaffußwalze und im letzten Übergang mit einer Glattmantelwalze. Bei Bedarf ist die obere Lage zum Beseitigen der Stolleneindrücke der Schaffußwalze abzuziehen, das Sollprofil darf hierbei nicht unterschritten werden, sodass überhöht eingebaut werden muss. Die Anzahl der Übergänge wird im Versuchsfeld festgelegt. Die Vorgehensweise der Oberflächenglättung ist im Rahmen des Versuchsfeldbaus zu optimieren und abschließend festzulegen.

Die Gesamtdicke der mineralischen Dichtung beträgt mindestens 0,25 m, jeweils senkrecht zur Neigung der Einbaulage gemessen. Die Einhaltung der Lagenstärken ist laufend zu prüfen. Eventuelle Mehr- oder Minderdicken sollen beim Einbau der jeweils nachfolgenden Lage ausgeglichen werden.

Die Ebenheit der Dichtungsoberfläche ist auf  $\pm 2,5$  cm bezogen auf 4 m Länge herzustellen. Die Oberfläche ist in jedem Fall dabei so herzustellen, dass keine Eindrücke von Baugeräten (Schaffußwalze oder Fahrzeugketten) und keine Makroporen vorhanden sind.

Die fertig gestellten Dichtungsabschnitte müssen unmittelbar überbaut werden, um sich negativ auswirkende Witterungseinflüsse auf die Dichtungsschicht ausschließen zu können.

Fertiggestellte Lagen bzw. Bereiche sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Ist ein unmittelbarer Einbau der folgenden Schichten der Basisabdichtung nach der Fertigstellung eines Abschnittes der mineralischen Dichtung nicht möglich, ist der Witterungsschutz für die technische Barriere mit der FP abzustimmen. Eine ausreichende Entwässerung der Oberflächen ist sicherzustellen. Schrumpfrisse sind durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

Die Herstellung der technischen Barriere ist einzustellen, wenn aufgrund der Witterung (z.B. ergiebige Regenfälle, Frost) die geforderten Kennwerte (Wassergehalt, Verdichtungsgrad, Durchlässigkeitsbeiwert) nicht eingehalten werden können. Bei starker Sonneneinstrahlung ist der geforderte Einbauwassergehalt durch Bewässerung sicherzustellen. In diesem Fall ist das Material mittels Hochleistungsfräsen zu homogenisieren.

Die Oberfläche jeder fertiggestellten Einbaulage der mineralischen Dichtungsschicht ist vor Witterungseinflüssen zu schützen. Eine ausreichende Entwässerung der Oberfläche ist sicherzustellen. Austrocknungen, Schrumpfrisse bzw. Erosionen sind durch technische Maßnahmen zu vermeiden.

Gefrorenes Bodenmaterial darf grundsätzlich nicht verwendet werden.

## 4.10 Mineralische Bettungsschicht im Rohrbereich

### 4.10.1 Eignungsuntersuchungen

Im Bereich der Sickerwasserleitungen ist die mineralische Schutzschicht durch die mineralische Bettungsschicht zu ersetzen. Die Breite der Schicht ist in den Planunterlagen als Mindestmaß vorgegeben und hat eine Mächtigkeit von mindestens 15 cm. Das Rohraufleger ist entsprechend des einzubauenden Rohres auszuformen, unterhalb der Rohrsohle muss das Auflager noch mindestens 10 cm Mächtigkeit aufweisen.

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Hinsichtlich der Körnungsabstufung ist ein mineralisches Material mit einer Körnung 2 / 8 mm oder gleichwertig zu verwenden. Bei Verwendung einer 0 – Körnung ist zusätzlich eine geotextile Trennlage zwischen dem Bettungsmaterial und dem Rigolenmaterial einzubauen. Es ist Brechkorn in der vorgegebenen Körnung zu verwenden.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralische Bettungsschicht	Körnung	Brechkorn	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022-1 18196	1 x 1 x	1 x 1 x
	organische Bestandteile	keine, $V_{gl} < 5 \%$	Glühverlust	18128	3 x	3 x
	Kalkgehalt	$\leq 20$ Gew.-%			3 x	3 x
	Wassergehalt	abhängig von der Bodenart		18121-1	3 x	3 x
	Scherfestigkeit	gemäß Standsicherheitsnachweis		18137	3 x	3 x
	bodenfremde Bestandteile	mineralisch $\leq 5$ Masse-%, nicht mineralisch $\leq 1$ Masse-%	visuell	-	3 x	3 x
	chemische Analyse	DepV Anhang 3 Tabelle 1 Spalte 3 und Tabelle 2 Spalte 5		DepV	3 x	3 x
	Bodenbeschreibung	Angabe des Herkunftsortes des Materials mit Bodenbeschreibung, mineralisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbarkeit des Materials	–	–	1 x	1 x

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Seitens der BÜ sind die Untersuchungen in dem Umfang analog zum Untersuchungsumfang der FP durchzuführen.

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Das Material muss bodenmechanisch verdichtet einbaubar sein, der Einbau erfolgt in einer Lage mit Ausformung des Rohraufagers entsprechend den statischen Vorgaben.

Beim Einbau der mineralischen Schutzlage aus Deponieersatzbaustoffen sind die Vorgaben der DepV Teil 3 bindend und vom Fremdprüfer im Rahmen der Eignungsuntersuchungen und bei der Realisierung zu überwachen. Die Probenahme der Inhaltsstoffe ist nach DepV Anhang 4 durchzuführen.

Die Filterstabilität gegenüber den angrenzenden Bodenmaterialien wird durch das aufzulegende Trennvlies gewährleistet.

Für das eingesetzte mineralische Material ist der Nachweis der Langzeitbeständigkeit und die mechanische Beständigkeit im Rahmen der Eignungsuntersuchungen durch die EP nachzuweisen.

Die in der BAM – Zulassung für die KDB vorgegebene Spezifikationen sind bindend.

#### 4.10.2 Versuchsfeld

Ein Versuchsfeldbau ist für das einzusetzende mineralische Rohrbettungsmaterial nicht erforderlich.

#### 4.10.3 Einbauanforderungen

Folgende Kontrollen sind im Rahmen des Einbaus durchzuführen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollver- such	DIN	Beprobungsum- fang	
					EP	FP
mineralische Bettungs- schicht	Körnung	Kleinstkorn und Größtkorn werden vor Baubeginn festgelegt	Kornverteilung	18123	50 m	50 m
	Einzellagen	Stärke mind. 0,15 m	Aufgrabung	–	lau- fend <sup>1)</sup> + Aufgra- bung	lau- fend <sup>1)</sup> + Aufgra- bung alle
	Ebenheit	entsprechend Planvorgaben Ebenheit +/- 2 cm auf 5 m Rohraufleger	Vermessung	–	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

<sup>1)</sup> durch Peilung

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Seitens der BÜ sind die Untersuchungen in dem Umfang analog zum Untersuchungsumfang der FP durchzuführen.

Die mineralische Rohrbettungslage ist in einer Lage in der vorgegebenen Sollstärke von mindestens 15 cm einzubauen.

Das Planum ist statisch zu verdichten. Die Verdichtung erfolgt mit einem Übergang nach Möglichkeit in der Falllinie. Die Geräteauswahl wird im Versuchsfeld festgelegt und muss einen einwandfreien Einbau

bei den projektspezifischen Rahmenbedingungen ermöglichen. Die Geräteauswahl muss folgende Qualitäten beim Einbau der mineralischen Schutzschicht gewährleisten:

- kein Verdrücken des mineralischen Materials bei der statischen Verdichtung, das Betriebsgewicht ist entsprechend anzupassen
- durch Anfahr- und Bremswirkungen des Einbau- und Verdichtungsgerätes darf die Schichtmächtigkeit und die Oberfläche der mineralischen Schutzlage nicht negativ beeinträchtigt werden. Insbesondere in Böschungsbereichen ist auf diese Beeinträchtigung zu achten, bei Bedarf sind Nacharbeiten in Abstimmung mit der FP durchzuführen.

Die mineralische Rohrbettungslage ist im Bereich der Sickerwasserleitungen anstatt der mineralischen Schutzlage aufzubringen und muss einen vollflächigen Schutz der Kunststoffdichtungsbahn gegenüber den auflagernden Schichten und die statischen Vorgaben an die Rohrbettung der Sickerwasserleitungen gewährleisten. Randanschlüsse und Aufkantungen sind entsprechend den Planvorgaben auszuführen, eine Reduzierung der Schichtdicke ist nicht zulässig.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle. Das Prüfraster für die Vermessung beträgt mindestens 15 m Trassenlänge und Ausbauenden.

Zusätzlich sind mindestens alle 500 m<sup>2</sup> Aufgrabungen zur Feststellung der geforderten Schichtmächtigkeit durchzuführen. Die Aufgrabungen sind nach Durchführung der Messungen wieder ordnungsgemäß zu verschließen und an der Oberfläche zu verdichten. An das angrenzende Planum erfolgt ein höhen gleicher Anschluss.

## **4.11 Mineralisches Dränagematerial**

### **4.11.1 Eignungsuntersuchungen**

Das mineralische Dränagematerial wird flächig oberhalb der mineralischen Schutzschicht eingebaut. Im Bereich der Sickerwasserdränagen wird die Entwässerungsschicht als Rigole entsprechend den Vorgaben der Ausführungsplanung ausgeführt.

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Die Vorgaben und Anforderungen der BQS 3–1 und BQS 3 – 2 sind grundsätzlich einzuhalten.

Die generelle Eignung für ein den Anforderungen der DepV und den BQS entsprechendes dauerhaftes Bauwerk sind zu erbringen für die Komponenten:

- mineralische Dränageschicht als Bestandteil des Basisabdichtungssystems zur Fassung und Ableitung des Sickerwassers
- mineralische Dränageschicht als Bestandteil des Böschungsabdichtungssystems zur Fassung und Ableitung des Sickerwassers
- Rigolenkörper im Bereich der Sickerwasserdränageröhre

Folgende Materialspezifikationen werden gefordert:

- Körnung nach TL Gestein – StB 04 entsprechend der planungsgemäßen Vorgaben der Körnungsabstufungen für die spezifischen Einsatzbereiche
- zulässiger Überkornanteil beträgt  $\leq 10$  Gew.-%, dass maximal zulässige Größtkorn wird auf den jeweils nächstgrößeren Siebdurchgang beschränkt
- zulässiger Unterkornanteil  $\leq 15$  Gew.-%
- zulässiger Sandanteil der Fraktion  $\leq 2$  mm darf vor dem Einbau  $\leq 1$  Gew.-% und nach dem Einbau  $\leq 2$  Gew.-% betragen (in Abstimmung mit der FP sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Feinkornanteil der Fraktion  $\leq 0,063$  mm darf vor dem Einbau  $\leq 0,5$  Gew.-% (GDA E3-12) und nach dem Einbau  $\leq 1$  Gew.-% betragen (in Abstimmung mit der FP und BÜ sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Anteil an ungünstig geformten Körnern mit  $l / d \geq 3$  nach DIN EN 933-4  $\leq 20$  Gew.-%
- Kornform – Kennzahl nach TL Gestein – StB 04  $\leq 20$  (Kategorie SI<sub>20</sub>)
- fein verteilte organische Substanz  $\leq 1$  %
- Kalkgehalt  $\text{CaCO}_3$  muss  $\leq 20$  Masse-% betragen, der Kalkgehalt wird mit der regionalen Verfügbarkeit von geeigneten mineralischen Materialien begründet.
- die chemische Beständigkeit (Langzeitbeständigkeit) gegenüber den zu erwartenden chemischen Beanspruchungen, die aus den angrenzenden Materialien resultieren, ist nachzuweisen. Das mit Sickerwasser in Berührung kommende mineralische Dränagematerial muss gegenüber dem Medium Deponiesickerwasser dauerhaft beständig sein. Alle übrigen mineralischen Dränagematerialien müssen gegenüber Niederschlagswasser ausreichend und dauerhaft beständig sein.
- das mineralische Dränagematerial, das mittelfristig oder dauerhaft der Witterung ausgesetzt ist, muss dauerhaft frost- und witterungsbeständig sein. Für Materialien, die ausschließlich während der Bauphase der Witterung ausgesetzt sind, kann dieser Nachweis entfallen.
- das mineralische Dränagematerial, dass im Rahmen des Einbaus befahren werden muss oder auf denen eine Auflast wirkt, muss eine dauerhafte Kornstabilität aufweisen. Insbesondere durch Schüttvorgänge und Befahrungen wird ausschließlich eine Kornzertrümmerung toleriert, die die vorgenannten Anforderungen hinsichtlich der Körnung und des Über- und Unterkornes dauerhaft einhält. Die mechanische Beständigkeit muss gegenüber den zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen aus Einbau und späterer Auflast gewährleistet und nachgewiesen sein.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsum- fang	
					EP	FP
minerali- sches Drä- nagemate- rial	Körnung	Brech- oder Rundkorn Körnung 8/32 mm oder gleichwertig Gehalt an Feinanteilen Kategorie $f_{0,5}$ Kornformkennzahl Kategorie $SI_{20}$	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022-1 18196	1 x 1 x	3 x 3 x
	organische Bestandteile	keine, $V_{gl} < 1 \%$	Glühverlust	18128	3 x	3 x
	Durchlässig- keitsbeiwert	$k_f \geq 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ im Einbauszustand	Durchströmung	18130	3 x	3 x
	Chemische Analyse	DepV Anhang 3 Tabelle 1 Spalte 3 und Tabelle 2 Spalte 5	-	-	3 x	3 x
	Kalkgehalt	begrenzt auf max. 20 %	$\text{CaCO}_3$	18129	3 x	3 x
	Beständigkeit	Nachweis der chemischen Beständig- keit gegenüber angrenzenden Materia- lien	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der dauerhaften Witterungs- und Frostbeständigkeit	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der ausreichenden Kornsta- bilität im projektspezifischen Einbaube- reich	-	-	mind. 1	mind. 1
	Bodenbe- schreibung	Angabe des Herkunftsortes des Mate- rials mit Bodenbeschreibung, minera- lisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbar- keit des Materials	-	-	1	1

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Außer der Eignungsprüfung für die eingesetzten Materialien ist auch die dauerhafte Leistungsfähigkeit der Entwässerungsschicht und der ausreichenden Filterstabilität gegenüber dem hierüber einzubauenden Abfall nachzuweisen.

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Für die Festlegung des Kalkgehaltes gelten ebenfalls die Vorgaben der BQS 3-1, bei Gesteinen, deren Komponenten calcitisch gebunden sind, darf der Anteil des Calciumcarbonats nicht mehr als 1 Masse-% betragen. Der Anteil an nicht kristallin gebundenem Calciumcarbonat muss abweichend von DIN 19667 nicht bestimmt werden.

Beim Einbau der mineralischen Schutzlage aus Deponieersatzbaustoffen sind die Vorgaben der DepV Teil 3 bindend und vom Fremdprüfer im Rahmen der Eignungsuntersuchungen und bei der Realisierung zu überwachen. Die Probenahme der Inhaltsstoffe ist nach DepV Anhang 4 durchzuführen.



Für das einzusetzende Material ist die Filterstabilität zwischen der mineralischen Entwässerungsschicht und dem angrenzenden Abfallkörper durch die EP nachzuweisen und durch die FP zu überprüfen. Außerdem ist die ausreichende Scherfestigkeit des Materials unter den gegebenen Einsatzbedingungen und unter Berücksichtigung aller relevanten Lastfälle durch die EP nachzuweisen und durch die FP zu überprüfen. Hierzu können auch Erfahrungswerte oder Literaturwerte in Ansatz gebracht werden.

Die in den BQS vorgegebenen zusätzlichen Untersuchungen zum mineralischen Flächenfilter sind zu ergänzen und Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

#### 4.11.2 Versuchsfeld

Die Beanspruchungen aus dem Baubetrieb und die daraus folgenden Einwirkungen auf die Einbaumaterialien sollten konsequent im Versuchsfeld überprüft werden. Jede Prüfinstanz sollte mindestens eine Kornverteilung an dem Material nach Einbau durchführen.

#### 4.11.3 Einbauanforderungen

Folgende Einbauanforderungen und Beprobungsumfang werden bei dem Einbau der mineralischen Dränagematerialien gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralisches Dränagematerial	Körnung	Kornverteilung, Abweichungen bezüglich Unter- und Überkorn maximal 8 M.-%	Kornverteilung	18123	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
	Kornform	Kategorie Sl <sub>20</sub>		DIN EN 933-4	5.000 m <sup>2</sup>	5.000 m <sup>2</sup>
	Carbonatanteil	≤ 20 Masse-%		18129	5.000 m <sup>2</sup>	5.000 m <sup>2</sup>
	Organik	≤ 1 %		18128	5.000 m <sup>2</sup>	5.000 m <sup>2</sup>
	Durchlässigkeit	$k_f \geq 1.0 \times 10^{-3}$ m/s im Einbauzustand	rechnerisch aus Kornverteilung	–	2.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>
	Einzellagen	Stärke mind. 0,30 m bzw. 0,50 m entsprechend Planvorgaben <sup>1)</sup>	Aufgrabung	–	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung alle 2000 m <sup>2</sup>	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung alle 2000 m <sup>2</sup>
	Profileinbau	Herstellung Sollprofil	Vermessung und/oder Aufgrabung	-	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

<sup>1)</sup> durch Peilung

<sup>1)</sup> entsprechend dem Nachweis

Seitens der BÜ sind die Untersuchungen in dem Umfang analog zum Untersuchungsumfang der FP durchzuführen.

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Bei entsprechendem Verdacht sind zusätzlich der Carbonatgehalt und die Anteile an organischer Substanz zu überprüfen.



Der Einbau oberhalb des Dichtungssystems von Arbeitsbermen aus, die die Vorgaben bezüglich der Überfahung der Kunststoffdichtungsbahn (Aufbauhöhe mindestens 50 cm bei Überfahung mit Kettenfahrzeugen und mindestens 80 cm bei Überfahung mit Reifenfahrzeugen) erfüllen. Alternativ hierzu kann der Einbau mit Langarmbaggern erfolgen. Wird das mineralische Dränagematerial mit einer Raupe eingebaut, darf das Betriebsgewicht dieser Raupe maximal 9 t gemessen an den Bandagen betragen.

Das mineralische Dränagematerial ist vor – Kopf auf der Kunststoffdichtungsbahn aufzubringen. Randanschlüsse, Aufwallungen, Profile und Aufkantungungen sind entsprechend den Planvorgaben auszuführen, eine Reduzierung der Sollvorgaben an die Schichtdicke bzw. das Profil ist auch in diesen Sonderbereichen nicht zulässig.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle. Das Prüfraster für die Vermessung beträgt mindestens 15 m x 15 m sowie zusätzlich an Böschungsbruchkanten und Ausbauenden.

Zusätzlich zur Vermessung werden Schürfe zur Feststellung der Schichtmächtigkeit gemacht. Diese Schürfe sind durch die bauausführende Firma wieder ordnungsgemäß zu verschließen und durch die FP freigeben zu lassen.

Der Einbau des mineralischen Dränagematerials als Rigole, Verwallung oder ähnlichem erfolgt ebenfalls vor Kopf, eine Befahrung wird nicht zugelassen. Die Herstellung erfolgt entsprechend der Profilvergaben, der Nachweis des profilgerechten Einbaus ist durch Vermessungen oder Aufgrabungen zu führen.

Im Trennungsbereich zu mineralischen Materialien mit anderen Körnungen, die keine ausreichende Filterstabilität gewährleisten können, muss grundsätzlich ein geotextiles Trennvlies eingebaut werden.

Entsprechend den Vorgaben der GDA E5-06 sind für die Qualitätsprüfung des eingesetzten Materials je 500 t, jedoch mindestens einmal pro Woche aus der laufenden Produktion durch die EP zu entnehmen und hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung (z.B. Gesteinsart bzw. Stoffliche Kennzeichnung, Korngrößenverteilung, Kornform, Carbonatanteil) zu prüfen. Weiterhin sind je 5.000 m<sup>2</sup> Einbaufäche Kornform und Carbonatanteil zu bestimmen.

#### **4.11.4 Abdeckung**

Nach dem Einbau der mineralischen Entwässerungsschicht ist zur Sicherstellung der Frostfreiheit der mineralischen Dichtungsschicht eine entsprechende Abdeckung aufzubringen. Das hierfür erforderliche Material und der Einbau erfolgt durch vom Auftraggeber beauftragte Dritte.

Diesbezügliche Regelungen sind nicht Bestandteil dieses QMP.

Der FP erarbeitet auf Basis der konkreten Materialwerte insbesondere für die Abdeckschicht eine Stellungnahme für den Nachweis der langfristigen ausreichenden Filterstabilität gegenüber der mineralischen Dränageschicht.

### **4.12 mineralisches Dränagematerial für Sickerwasserrigolen**

#### **4.12.1 Eignungsuntersuchungen**

Die Sickerwasserrigole wird im Trassenbereich der Sickerwasserdränageleitungen eingebaut, um das abfließende Wasser den Sickerwassersammlern zuzuleiten. Vorgesehen ist eine Rigole aus einer

Schüttung mit einer Körnung 16/32 mm oder gleichwertig. Das Kleinstkorn ist in Abhängigkeit der Schlitz- bzw. Lochweite festzulegen, das Größtkorn resultiert aus der zu gewährleistenden Filterstabilität zum Dränagematerial.

Die Filterstabilität gegenüber den angrenzenden Schichten ist sicherzustellen. Um hierfür gegenüber den Nachbarbereichen keine ungünstigeren Randbedingungen zu schaffen, wird die Sickerwasserrigole mit mindestens 15 cm des Materials der mineralischen Entwässerungsschicht unter- und überbaut. Bezüglich der erforderlichen Filterstabilität gegenüber der mineralischen Schutzschicht und der Abdeckung gelten die gleichen Anforderungen wie sonst im gesamten Basisflächenbereich.

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Die Vorgaben und Anforderungen der BQS 3–1 sind grundsätzlich einzuhalten.

Die generelle Eignung für ein den Anforderungen der DepV und den BQS entsprechendes dauerhaftes Bauwerk ist auf für diese Komponente zu erbringen.

Folgende Materialspezifikationen werden gefordert:

- zulässiges Größtkorn  $\leq 32$  mm
- zulässiger Überkornanteil 10 % bis Körnung 200 mm
- zulässiger Unterkornanteil ( $\leq 40$  mm bzw.  $\leq 50$  mm)  $\leq 15$  Gew.-%
- zulässiger Sandanteil der Fraktion  $\leq 2$  mm darf im Einbauzustand maximal 2% betragen (in Abstimmung mit der FP sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Feinkornanteil der Fraktion  $\leq 0,063$  mm soll beim Einbau  $\leq 1,0$  Gew.-% (GDA E3-12) betragen (in Abstimmung mit der FP sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Anteil an ungünstig geformten Körnern mit  $l / d \geq 3$  nach DIN EN 933-4  $\leq 50$  Gew.-%
- fein verteilte organische Substanz  $\leq 1$  %
- Kalkgehalt  $\text{CaCO}_3$  muss  $\leq 20$  Masse-% betragen, der Kalkgehalt wird mit der regionalen Verfügbarkeit von geeigneten mineralischen Materialien begründet
- die chemische Beständigkeit (Langzeitbeständigkeit) gegenüber den zu erwartenden chemischen Beanspruchungen, die aus den angrenzenden Materialien resultieren, ist nachzuweisen. Das mit Sickerwasser in Berührung kommende mineralische Dränagematerial muss gegenüber dem Medium Deponiesickerwasser dauerhaft beständig sein. Alle übrigen mineralischen Dränagematerialien müssen gegenüber Niederschlagswasser ausreichend und dauerhaft beständig sein
- innere Scherfestigkeit mindestens  $\text{cal } \varphi' \geq 32,5^\circ$

- das mineralische Dränagematerial, das mittelfristig oder dauerhaft der Witterung ausgesetzt ist, muss dauerhaft frost- und witterungsbeständig sein. Für Materialien, die ausschließlich während der Bauphase der Witterung ausgesetzt sind, kann dieser Nachweis entfallen
- das mineralische Dränagematerial, dass im Rahmen des Einbaus befahren werden muss oder auf denen eine Auflast wirkt, muss eine dauerhafte Kornstabilität aufweisen. Insbesondere durch Schüttvorgänge und Befahrungen wird ausschließlich eine Kornzertrümmerung toleriert, die die vorgenannten Anforderungen hinsichtlich der Körnung und des Über- und Unterkornes dauerhaft einhält. Die mechanische Beständigkeit muss gegenüber den zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen aus Einbau und späterer Auflast gewährleistet und nachgewiesen sein.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsum- fang	
					EP	FP
minerali- sches Drä- nagemate- rial	Körnung	Brech- oder Rundkorn Körnung 16/32 mm oder gleichwertig	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022-1 18196	1 x 1 x	3 x 3 x
	organische Bestandteile	keine, $V_{gl} < 1 \%$	Glühverlust	18128	3 x	3 x
	Durchlässig- keitsbeiwert	$k_f \geq 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ im Einbauszustand	rechnerisch aus Kornverteilung		3 x	3 x
	Chemische Analyse	DepV Anhang 3 Tabelle 1 Spalte 3 und Tabelle 2 Spalte 5	-	-	3 x	3 x
	Kalkgehalt	begrenzt auf max. 20 %	CaCO <sub>3</sub>	18129	3 x	3 x
	Beständigkeit	Nachweis der chemischen Beständig- keit gegenüber angrenzenden Materia- lien	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der dauerhaften Witterungs- und Frostbeständigkeit	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der ausreichenden Kornsta- bilität im projektspezifischen Einbaube- reich	-	-	mind. 1	mind. 1
	Bodenbe- schreibung	Angabe des Herkunftsortes des Mate- rials mit Bodenbeschreibung, minera- lisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbar- keit des Materials	-	-	1	1

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Seitens der BÜ sind die Untersuchungen in dem Umfang analog zum Untersuchungsumfang der FP durchzuführen.

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprü-  
fung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Für die Festlegung des Kalkgehaltes gelten ebenfalls die Vorgaben der BQS 3-1, bei Gesteinen, deren  
Komponenten calcitisch gebunden sind, darf der Anteil des Calciumcarbonats nicht mehr als 1 Masse-%

betragen. Der Anteil an nicht kristallin gebundenem Calciumcarbonat muss abweichend von DIN 19667 nicht bestimmt werden.

Beim Einbau der mineralischen Schutzlage aus Deponieersatzbaustoffen sind die Vorgaben der DepV Teil 3 bindend und vom Fremdprüfer im Rahmen der Eignungsuntersuchungen und bei der Realisierung zu überwachen. Die Probenahme der Inhaltsstoffe ist nach DepV Anhang 4 durchzuführen.

Für das einzusetzende Material ist die Filterstabilität zwischen der mineralischen Entwässerungsschicht und dem angrenzenden Abfallkörper durch die EP nachzuweisen und durch die FP zu überprüfen. Außerdem ist die ausreichende Scherfestigkeit des Materials unter den gegebenen Einsatzbedingungen und unter Berücksichtigung aller relevanten Lastfälle durch die EP nachzuweisen und durch die FP zu überprüfen. Hierzu können auch Erfahrungswerte oder Literaturwerte in Ansatz gebracht werden.

Die in den BQS vorgegebenen zusätzlichen Untersuchungen zum mineralischen Flächenfilter sind zu ergänzen und Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

#### 4.12.2 Versuchsfeld

Ein Versuchsfeldbau ist für das einzusetzende mineralische Dränagematerial nicht erforderlich.

#### 4.12.3 Einbauanforderungen

Folgende Einbauanforderungen und Beprobungsumfang werden bei dem Einbau der mineralischen Dränagematerialien gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralisches Dränagematerial	Körnung	Kornverteilung, Abweichungen bezüglich Unterkorn max. 15 Masse-% und Überkorn max. 10 Masse-%	Kornverteilung	18123	4 St.	8 St.
	Kornform	≤ 50 Gew.-%	TL-Gestein	DIN EN 933-4	4 St.	8 St.
	Carbonatanteil	begrenzt auf max. 20 %	CaCO <sub>3</sub>	18129	4 St.	8 St.
	Organikanteil		Glühverlust		4 St.	
	Durchlässigkeit	$k_f \geq 1.0 \times 10^{-3}$ m/s im Einbauzustand	rechnerisch aus Kornverteilung	–	4 St.	8 St.
	Einzellagen	Stärke entsprechend Planvorgaben <sup>1)</sup>	Aufgrabung	–	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung mind. 4 St.	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung mind. 8 St.
	Profileinbau	Herstellung Sollprofil	Vermessung und/oder Aufgrabung	-	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

<sup>1)</sup> durch Peilung

<sup>1)</sup> entsprechend dem Nachweis

Seitens der BÜ sind die Untersuchungen in dem Umfang analog zum Untersuchungsumfang der FP durchzuführen.

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Das Einbauverfahren ist so zu wählen, dass der Eintrag von Fremdstoffen, insbesondere vom Unterkorn, ausgeschlossen und der einbaubedingte Kornbruch minimiert wird.

Das Einschlagen von Höhenlehren in die flächige mineralische Dränageschicht oder in die mineralische Schutzschicht ist unzulässig. Die Einhaltung des Sollprofils ist vermessungstechnisch zu kontrollieren und zu dokumentieren.

Der Einbau oberhalb des Dichtungssystems von Arbeitsbermen aus, die die Vorgaben bezüglich der Überfahung der Kunststoffdichtungsbahn (Aufbauhöhe mindestens 50 cm bei Überfahung mit Kettenfahrzeugen und mindestens 80 cm bei Überfahung mit Reifenfahrzeugen) erfüllen. Alternativ hierzu kann der Einbau mit Langarmbaggern erfolgen. Wird das mineralische Dränagematerial mit einer Raupe eingebaut, darf das Betriebsgewicht dieser Raupe maximal 9 to gemessen an den Bandagen betragen

Das mineralische Dränagematerial ist vor – Kopf auf der Kunststoffdichtungsbahn aufzubringen. Randanschlüsse, Aufwallungen, Profile und Aufkantungen sind entsprechend den Planvorgaben auszuführen, eine Reduzierung der Sollvorgaben an die Schichtdicke bzw. das Profil ist auch in diesen Sonderbereichen nicht zulässig.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle. Das Prüfraster für die Vermessung beträgt mindestens 15 m x 15 m sowie zusätzlich an Böschungsbruchkanten und Ausbauenden.

Zusätzlich zur Vermessung werden Schürfe zur Feststellung der Schichtmächtigkeit gemacht. Diese Schürfe sind durch die bauausführende Firma wieder ordnungsgemäß zu verschließen und durch die FP freigeben zu lassen.

Der Einbau des mineralischen Dränagematerials als Rigole, Verwallung oder ähnlichem erfolgt ebenfalls vor Kopf, eine Befahrung wird nicht zugelassen. Die Herstellung erfolgt entsprechend der Profilvorgaben, der Nachweis des profilgerechten Einbaus ist durch Vermessungen oder Aufgrabungen zu führen.

Im Trennungsbereich zu mineralischen Materialien mit anderen Körnungen, die keine ausreichende Filterstabilität gewährleisten können, muss grundsätzlich ein geotextiles Trennvlies eingebaut werden.

Entsprechend den Vorgaben der GDA E5-06 sind für die Qualitätsprüfung des eingesetzten Materials je 500 to, jedoch mindestens einmal pro Woche aus der laufenden Produktion durch die EP zu entnehmen und hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung (z.B. Gesteinsart bzw. Stoffliche Kennzeichnung, Korngrößenverteilung, Kornform, Carbonatanteil) zu prüfen. Weiterhin sind je 5.000 m<sup>2</sup> Einbaufäche Kornform und Carbonatanteil zu bestimmen.

## **4.13 Mineralisches Dränagematerial für Grabenauskleidungen**

### **4.13.1 Allgemeine Anforderungen**

Das mineralische Dränagematerial wird in Entwässerungsgräben und zur Erosionsstabilisierung eingebaut. Der herzustellende Querschnitt wird entsprechend den Vorgaben der Ausführungsplanung ausgeführt.

Die generelle Eignung für ein den Anforderungen der DepV und den BQS entsprechendes dauerhaftes Bauwerk ist zu erbringen für die Komponenten:

- Grabenauskleidung in Körnung 50/150 mm bis 50/250 mm bei steileren Längsgefällen
- Schotterauflager in Randbereichen zum Schutz von Steilböschungen, Erosionen usw. in Körnung 50/250 mm.

#### 4.13.2 Eignungsuntersuchungen

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Die Vorgaben und Anforderungen der BQS 3–1 sind grundsätzlich einzuhalten.

Folgende Materialspezifikationen werden gefordert:

- Körnung nach TL Gestein – StB 04 entsprechend der planungsgemäßen Vorgaben der Körnungsabstufungen für die spezifischen Einsatzbereiche
- zulässiger Überkornanteil beträgt  $\leq 10$  Gew.-%, dass maximal zulässige Größtkorn wird auf den jeweils nächstgrößeren Siebdurchgang beschränkt
- zulässiger Unterkornanteil  $\leq 15$  Gew.-%
- zulässiger Sandanteil der Fraktion  $\leq 2$  mm darf vor dem Einbau  $\leq 1$  Gew.-% und nach dem Einbau  $\leq 2$  Gew.-% betragen (in Abstimmung mit der FP sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Feinkornanteil der Fraktion  $\leq 0,0632$  mm darf vor dem Einbau  $\leq 1$  Gew.-% (Kat f<sub>1</sub> nach TL Gestein–StB 04) und nach dem Einbau  $\leq 2$  Gew.-% betragen (in Abstimmung mit der FP sind nach dem Einbau auch höhere Werte zulässig, weil eine Entmischung während des Einbaus nicht völlig vermeidbar ist)
- zulässiger Anteil an ungünstig geformten Körnern mit  $l / d \geq 3$  nach DIN 52114  $\leq 20$  Gew.-%
- Kornform – Kennzahl nach TL Gestein – StB 04  $\leq 20$  (Kategorie SI<sub>20</sub>)
- Kalkgehalt CaCO<sub>3</sub> muss  $\leq 30$  % betragen, der Kalkgehalt wird mit der regionalen Verfügbarkeit von geeigneten mineralischen Materialien begründet. Die Einhaltung geringerer Grenzwerte ist durch regional verfügbare Materialien nicht möglich. Da das mineralische Dränagematerial ausschließlich mit Niederschlags- und Oberflächenwasser in Berührung kommt, sind auch bei einem Kalkgehalt CaCO<sub>3</sub>  $\leq 30$  % keine chemischen Reaktionen mit negativen Auswirkungen auf die Materialbeschaffenheit zu erwarten
- die chemische Beständigkeit gegenüber den zu erwartenden chemischen Beanspruchungen, die aus den angrenzenden Materialien resultieren, ist nachzuweisen. Das mit Sickerwasser in Berührung kommende mineralische Dränagematerial muss gegenüber dem Medium Deponiesickerwasser dauerhaft beständig sein. Alle übrigen mineralischen Dränagematerialien müssen gegenüber Niederschlagswasser ausreichend und dauerhaft beständig sein
- das mineralische Dränagematerial, das mittelfristig oder dauerhaft der Witterung ausgesetzt ist, muss dauerhaft frost- und witterungsbeständig sein. Für Materialien, die ausschließlich während der Bauphase der Witterung ausgesetzt sind, kann dieser Nachweis entfallen

- das mineralische Dränagematerial, dass im Rahmen des Einbaus befahren werden muss oder auf denen eine Auflast wirkt, muss eine dauerhafte Kornstabilität aufweisen. Insbesondere durch Schüttvorgänge und Befahrungen wird ausschließlich eine Kornzertrümmerung toleriert, die die vorgenannten Anforderungen hinsichtlich der Körnung und des Über- und Unterkornes dauerhaft einhält.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungs- umfang	
					EP	FP
minerali- sches Drä- nage-mate- rial	Körnung	gewaschenes Material Brech- oder Rundkorn	Kornverteilung	18123	3 x	3 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022-1 18196	1 x 1 x	3 x 3 x
	organische Bestandteile	keine, $V_{gl} < 1 \%$	Glühverlust	18128	3 x	3 x
	Durchlässig- keitsbeiwert	$k_f \geq 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$	Durchströmung	18130	3 x	3 x
	Chemische Analyse	unbelastet	-	-	3 x	3 x
	Kalkgehalt	begrenzt auf max. 30 %	CaCo <sub>3</sub>	18129	3 x	3 x
	Beständigkeit	Nachweis der chemischen Beständig- keit gegenüber angrenzenden Materia- lien	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der dauerhaften Witterungs- und Frostbeständigkeit	-	-	mind. 1	mind. 1
		Nachweis der ausreichenden Kornsta- bilität im projektspezifischen Einbaube- reich	-	-	mind. 1	mind. 1
	Bodenbe- schreibung	Angabe des Herkunftsortes des Mate- rials mit Bodenbeschreibung, minera- lisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbar- keit des Materials	-	-	1	1

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprü-  
fung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Die Zulässigkeits- und Zuordnungskriterien hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit müssen gewähr-  
leisten, dass das eingesetzte Material unbelastet ist.

Die in den BQS vorgegebenen zusätzlichen Untersuchungen zum mineralischen Flächenfilter sind zu  
ergänzen und Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

### 4.13.3 Versuchsfeld

Ein Versuchsfeldbau ist für das einzusetzende mineralische Dränagematerial nicht erforderlich.



#### 4.13.4 Einbauanforderungen

Folgende Einbauanforderungen und Beprobungsumfang werden bei dem Einbau der mineralischen Dränagematerialien gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungs- umfang	
					EP	FP
minerali- sches Drä- nage--mate- rial	Körnung	Kornverteilung, Abweichun- gen bezüglich Unter- und Überkorn maximal 8 Masse- %	Kornverteilung	18123	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
	Durchlässig- keit	$k_f \geq 1.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$	rechnerisch aus Kornverteilung	–	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
	Einzellagen	Stärke entsprechend Planvor- gaben <sup>1)</sup>	Aufgrabung	–	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung alle 2000 m <sup>2</sup>	laufend <sup>1)</sup> + Aufgrabung alle 2000 m <sup>2</sup>
	Profileinbau	Herstellung Sollprofil	Vermessung und/oder Aufgra- bung	-	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

<sup>1)</sup> durch Peilung

<sup>1)</sup> entsprechend dem Nachweis

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Der Einbau oberhalb des Dichtungssystems erfolgt von Randbereichen aus mit Langarmbaggern. Randanschlüsse, Aufwallungen, Profile und Aufkantungen sind entsprechend den Planvorgaben auszuführen, eine Reduzierung der Sollvorgaben an die Schichtdicke bzw. das Profil ist auch in diesen Sonderbereichen nicht zulässig.

#### 4.14 Material für Betriebsflächen und Betriebswege

##### 4.14.1 Allgemeine Anforderungen

An die herzustellenden Betriebsflächen und Betriebswege werden die generellen Anforderungen gestellt, dass diese mit Fahrzeugen bis zu einem Gesamtgewicht von 40 to und mit Erdbaumaschinen befahren werden können. Die herzustellende Breite der Betriebswege muss mindestens 3,5 m betragen, in Kurvenbereichen sind die maßgebenden Schleppradien zusätzlich mit zu berücksichtigen.

Die Herstellung der Betriebsflächen und Betriebswege erfolgt in wassergebundener Bauweise.

Das zu verwendende Material ist zu liefern. Verwendet werden soll Abfall (z.B. Straßenaufbruch), die Zuordnungswerte gemäß DepV müssen DK 0 erfüllen, wenn der Einbau innerhalb des basisgedichteten Ablagerungsbereiches erfolgt. Außerhalb des Ablagerungsbereiches muss das verwendete Material die Grenzwerte nach LAGA Z 1.1 einhalten.



## 4.14.2 Eignungsuntersuchungen

Für die im Standortbereich vorhandenen geeigneten Materialien liegen bereits Eignungsuntersuchungen vor und die generelle Eignung für die Herstellung der Betriebswege und Betriebsflächen ist nachgewiesen. Nachfolgende Eignungsuntersuchungen sind ausschließlich für neu angelieferte Materialien, die für den Einsatz zur Herstellung der Betriebsflächen und Betriebswege vorgesehen sind, durchzuführen.

Die Eignungsuntersuchungen sind für jeden Herkunftsort mindestens nach nachfolgendem Beprobungsumfang durchzuführen. Sind die Qualitäten eines Herkunftsortes signifikant unterschiedlich, so ist für jede vorhandene Materialqualität eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Die Frostschutzschicht ist nach den Vorgaben für den Straßenbau ZTVE – StB herzustellen.

Als Tragschicht ohne Bindemittel ist ein mineralisches Material der Körnung 0/46 mm oder 0/56 mm einzusetzen. Die diesbezüglichen Vorgaben der ZTVE – StB sind einzuhalten.

Als Deckschicht ohne Bindemittel ist ein Splitt der Körnung 0/11 mm oder ähnlich einzubauen. Der zu verwendende Splitt muss die Hohlräume des Unterbaus im oberflächennahen Bereich verschlämmen, dass Einbauverfahren ist hierauf einzustellen.

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
Material für Straßenbau	Herkunft	Nachweis der Herkunft des Materials	–	–	1 x	1 x
	Körnung	Feinstkorn und Größtkorn und deren Anteile werden vor Baubeginn festgelegt	Kornverteilung	18123	1 x	1 x
	Wassergehalt	natürlicher Wassergehalt $w_n$	Wassergehalt	18121	1 x	1 x
	Verdichtung	Proctorversuch mit Angabe des optimalen Wassergehalts $w_{opt}$ bei 100 % Proctordichte	Proctorversuch	18127	1 x	1 x
	chemische Analysen	unbelastet außerhalb von gedichteten Ablagerungsbereichen DK II innerhalb gedichteter Ablagerungsbereiche	–	–	1 x	1 x

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der vorgegebene Beprobungsumfang stellt eine Mindestanforderung dar und ist durch die Fremdprüfung bei Unstimmigkeiten und projektspezifischen Besonderheiten zu erhöhen.

Es darf ausschließlich unbelastetes Material eingebaut werden.

Das Material muss bodenmechanisch lagenweise verdichtet einbaubar sein, die Lagendicken werden auf maximal 25 cm begrenzt.

### 4.14.3 Einbauanforderungen

Folgende Einbauanforderungen und Beprobungsumfang werden bei der Herstellung der Betriebswege und Betriebsflächen gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
Material für Straßenbau	Proctor	–	Proctorversuch	18127	2500 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>2</sup>
	Verdichtung	Lastplattendruckversuch E <sub>v2</sub> mindestens 45 MN/m <sup>2</sup>		18134	2500 m <sup>2</sup>	2500 m <sup>2</sup>
	Dicke	Lt. Planvorgaben	Vermessung		laufend	laufend
	Ebenheit	Lt. Planvorgaben, Abweichungen von der Planvorgabe maximal 3 cm	Vermessung	–	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

Der Beprobungsumfang bezieht sich auf jede hergestellte Lage und stellt eine Mindestvorgabe dar.

Der Untergrund ist zur Herstellung der Betriebswege und Betriebsflächen grundsätzlich geeignet. Im Bereich der herzustellenden Betriebswege und Betriebsflächen müssen das Planum und die Verdichtung des Untergrundes den Planvorgaben entsprechen. Die Verdichtung des Planums und des Untergrundes erfolgt mit einer Vibrationswalze. Die Planvorgaben an die einzuhaltende Proctordichte auf dem Planum sind einzuhalten und nachzuweisen.

Bei nicht tragfähigen Flächen wird nach Abstimmung mit der FP und dem AG das Planum durch einen Bodenaustausch gegen standsicheres mineralisches Material verbessert und erneut geprüft. Für den Bodenaustausch ist mineralisches Material der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm zu verwenden. Der Einbau erfolgt in Lagen mit einer maximalen Lagendicke von 25 cm mit lagenweiser Verdichtung.

Die Überwachung und Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch einen von AN zu stellenden Vermesser im Rahmen der Eigenprüfung.

## 4.15 Vorgaben für die Lieferung und den Einbau von Gabionen

### 4.15.1 Allgemeine Anforderungen

Zur Abfangung sowie zur Stabilisierung von Revisionsöffnungen der Sickerwasserleitungen sind Gabionen und Gabionenwände zu installieren. Die statische Abfangung der Steilböschung erfolgt hierbei über die Gabionen selbst. Die Gabionen werden im ersten Fall als Fassade vorgesetzt und sollen keinen Erddruck aufnehmen und abtragen.

Die mehrreihig zu verlegenden Gabionen sind in Drahtgitterkörben mit Ösen zu liefern und einzubauen. Die Gabionen sind untereinander kraftschlüssig zu verbinden. Diese Gabionen werden auf ein Schotterfundament gesetzt.

Die einreihig verlegten Gabionen sind in Längsachse miteinander zu verbinden und gegen Verschiebung zu sichern. Die Gabionen sind ebenfalls in Drahtgitterkörben mit Ösen zu liefern und einzubauen.

Die Lieferung der Gabionen erfolgt als Drahtgitterkorb einschließlich Steinfüllung und Verbindungselemente.

#### **4.15.2 Statische Nachweise**

Werden die Erdlasten über die bewehrte Erde aufgenommen, ist für die Gabionenwand mindestens die innere Standsicherheit nachzuweisen.

Neben der inneren Standsicherheit sind die Gabionenwände, wenn diese durch Erddrücke statisch beansprucht werden, für alle maßgeblichen Lastfälle statisch nachzuweisen.

Dem FP sind die geprüften statischen Nachweise spätestens 2 Wochen vor Ausführung zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.

#### **4.15.3 Materialanforderungen**

Die Drahtgitterkörbe für die Gabionen müssen folgende Eigenschaften mindestens aufweisen:

- Stahldrähte und alle anderen Teile in Stahllegierung, eine Materialbeständigkeit von mindestens 30 Jahren muss gewährleistet werden
- Drähte elektrisch punktgeschweißt
- Maschenweite ca. 100 mm x 100 mm oder 50 mm x 100 mm
- Zugfestigkeit entsprechend statischem Erfordernis, mindestens jedoch 500 N/mm<sup>2</sup>
- Steckschließe mit Durchmesser von mindestens 6 mm und einer Zugfestigkeit von mindestens 600 N/mm<sup>2</sup>
- Distanzhalter mit einem Durchmesser von mindestens 5 mm und einer Zuglast von mindestens 600 N/mm<sup>2</sup>
- rundumgeschweißte Ösen
- nach außen dürfen keine scharfen und schneidenden Materialien und Stähle ragen
- die Bearbeitung der Drahtgitterkörbe und zugehörigen Teile darf ausschließlich nach den Herstellervorgaben erfolgen, dieses gilt insbesondere für Kürzungen und Schneidearbeiten
- Füllung der Drahtgitterkörbe
- gesamtes Füllungsmaterial muss aus frost- und witterungsbeständigem sowie ausreichend druckfestem Steinmaterial sein
- Füllung mit regional verfügbarem Material, Sichtflächen aus Bruchsteinen 100 mm / 300 mm mit möglichst engem Fugenabstand
- das Steinmaterial muss größer als die Maschenweite sein
- Steine müssen direkt am Frontgitter und am Deckelgitter anliegen
- Restfüllung des Behälters mit Schotter, Füllung hohlraumarm eingebaut.

#### 4.15.4 Eignungsnachweise

Die Eignung der Bewehrungsgitter und die kraftschlüssige Verbindung zu den Körben sind durch eine unabhängige Materialprüfanstalt nachzuweisen.

Der Hersteller der Körbe muss nach DIN ISO 9001 zertifiziert sein.

Das verwendete Füllmaterial muss DIN 18918 entsprechen, für das Material ist ein Herkunftsnachweis vorzulegen. Das einzusetzende Füllmaterial muss dauerhaft witterungs- und frostbeständig sein. Es ist ausschließlich natürliches Material zu verwenden, das regional verfügbar ist.

Das Steinmaterial muss in der geforderten Körnung im Steinbruch gerochen und gesiebt auf der Baustelle angeliefert werden. Anteile an Unter- und Überkorn sind beschränkt auf

- zulässiger Überkornanteil beträgt  $\leq 10$  Gew.-%, dass maximal zulässige Größtkorn wird auf den jeweils nächstgrößeren Siebdurchgang beschränkt
- zulässiger Unterkornanteil  $\leq 15$  Gew.-%

Folgende Eignungsnachweise sind zu erbringen:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen	Kontrollversuch	DIN	Beprobungs- umfang	
					EP	FP
minerali- sches Korb- füllmaterial	Körnung	Brech Korn	Kornverteilung	18123	1 x	1 x
	Klassifizierung	Einstufung der Bodenart	visuell	4022-1 18196	1 x 1 x	3 x 3 x
	organische Bestandteile	keine, $V_{gl} < 1\%$	Glühverlust	18128	3 x	3 x
	Beständigkeit	Nachweis der chemischen Beständig- keit gegenüber angrenzenden Materia- lien	-	-	1 x	1 x
		Nachweis der dauerhaften Witterungs- und Frostbeständigkeit	-	-	1 x	1 x
		Nachweis der ausreichenden Kornsta- bilität im projektspezifischen Einbaube- reich	-	-	1 x	1 x
	Materialbe- schreibung	Angabe des Herkunftsortes des Mate- rials mit Bodenbeschreibung, minera- lisch und homogen, Beschreibung der Probenahmestelle und der Verfügbar- keit des Materials	-	-	1 x	1 x

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

FP = Fremdprüfung

#### 4.15.5 Eigenüberwachung / Eigenprüfung

Die Herstellung der Körbe muss durch den Hersteller eigenüberwacht werden. Ein Nachweis der Zertifizierung nach DIN ISO 9001 ist hierfür ausreichend.

Folgende Einbauanforderungen und Beprobungsumfang werden bei dem Einbau der mineralischen Materialien gestellt:

Bauteil	Kriterium	Materialanforderungen gemäß Deponieverordnung	Kontrollversuch	DIN	Beprobungsumfang	
					EP	FP
mineralisches Korbfüllmaterial	Körnung	Kornverteilung, Abweichungen bezüglich Unter- und Überkorn maximal 8 Masse-%	Kornverteilung	18123	250 to	250 to
	Einbau	Einbau ohne Hohlräume, Frontseite mit ausgerichteter Steinpackung Oberfläche mit Körnung geringeren Durchmessers zur Hohlraumfüllung einstreuen	-	visuell	laufend	laufend

EP = Eigenüberwachung / Eigenprüfung

#### 4.15.6 Herstellung

Die Gabionen sind im Bereich der Böschungsabfangungen mehrlagig auf das vorbereitete Schotterfundament zu setzen. Zur Verhinderung von Verschiebungen sind die Gabionen untereinander kraftschlüssig zu verbinden. Die Befüllung erfolgt durch geeignete Geräte ohne Beschädigung der Gabionenkörbe und der Haltestäbe innerhalb der Drahtgitterkörbe.

Die einreihig zu verlegenden Gabionen sind zur Sicherung gegen horizontales Verschieben in der Reihe liegend kraftschlüssig miteinander zu verbinden.

#### 4.15.7 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung erfolgt durch die Eigenüberwachung des Herstellers und durch eine Einbaukontrolle durch die örtliche Bauüberwachung des AG. Der Einbau der Steinmaterialien wird durch die FP qualitätsgesichert überwacht und kontrolliert.

Die Kontrolle der geometrischen Vorgaben erfolgt durch die EP sowie durch einen vom bauausführenden Unternehmen zu stellenden Vermesser. Die Kontrolle erfolgt durch terrestrische Vermessung oder durch GPS – Vermessung mit terrestrischer Kontrolle.

Im Trennungsbereich zu mineralischen Materialien mit anderen Körnungen, die keine ausreichende Filterstabilität gewährleisten können, muss grundsätzlich ein geotextiles Trennvlies eingebaut werden.

## **5 Durchführung der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements**

### **5.1 Anwesenheit**

Die Prüfungen vor Ort sind nach den in Kap. 2.3 genannten Richtlinien vorzunehmen.

Während der Bauzeit ist eine fachtechnische Beaufsichtigung durch die EP und eine laufende Kontrolle durch die FP zu gewährleisten.

Die Überwachungstätigkeiten der FP und der EP während der Errichtung der einzelnen Elemente des Oberflächenabdichtungssystems sind so aufeinander abzustimmen, dass mindestens ein Prüfer / Überwacher bei Arbeiten an den Dichtungskomponenten und bei sonstigen relevanten Arbeiten vor Ort auf der Baustelle ist.

### **5.2 Normen und Prüfmethoden**

Es sind die relevanten Normen über Prüfung und Güteanforderungen des Deutschen Institutes für Normung e.V. (DIN), der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) zu beachten. Eine Zusammenstellung von relevanten Normen und Vorschriften enthält dieser QMP.

### **5.3 Anforderungen an Prüfmittel**

Die an der Baustelle einzusetzenden Prüfmittel müssen für den Zweck geeignet sein und sich in ordnungsgemäßen und kalibriertem Zustand befinden.

Prüfmittel im Werksbereich haben den relevanten Prüfgerätenormen zu entsprechen und müssen einer Kalibrierüberwachung unterliegen.

Von der Eigenprüfung (EP) des AN ist im Rahmen einer Verfahrensprüfung die Eignung und Ordnungsmäßigkeit der Prüfmittel gegenüber der FP durch Vorlage von Kalibrierscheinen zu belegen. Die Kalibrierung der Prüfmittel soll nicht weiter als 6 Monate zurückliegen. Falls in einzelnen Fällen erforderlich, ist ein Prüfmittel-Abgleich mit der FP durchzuführen. In abweichenden Fällen gelten die Messdaten der FP.

### **5.4 Planungsänderungen**

Sofern von den genehmigten Baumaßnahmen im Rahmen der Errichtung zwingend abgewichen werden muss, sind unverzüglich **vor Ausführung** dieser Maßnahme Änderungsplanungen mit Erläuterungen der Genehmigungsbehörde vorzulegen. Die Änderungsplanung darf vor ausdrücklicher Freigabe durch diese Behörde nicht zur Ausführung gelangen.

Der Behörde wird bei Planänderungen eine Stellungnahme der FP vorgelegt.

Sind Abweichungen in der Ausführung erforderlich, die Änderungen der vertraglich vereinbarten Qualitätsmerkmale bewirken, so bedürfen diese Abweichungen der Zustimmung der FP und der Bauoberleitung (BOL).

## 5.5 Freigaben und Abnahmen

### VOB – Abnahme

Die Teilabnahmen und Abnahmen nach VOB erfolgen zwischen dem AN und dem Bauherrn auf der Grundlage der Feststellungen der öBÜ durch die BOL.

### Abfallrechtliche Abnahme

Die Freigabe kann abschnittsweise erfolgen. In diesem Falle sind die Grenzen deutlich und dauerhaft zu markieren bis die nächste darüber liegende Lage freigegeben ist.

Für freigegebene Flächen können durch die Genehmigungsbehörde Teilabnahmen ausgesprochen werden. Nach Fertigstellung des Gesamtprojektes erfolgt eine förmliche Schlussabnahme. Für einzelne in sich abgeschlossene Bauteile oder Bauabschnitte können vor der Schlussabnahme Teilschlussabnahmen ausgesprochen werden. Im Rahmen der Abnahmen wird die strikte Befolgung des Planes und der vorgeschriebenen Leistungen überprüft.

Freigaben und Abnahmen sind jeweils offiziell vom Auftragnehmer bzw. Bauherrn bei den zuständigen Stellen zu beantragen. Hierbei ist folgendes zu beachten:

**Freigaben** und (Teil-) Flächen werden von der FP und/oder der BÜ bzw. der Genehmigungsbehörde in Zusammenwirken mit der öBÜ des Bauherrn erteilt. Sie sollen mindestens **2 Arbeitstage** vor dem gewünschten Abnahmetermi bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt werden.

**Teilabnahmen** erfolgen durch die Genehmigungsbehörde in Zusammenarbeit mit der FP und der öBÜ des Bauherrn. Sie müssen mindestens **1 Woche** vor dem gewünschten Abnahmetermi bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt werden.

**Schlussabnahmen** und Teilschlussabnahmen erfolgen durch die Fachbehörde in Zusammenarbeit mit der öBÜ, der FP und Vertretern des Bauherrn sowie ggf. Vertretern der Genehmigungsbehörde. Sie müssen jeweils mindestens **4 Wochen** vor dem gewünschten Abnahmetermi beantragt werden.

Die nachstehenden Anlagenteile bedürfen vor einer Überbauung einer Freigabe bzw. Abnahme durch die Genehmigungsbehörde:

- Planum: Teilabnahme vor weiterer Überbauung
- technische Barriere: Teilabnahme pro Bauabschnitt vor weiterer Überbauung
- Anschluss an die bestehende Basisabdichtungen: Teilabnahme der freigelegten Ränder
- mineralische Entwässerungsschicht: Teilabnahme pro Bauabschnitt vor weiterer Überbauung
- ggf. geotextile Trennlage: Teilabnahme pro Bauabschnitt vor weiterer Überlagerung mit Depotat oder Überbauung

Zur schnellen Weiterleitung der einzelnen Prüfergebnisse wurde zwischen den Prüfinstanzen das als Anlage beigefügte Freigabeformblatt vereinbart.

Die formelle Abnahme der Behörde erfolgt auf Basis der bei der Behörde eingereichten Unterlagen und Dokumentationen auf Antrag des Betreibers.

## **5.6 Baubesprechungen**

Zur ständigen Koordination, gegenseitigen Information, Feststellung des Baufortschrittes, Erörterung von Problemen und ggf. Beschlussfassung bzgl. Leistungsänderungen etc. finden regelmäßig Baubesprechungen statt, an denen die Projektbeteiligten einschließlich der Vertreter der FP und der EP teilnehmen.

Die einzelnen Termine für die Baubesprechungen werden von der BOL festgelegt. Die Protokollführung dazu erfolgt durch die örtliche Bauüberwachung (öBÜ).

Bei den Baustellenbesprechungen muss nach Erfordernis ein örtlicher Fremdprüfer der Fremdprüfung teilnehmen. Die Festlegung des Teilnehmerkreises erfolgt durch die Bauoberleitung (BOL).

## **5.7 Vorgehen bei Abweichungen vom Qualitätsmanagementplan**

Die in den Eignungsnachweisen festgestellten bzw. bauseits vorhandenen Qualitäten der Baustoffe dürfen nicht geändert werden, d.h. ein Wechsel des anzuliefernden einzubauenden Baustoffs darf während der Bauphase nicht erfolgen.

Sollte dennoch ein Wechsel erforderlich sein, kann unter Zugrundelegung einer neuerlichen Eignungsprüfung ein anderes Material, das den Anforderungen entspricht, verwendet werden. Dieses ist jedoch mit dem der örtlichen Bauüberwachung des Auftraggebers und der Fremdprüfung abzustimmen. Ein Anrecht auf Zustimmung seitens des AG besteht nicht. Durch einen Materialwechsel resultierende Kosten seitens des AG sind durch das bauausführende Unternehmen zu tragen.

Sind aus planerischen, bautechnischen oder ausführungsbedingten Gründen Abweichungen vom Qualitätsmanagementplan erforderlich, können diese nur mit Zustimmung der zuständigen Behörden, der Fremdprüfung, dem Bauherrn, Planer und der Bauoberleitung zugelassen werden.

Die Änderungen sind in den Qualitätsmanagementplan einzuarbeiten bzw. in Besprechungsprotokollen festzuhalten.

### **Nacharbeiten – Mängelbeseitigung**

Mängelbeseitigungen werden grundsätzlich vom Auftraggeber angeordnet. Der Umfang der Nacharbeiten richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten. Nimmt der Auftragnehmer (nicht angeordnete) Nacharbeiten vor, so sind der Auftraggeber bzw. die Fremdprüfung aus Gründen der Transparenz vom AN über diese Maßnahme zu unterrichten.

Eventuell erforderliche Zusatzuntersuchungen über die Qualität der Nacharbeiten werden vom Auftraggeber in Abstimmung mit der Fremdprüfung angeordnet.



## **5.8 Schlussbemerkungen**

Der in diesem Qualitätsmanagementplan festgelegte Umfang an Eigenüberwachung und Eigenkontrolle stellt ein Mindestmaß dar. Die ausschließlich in Verantwortung des Auftragnehmers / der bauausführende Firma zu erbringende anforderungsgerechte und fachgerechte Leistung wird allein durch die Einhaltung dieses Qualitätsmanagementplanes nicht sichergestellt.

Bei festgestellten Mängeln kann sich der Auftragnehmer / die bauausführende Firma nicht darauf berufen, dass durch die im Rahmen der Eigenüberwachung und Eigenkontrolle vorgesehenen und vom Auftraggeber akzeptierten Qualitätssicherungs- und Qualitätsmanagementmaßnahmen die vertraglich vereinbarte Leistung vollständig erbracht wurde.

## 6 Freigaben und Abnahmen

### 6.1 VOB - Abnahme

Die Teilabnahmen und die Schlussabnahme gemäß VOB/B erfolgen zwischen dem bauausführendem Unternehmen und dem Bauherrn. Durch die FP ist hierzu eine schriftliche Bestätigung vorzulegen, dass entsprechend den Vorgaben des QMP die Baumaßnahme durchgeführt wurde und hinsichtlich der Qualitätssicherung und dem Qualitätsmanagement keine Bedenken gegen die Abnahme bestehen.

### 6.2 Abfallrechtliche Abnahme

Die Freigabe von fertiggestellten Bereichen kann nach Empfehlung durch die FP abschnittsweise erfolgen. In diesem Fall sind die Grenzen der freigegebenen Flächen deutlich und so lange dauerhaft zu markieren, bis die nächste darüber liegende Lage freigegeben ist.

Für die freigegebenen Flächen können durch die zuständige Genehmigungsbehörde Teilabnahmen ausgesprochen werden.

Nach Fertigstellung des Gesamtprojektes erfolgt eine förmliche Abfallrechtliche Schlussabnahme. Für einzelne in sich abgeschlossene Bauabschnitte können vor der Schlussabnahme auch Teilabnahmen erfolgen.

Freigaben und Abnahmen sind jeweils schriftlich von dem Bauherrn bei der zuständigen Genehmigungsbehörde zu beantragen. Folgende Vorgaben bestehen hierzu:

	<b>Zuständigkeit</b>	<b>Regelungen</b>	<b>Termine / Fristen</b>
Freigaben	FP, öBÜ AG, BOL	Freigabe von Teilflächen auf Antrag des AN, Freigabeempfehlung der FP bzw. öBÜ an Genehmigungsbehörde, Beantragung durch Bauherrn unter Beteiligung der BOL	Beantragung mindestens 2 Arbeitstage vor Freigabetermin
Teilabnahmen	FP, öBÜ AG; BOL		Beantragung mindestens 1 Woche vor Abnahmetermin
Schlussabnahme			Beantragung mindestens 4 Wochen vor Abnahmetermin

Die nachfolgend aufgelisteten Komponenten bedürfen vor der weiteren Überbauung einer Freigabe durch die FP in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde:

Komponente	Freigabe/Teilabnahme	Regelungen
Planum auf Basis und Böschung für technische Barriere	Teilabnahme	je Bauabschnitt
Planum auf geologischer und technischer Barriere	Teilabschnitt	je Bauabschnitt
ggf. Planum auf mineralischer Dichtungsschicht	Teilabschnitt	je Bauabschnitt
Planum auf mineralischer Entwässerungsschicht	Teilabnahme	je Bauabschnitt
Rohraufleger Sickerwasserdränageleitung	Teilabnahme	je Rohrleitungsabschnitt
Rigole Sickerwasserdränageleitung	Teilabnahme	je Rohrleitungsabschnitt
verlegte geotextile Trennvliese	Teilabnahme	je Bauabschnitt
Anschluss an bestehende Abdichtungssysteme	Teilabnahme der freigelegten Ränder	je Bauabschnitt
Rohrleitungen und Rohrleitungsteile	Teilabnahme	je Rohrleitungsabschnitt
Schächte und Bauteile	Teilabnahme	je Schacht / Bauteil
Planum Frostschutzschicht Betriebswege	Teilabnahme	je Bauabschnitt
Planum Tragschicht Betriebswege	Teilabnahme	je Bauabschnitt

Die Abnahme und Freigabe der mineralischen Baustoffe ist in dem QMP Geotechnik geregelt.

Zur schnellen Weiterleitung der einzelnen Prüfergebnisse wurde zwischen den Prüfinstanzen das als Anlage beigefügte Freigabeformblatt vereinbart.

Die formelle Abnahme der Behörde erfolgt auf Basis der bei der Behörde eingereichten Unterlagen und Dokumentationen auf Antrag des Betreibers.

### 6.3 Freigabeprotokoll

Das nachfolgend dargestellte Freigabeprotokoll ist grundsätzlich bei allen Teilabnahmen aller qualitätsmanagementrelevanten Komponenten zu verwenden. Die Freigabeprotokolle werden Bestandteil des Abschlussberichtes der Fremdprüfung.

### Freigabeprotokoll Nr. ....

Bauteil / Einbaulage:	
Baufeldbezeichnung(en) siehe Skizze:	
Baufeldgröße / eingebaute Mengen:	
Summe der bisher eingebauten Flächen / Mengen:	

#### **Bauleitung des AN bzw. Eigenüberwachung (EP)**

Wassergehalt und Verdichtung entsprechen den Anforderungen  
 Die Einbaulagenstärke liegt innerhalb der zulässigen Toleranzen  
 Nach augenscheinlichem Befund entspricht die Einbaulage den  
 Anforderungen (Homogenität, Störstofffreiheit, Ebenheit, etc.)  
 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte entsprechen den Anforderungen

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> werden nachgereicht	

Bemerkungen: .....

Die Freigabe des o.g. Teilabschnitts / Bauelementes wird beantragt.

....., den .....

.....  
 (Unterschrift AN / EP)

#### **Fremdprüfung (FP):**

Wassergehalt und Verdichtung entsprechen den Anforderungen  
 Die Einbaulagenstärke liegt innerhalb der zulässigen Toleranzen  
 Nach augenscheinlichem Befund entspricht die Einbaulage den  
 Anforderungen (Homogenität, Störstofffreiheit, Ebenheit, etc.)  
 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte entsprechen den Anforderungen

<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> werden nachgereicht	

Bemerkungen: .....

Die Freigabe des o.g. Teilabschnitts / Bauelementes wird empfohlen:

....., den .....

.....  
 (Unterschrift FP)

#### **örtliche Bauüberwachung (öBÜ):**

Die Freigabe des o.g. Teilabschnitts / Bauelementes zum Überbauen wird erteilt:

....., den .....

.....  
 (Unterschrift öBÜ)

## **7 Abschlussdokumentation und Endabnahme**

### **7.1 Allgemeines**

Der gesamte Bauablauf ist vollständig und umfassend durch das bauausführende Unternehmen, die EP und die FP zu dokumentieren. Diese Unterlagen sind während der gesamten Bauzeit auf der Baustelle vorzuhalten und dem Bauherrn und der öBÜ vorzulegen.

### **7.2 Anlieferungs- und Einbaudokumentation**

Bezüglich der Anlieferung und des Einbaus der polymeren Bauteile ist eine umfassende Dokumentation durch die EP und die FP zu erstellen. Bei der Anmeldung eines zu verwendenden Produktes / Polymeren Bauteils durch das bauausführende Unternehmen sind alle in diesem QMP geforderten Nachweise für die einzelnen Produkte vollständig der FP und der öBÜ vorzulegen.

Zur Anlieferung und zum Einbau sind durch die EP abschließend ein Erläuterungsbericht mit entsprechenden Anlagen und Zeichnungen mit der Einbaudokumentation zu erstellen. Der Erläuterungsbericht hat eine zusammenfassende Zusammenstellung der angelieferten Materialien und die zugehörige Einbaudokumentation zu enthalten.

Die von der EP zu erstellende Dokumentation ist Bestandteil der abfallrechtlichen Nachweisführung. Diese ist nach Beendigung der Baumaßnahme an den Bauherrn als Nachweispflichtigem gegenüber der zuständigen Genehmigungsbehörde zu übergeben. Die diesbezüglich nachfolgend zusammengestellten Fristen sind bindend und zwingend einzuhalten.

### **7.3 Abschlussdokumentation der Eigenprüfung und Eigenkontrolle (EP)**

Die Abschlussdokumentation der Ergebnisse der EP erfolgt durch maßstabsgerechte zeichnerische Darstellung der Probenahmepunkte in Lageplänen und einer tabellarischen Zusammenstellung der Prüfungsergebnisse unter Beifügung der Laborversuchsprotokolle. Die Dokumentationen sind analog zu den Abschlussberichten der Fremdprüfung nach den genannten Baumaterialien zu trennen.

### **7.4 Abschlussdokumentation der Fremdprüfung (FP)**

Dokumentation und Beschreibung der Prüfungsergebnisse sowie der Kontrollen der Fremdprüfung erfolgen in einem Abschlussbericht.

Nach Beendigung der Baumaßnahme wird die Fremdprüfung eine gutachterliche Abschlussdokumentation der gesamten Baumaßnahme, unter Berücksichtigung der Fremd- und Eigenprüfung sowie der Kontrolle vor Ort, vorlegen. In der Abschlussdokumentation werden Besonderheiten der Baumaßnahme und ggf. erforderliche Problemlösungen beschrieben. Sie enthalten eine Empfehlung der Fremdprüfung zur Ablehnung bzw. Erteilung der abfallrechtlichen Abnahme durch die Behörden.

Die Abschlussdokumentation wird Bestandteil der Betriebsdokumentation. Die Bewertung wird dem Auftraggeber zugeleitet.

## 7.5 Dokumentation der Herstellung

Der gesamte Bauablauf ist lückenlos zu dokumentieren. Dazu dienen insbesondere die Tagesberichte der einzelnen Beteiligten, aber auch Lieferscheine und ähnliche Unterlagen. Diese Unterlagen sind während der Baumaßnahme auf der Baustelle vorzuhalten und dem Bauherrn, der FP und der BÜ auf Verlangen unmittelbar, spätestens jedoch in dem nachfolgend beschriebenen vorgesehenen Turnus, unaufgefordert vorzulegen.

Zur Herstellung der Dichtung sind erhebliche Mengen von Boden anzuliefern und einzubauen. Neben der Einhaltung technischer Anforderungen (z.B. Schichtdicke der Lagen) ist bei den dem Abfallrecht unterliegenden Deponieersatzbaustoffen eine ordnungsgemäße Verwertung nachzuweisen. Aus diesen Gründen ist über die Anlieferung und den Einbau von Deponieersatzbaustoffen eine besondere Dokumentation zu führen.

Bei der Anmeldung eines Erdbaumaterials im Rahmen der Eignungsprüfung sind grundsätzlich folgende allgemeine Angaben zu machen:

- Materialherkunft und laufende Herkunftsnummer (s.u.)
- zur Anlieferung vorgesehene Gesamtmenge
- zur Anlieferung vorgesehener Zeitraum
- bei Abfällen/Deponieersatzbaustoffen: Abfallart nach AVV-Schlüssel
- grundlegende Abfallcharakterisierung (Arbeitshilfe Charakterisierung von Abfällen nach DepV).

Je Materialherkunft ist durch die EP eine eindeutige Herkunftsbezeichnung zu vergeben.

Die Notwendigkeit, weitere Angaben festzuhalten, die aus dem Deponiebetrieb resultieren oder vom Deponiebetreiber vorgegeben werden, bleibt von den Anforderungen dieses QMP unberührt. Die Dokumentation ist in enger Abstimmung mit dem Deponiebetreiber durchzuführen.

Die für einen Tag vorgesehene Anlieferung von Material ist unter Angabe der Herkunft und der an dem jeweiligen Tag zur Anlieferung vorgesehenen Tonnage bei der FP anzukündigen. Die Fristen für die Vorankündigung betragen:

- |                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| • bei arbeitstägl. Anwesenheit der FP | ≥ 1 Tag,  |
| • in allen anderen Fällen             | ≥ 3 Tage. |

Zur Dokumentation der Materialströme sind je nach Herkunft bzw. Material über die Anlieferung folgende Unterlagen zu führen:

→ spezialisierter Gewinnungsbetrieb natürlicher Baustoffe (z.B. Tongrube):

- Lieferscheine (als Herkunftsbelege)
- Übernahmescheine

→ güteüberwachte Stoffe (Vliese):

- Nachweis der Güteüberwachung
- Lieferscheine (als Herkunftsbelege)
- Übernahmescheine

→ unbelasteter Boden, z.B. von Baustellen, der keiner Überwachung unterliegt:

- Übernahmescheine

→ überwachungsbedürftige mineralische Abfälle zur Verwertung (Deponieersatzbaustoffe)

- vereinfachter Nachweis nach Nachweisverordnung.

Grundsätzlich ist die erforderliche Dokumentenführung vor Anlieferung mit dem Deponiebetreiber abzustimmen.

Für Materialien, die keiner der o.g. Gruppen zuzuordnen sind, ist die Nachweisführung mit dem Fremdüberwacher und der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Darüber hinaus ist das Material – soweit es sich um Abfälle zur deponietechnischen Verwertung handelt – bei Anlieferung auf der Baustelle zu wiegen (Eingangsbeleg). Dazu sind die Wiegeeinrichtungen der Deponie zu verwenden (Wiegebelege anderer Waagen werden nur bei Vorliegen besonderer Gründe und mit Zustimmung des AG zugelassen). Die begrenzten Betriebszeiten der Waage sind zu beachten.

Sofern z.B. zur abfallrechtlichen Nachweisführung die Umrechnung von Tonnagen und Kubaturen erforderlich ist, sind durch die EP Schüttdichtemessungen am angelieferten Material durchzuführen, die auf Anforderung der BOL oder des AG von der FP überprüft werden.

Der Einbauort der einzelnen Materialien ist durch die EP eindeutig zu dokumentieren. Dazu ist bei der Herstellung der Dichtung eine laufende Nummer der Einbaulage festzuhalten. Die örtliche Lage des Materials, die Oberfläche der Schicht und daraus resultierend die Schichtstärke sind von der EP durch Vermessung zu bestimmen. Dazu sind je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch arbeitstäglich oder bei Materialwechsel, mindestens die vier Eckpunkte und je 100 m<sup>2</sup> Einbaufäche ein Punkt auf der Fläche und je 10 m Länge 1 Randpunkt festzuhalten. Sofern zu einer eindeutigen Dokumentation der Geometrie mehr Punkte erforderlich sind (z.B. Bruchkanten), ist der Umfang entsprechend zu erhöhen.

Die Einbauabschnitte der Entwässerungsschicht sind analog zu vermessen.

Die Daten sind unter Angabe von Materialherkunftsnummer, Nummer der Einbaulage, Einbaudatum, Schichtstärke und der Höhenlage der eingemessenen Punkte in Lageplänen darzustellen. Die Lagepläne sind der Einbaudokumentation beizufügen.

Die Dokumentation ist Nachweisbuch im abfallrechtlichen Sinne und daher mit besonderer Sorgfalt zu führen. Die Dokumentation ist nach Beendigung der Baustelle an den Deponiebetreiber als Nachweispflichtigem zu übergeben.

Zu Materialanlieferung und –einbau ist abschließend ein Erläuterungsbericht zu erstellen, der eine Zusammenstellung der angelieferten Massen sowie die Lagepläne der Einbaudokumentation enthält.

## 7.6 Dokumentation der Eigenprüfung und Eigenkontrolle

Durch das bauausführende Unternehmen sind in Zusammenarbeit mit der EP folgende Dokumentationen zu erstellen, dem AG und der FP vorzulegen und schriftlich freigeben zu lassen:

Inhalt der Dokumentation	zeitliche Abfolge / Termine	Weiterleitung an
Tagesberichte mit Angabe der Witterungsverhältnisse (mindestens Temperatur min. und max., Bewölkung, Wind, Niederschläge mit Intensität und Dauer), Personal- und Geräteeinsatz, Art und Umfang der durchgeführten Arbeiten, besondere Ereignisse, erhaltene Anweisungen, Abweichungen vom Soll)	arbeitstäglich	öBÜ
Verlegepläne	arbeitstäglich	öBÜ
Bauzeitenplan mit fortlaufender Aktualisierung des Soll- / Ist - Vergleiches	nach Aufforderung	öBÜ und BOL
Kartierung der Probeentnahmestellen und Protokollierung der durchgeführten Prüfungen und deren Ergebnisse	arbeitstäglich	öBÜ und FP
Dokumentation Lieferunterlagen und der Warenidentifikation	bei jeder Anlieferung	öBÜ und FP
Transport- und Lagerschäden	bei jeder Anlieferung, spätestens jedoch vor Einbaubeginn der jeweiligen Liefercharge	öBÜ und FP
Fotodokumentation	Im Bedarfsfall	öBÜ und FP
Bestandspläne / endgültige Verlegepläne / Dokumentationsunterlagen / Materiallisten / Listen usw.	spätestens 1 Monat nach jeweiligem Einbauende	öBÜ und FP
Schlussbericht und Dokumentation der gesamten Maßnahme	spätestens 1 Monat nach schriftlich angezeigter Fertigstellung durch die bauausführende Firma	öBÜ und FP

Vorgenannte Fristen beinhalten Abstimmungen mit dem AG und der FP sowie hieraus resultierende eventuelle Korrekturen und Ergänzungen.



## 7.7      Dokumentation der Fremdprüfung

Die FP hat folgende Dokumentationen auf Basis der vorgelegten Dokumentationen der Eigenprüfung und Eigenkontrolle zu erstellen und dem AG und der BOL zur Prüfung zu übergeben:

Inhalt der Dokumentation	zeitliche Abfolge / Termine
Kartierung der Probenahmestellen und Protokollierung der durch die FP durchgeführten Felduntersuchungen und deren Ergebnisse	am Tag der durchgeführten Untersuchung
Bewertung der Material- und Produktnachweise	spätestens 14 Kalendertage nach Erhalt der Unterlagen
Bewertung von Werkszeichnungen	spätestens 14 Kalendertage nach Erhalt der Unterlagen
Bewertung von Zusatzmaßnahmen	innerhalb von 5 Kalendertagen
Bewertung von Sanierungsmaßnahmen	innerhalb von 5 Kalendertagen
Verfahrensprüfung	innerhalb von 10 Kalendertagen
Laborprüfungen von Materialproben	innerhalb von 10 Kalendertagen
Bewertung der Unterlagen der Eigenüberwachung	innerhalb von 5 Kalendertagen nach Erhalt der vollständigen Unterlagen
Fotodokumentation	laufend nach Erfordernis
Fortschreibung des QMP	nach Bedarf bei Änderungen, Ergänzungen und Aktualisierungen
Vorabbewertung der Dokumentation der Eigenprüfung und Eigenkontrolle	spätestens 15 Kalendertage nach schriftlich angezeigter Fertigstellung durch die bauausführende Firma
Schlussbericht mit Abnahmeempfehlung	spätestens 3 Monate nach schriftlich angezeigter Fertigstellung durch die bauausführende Firma

Vorgenannte Fristen beinhalten alle Abstimmungen sowie hieraus resultierende eventuelle Korrekturen und Ergänzungen.

Vorgenannte Unterlagen sind nach Fertigstellung durch den AG an die zuständige Genehmigungsbehörde weiterzuleiten.

## **8            Unterschriften des Genehmigungsinhabers, Planers und Fremdprüfers**

### **Genehmigungsinhaber / Deponiebetreiber:**

**Landkreis Zollernalbkreis**

Hirschbergstraße 29

72336 Balingen

Balingen, den 15.01.2020

---

### **Planverfasser:**

Sweco GmbH

Jakob-Anstatt-Straße 2

55130 Mainz

Mainz, den 15.01.2020

---

Heiko Töhne

Anna Katharina Haßlinger

### **Fremdprüfung:**

---