



## Mineralische Deponieabdichtungen

Konkretisierende Anforderungen an zu verdichtende Deponieabdichtungskomponenten aus natürlichen, mineralischen Materialien

Gemeinsames Merkblatt des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)

[LfU-Deponie-Info – Merkblatt 1](#)

[LANUV-Arbeitsblatt 6](#)



## **Mineralische Deponieabdichtungen**

Konkretisierende Anforderungen an zu verdichtende Deponieabdichtungskomponenten aus natürlichen, mineralischen Materialien

Gemeinsames Merkblatt des **Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU)** und des **Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)**

**LfU-Deponie-Info – Merkblatt 1**

**LANUV-Arbeitsblatt 6**

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen  
Augsburg/Recklinghausen 2009

## IMPRESSUM

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)    Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160    NordrheinWestfalen (LANUV NRW)  
86179 Augsburg    Leibnizstr. 10, 45659 Recklinghausen  
Telefon (08 21) 90 71 - 0    Telefon (0 23 61) 305 - 0  
Telefax (08 21) 90 71 - 55 56    Telefax (0 23 61) 305 - 32 15  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)    E-Mail: [poststelle@lanuv.nrw.de](mailto:poststelle@lanuv.nrw.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)    Internet: [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de)

Bearbeitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 36  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Fachbereich 72

Titelfoto: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

ISSN: 1864-8916 LANUV-Arbeitsblätter

---

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>4</b>
<b>Material- und Prüfanforderungen bei der Herstellung von Deponieabdichtungssystemen natürlicher, mineralischer Abdichtungskomponenten</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Material- und Einbauparameter</b> .....	<b>5</b>
1.1 Mineralisches Dichtungsmaterial Basisabdichtungssystem .....	5
1.2 Mineralisches Dichtungsmaterial Oberflächenabdichtungssystem .....	6
1.3 Entwässerungssystem .....	7
<b>2 Eignungsprüfungen</b> .....	<b>8</b>
2.1 Mineralisches Material und Material für die Entwässerungsschicht .....	8
2.1.1 Materialnachweis .....	8
2.1.2 Laborversuche .....	8
2.1.2.1 Klassifizierung .....	8
2.1.2.2 Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127 (Ausgabe 11/97) .....	9
2.1.2.3 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-1 (Ausgabe 5/98) ...	9
2.1.2.4 Bestimmung der Festigkeit und Zusammendrückbarkeit .....	9
2.2 Eignungsprüfung im Großmaßstab .....	9
2.2.1 Herstellung des Versuchsfeldes .....	9
2.2.2 Untersuchungen .....	10
2.2.2.1 Laborversuche .....	10
2.2.2.2 Feldversuche .....	10
2.3 Auswertung der Eignungsprüfungen .....	10
<b>3 Qualitätsmanagement und Abnahme</b> .....	<b>11</b>
3.1 Qualitätslenkung .....	11
3.1.1 Mineralische Dichtungsschicht .....	11
3.1.2 Entwässerungssystem .....	12
3.2 Qualitätsprüfung .....	12
3.2.1 Mineralische Dichtungsschicht und Deponieauflager .....	12
3.2.1.1 Felduntersuchungen .....	12
3.2.1.2 Laboruntersuchungen .....	13
3.3 Abnahme .....	13

Dieses Merkblatt ist eine Fortschreibung des Anhangs E der Technischen Anleitung Abfall vom 12.3.1991. Die Änderungen und Ergänzungen wurden gemeinsam durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) und das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) vorgenommen. Für fachliche Anregungen bedanken wir uns bei Herrn Dr. Ulrich Henken–Mellies, Herrn Oliver Herzog, Herrn Dr.-Ing. Dirk Heyer und Frau Dr. Ingrid Obernosterer.

## **Einführung**

Mit der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.4.2009 werden die Anforderungen der Deponieverordnung, der Abfallablagerungsverordnung sowie der Deponieverwertungsverordnung in einer neuen Deponieverordnung (DepV) zusammengefasst. Zeitgleich wurden die drei Verwaltungsvorschriften Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz des Grundwassers (1990), TA Abfall (1991) und TA Siedlungsabfall (1993) aufgehoben. Somit stehen die im Anhang E TA Abfall festgelegten Anforderungen an natürliche, mineralische Dichtungsmaterialien nicht mehr zur Verfügung.

Um diese Anforderungen an Material- und Einbauparameter für Dichtungsmaterialien im Basis- und Oberflächenabdichtungssystem von Deponien weiterhin verfügbar zu haben, werden die bis dahin bundesweit geltenden Anforderungen in modifizierter Form in diesem Merkblatt niedergelegt. Bei Bedarf wird dieses Merkblatt fortgeschrieben.

## **Anwendungsbereich**

Durch die im Merkblatt aufgeführten Standards erfolgt eine Konkretisierung der Anforderungen der im Anhang 1 der DepV aufgeführten mineralischen Abdichtungskomponenten aus natürlichen, mineralischen Materialien (z.B. Ton, Schluff, Lehm), deren Wirkung auf der Begrenzung des Porenvolumens und der hydraulischen Leitfähigkeit beruht.

Nicht von diesen Konkretisierungen erfasst werden mineralische Abdichtungskomponenten, die nicht ausschließlich aus natürlichen Materialien bestehen (z.B. Trisoplast<sup>®</sup>), und Abdichtungskomponenten, für die eine Eignungsbeurteilung der Länder vorliegt (z.B. METHA-Material).

# Material- und Prüfanforderungen bei der Herstellung von Deponieabdichtungssystemen natürlicher, mineralischer Abdichtungskomponenten

## Vorbemerkung:

Für Deponieabdichtungssysteme gelten die Anforderungen des Anhangs 1 DepV. Für natürliche, mineralische Dichtungskomponenten sind weitergehende Anforderungen erforderlich, die in diesem Merkblatt genannt werden.

## 1 Material- und Einbauparameter

Material und Einbau müssen so gewählt werden, dass die Funktionserfüllung der mineralischen Dichtungsschicht unter allen äußeren und gegenseitigen Einwirkungen über einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren nachgewiesen ist. Da die stoffliche Beständigkeit mineralischer Materialien als gegeben vorausgesetzt werden darf, kann sich der Nachweis auf die durch Wassergehaltsänderungen verursachte Gefügebildung (Austrocknung und Schrumpfung) beschränken. Hinweise zur Führung dieses Nachweises sind in Bearbeitung und werden voraussichtlich in der vorgesehenen Neubearbeitung dieses Merkblattes dargestellt.

Bei der Materialbeschaffung und beim Einbau sind die folgenden Anforderungen zu beachten:

### 1.1 Mineralisches Dichtungsmaterial Basisabdichtungssystem

- a) Die Kornabstufung des mineralischen Materials ist so zu wählen, dass ein Austragen von Feinstbestandteilen nicht möglich ist (Suffosionsbeständigkeit). Der Anteil an Feinstkorn < 2 µm (DIN 18123) sollte mindestens 20 Gew.-% betragen.
- b) Der Anteil und die Art an Tonmineralien ist auf das im Einzelfall erforderliche Adsorptionsvermögen abzustimmen (mindestens 10 Gew.-%).
- c) Böden mit Grobkies und Steinen, Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen dürfen nicht verwendet werden. Die im Boden verteilte organische Substanz darf 5 Gew.-% nicht überschreiten. Der Karbonatanteil darf nicht mehr als 30 Masse-% betragen; sofern mit kalkaggressivem Sickerwasser zu rechnen ist, darf er nicht mehr als 15 Masse-% betragen.
- d) Das mineralische Material muss im eingebauten Zustand den zu berechnenden Verformungen plastisch folgen können. Auflastbedingte Verformungen des Dichtungsaufagers dürfen die Funktionstüchtigkeit der Deponieabdichtungssysteme nicht nachteilig beeinträchtigen.

- e) Das Dichtungsmaterial muss im eingebauten Zustand homogen sein und einen gleichmäßigen Einbauwassergehalt aufweisen.
- f) Jede eingebaute Lage mineralischen Materials muss mindestens einen Verdichtungsgrad  $D_{pr} > 95 \%$  aufweisen, für gemischtkörnige Dichtungsmaterialien gilt ein Verdichtungsgrad von  $D_{pr} > 97 \%$ .
- g) Der Einbauwassergehalt ( $w$ ) muss über dem Proctorwassergehalt ( $w_{pr}$ ) liegen. Es gilt:  $w_{pr} < w < w(0,95)$ . Wird davon abgewichen, ist durch Erhöhung der Verdichtungsenergie ein Luftporenanteil  $n_a \leq 5 \%$  einzuhalten, für gemischtkörnige Dichtungsmaterialien gilt ein Luftporenanteil von  $n_a \leq 3 \%$ .
- h) Für gemischtkörniges, mit Tonmehlen vergütetes mineralisches Dichtungsmaterial, kann der Anteil an Feinstkorn nach Buchstabe a und der Anteil an aktiven Tonmineralgehalten nach Buchstabe b abweichen.

## 1.2 Mineralisches Dichtungsmaterial Oberflächenabdichtungssystem

- a) Die Kornabstufung des mineralischen Materials ist so zu wählen, dass ein Austragen von Feinstbestandteilen nicht möglich ist (Suffosionsbeständigkeit).
- b) Die aktiven/quellfähigen Tonminerale sind zu begrenzen. Die Rekultivierungsschicht ist so auszulegen, dass keine schädlichen Wasserspannungen auf die mineralische Dichtung einwirken können. Zur Austrocknungsempfindlichkeit ist ein Gutachten vorzulegen, welches auch den vorgesehen dauerhaften Schutz der mineralischen Oberflächenabdichtungskomponente (z.B. Art und Stärke der Rekultivierungsschicht) am Standort berücksichtigt. Hierzu ist der jeweilige Stand der Technik (z.B. GDA – Empfehlungen) zu berücksichtigen.
- c) Böden mit Holz, Wurzeln und anderen Fremdstoffen dürfen nicht verwendet werden. Die im Boden verteilte organische Substanz darf 5 Gew.-% nicht überschreiten. Der Karbonatanteil darf nicht mehr als 30 Masse-% betragen.
- d) Das mineralische Material muss im eingebauten Zustand den zu berechnenden Verformungen plastisch folgen können. Auflastbedingte Verformungen des Dichtungsaufbauers dürfen die Funktionstüchtigkeit der Deponieabdichtungssysteme nicht nachteilig beeinträchtigen.
- e) Das Dichtungsmaterial muss im eingebauten Zustand homogen sein und einen gleichmäßigen Einbauwassergehalt aufweisen.
- f) Jede eingebaute Lage mineralischen Materials muss mindestens einen Verdichtungsgrad  $D_{pr} > 95 \%$  aufweisen, für gemischtkörnige Dichtungsmaterialien gilt ein Verdichtungsgrad von  $D_{pr} > 97 \%$ .

- g) Der Einbauwassergehalt ( $w$ ) muss im Bereich des optimalen Wassergehalts oder unter dem Proctorwassergehalt ( $w_{pr}$ ) liegen. Durch Erhöhung der Verdichtungsenergie ist ein Luftporenanteil  $n_a \leq 5 \%$  einzuhalten, für gemischtkörnige Dichtungsmaterialien gilt ein Luftporenanteil von  $n_a \leq 3 \%$ .
- h) Für gemischtkörniges, mit Tonmehlen vergütetes mineralisches Dichtungsmaterial, kann der Anteil an Feinstkorn nach Buchstabe a und der Anteil an aktiven Tonmineralgehalten nach Buchstabe b abweichen.

### 1.3 Entwässerungssystem

- a) Die chemisch/physikalische und mechanische Beständigkeit des Materials für die Entwässerungsschicht und der Sickerrohre ist so zu wählen, dass die Entwässerungswirkung bei Basisabdichtungen durch die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Sickerwassers und die mechanischen Auflasten aus dem Deponiekörper und bei Oberflächenabdichtungen durch die Auflasten der Rekultivierungsschicht oder einer technischen Funktionsschicht nicht nachteilig beeinträchtigt wird.
- b) Es sind 2/3 gelochte oder geschlitzte Sickerrohre zu verwenden. Die Sickerrohre müssen mindestens einen Durchmesser DN 300 mm haben und sollen in den Tiefpunkten der Oberfläche der Dichtung so verlegt werden, dass das Sickerwasser in freiem Gefälle zum Deponierand abgeleitet wird.
- c) Die Tragfähigkeit der Sickerrohre muss nachgewiesen werden.
- d) Entwässerungsschächte im Deponiekörper sind grundsätzlich zu vermeiden. Sofern dies nicht möglich ist, sind sie zu bemessen. Im Bereich der Entwässerungsschächte darf sich das Setzungsverhalten der Schächte nicht von dem des Deponiekörpers unterscheiden. Mantelreibungsbedingte Lastkonzentrationen auf der Dichtungsschicht sind durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern.

Neben den Anforderungen der Buchstaben a bis d sind die GDA-Empfehlung E 2-14, Basisentwässerung bei Siedlungsabfalldeponien, Stand 1997, bzw. die GDA-Empfehlung E 2-20, Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, Stand 2003, einzuhalten.

- e) Bei Oberflächenabdichtungen ohne Konvektionssperre (Kunststoffdichtungsbahn oder Deponieasphalt) sollen Maßnahmen zur Begrenzung des konvektiven Transports von Wasser in der Dampfphase in der Entwässerungsschicht getroffen werden (z.B. durch eine geeignete Körnung oder eine Sandschutzschicht).



## **2 Eignungsprüfungen**

Für die zur Herstellung von Deponieabdichtungssystemen benötigten mineralischen Materialien sowie für die beabsichtigten Herstellungsverfahren sind Eignungsprüfungen durchzuführen. Folgende Anforderungen gelten:

### **2.1 Mineralisches Material und Material für die Entwässerungsschicht**

#### **2.1.1 Materialnachweis**

Material der geforderten Qualität muss in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Der Nachweis hierüber ist auf der Grundlage von Bohrungen und Schürfen nach DIN 4021, Teil 1 (Ausgabe Juli 1971) in Verbindung mit geologisch-petrographischen und ingenieurgeologischen Untersuchungen zu führen.

#### **2.1.2 Laborversuche**

Folgende Untersuchungen sind mindestens erforderlich:

Beim Material für die Entwässerungsschicht sind nur die Untersuchungen nach Nummer 2.2.2.1 Buchstabe a und Buchstaben e bis g dieses Merkblatts erforderlich.

##### **2.1.2.1 Klassifizierung**

Anhand der Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen ist das Material nach DIN EN ISO 14688-1 (Ausgabe 1/03) und DIN 18196 (Ausgabe 6/06) zu klassifizieren. Die Anzahl der Einzelproben ist nach der Streuung der Materialkennwerte festzulegen. Drei repräsentative Einzelproben sind mindestens erforderlich:

- a) Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Ausgabe 11/96),
- b) Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN 18121-1 (Ausgabe 4/98),
- c) Bestimmung der Konsistenzgrenzen und der abgeleiteten Werte nach DIN 18122-1 (Ausgabe 7/97) und DIN 18122-2 (Ausgabe 9/00),
- d) Bestimmung der Wasseraufnahme nach ENSLIN/NEFF DIN 18132 (Ausgabe 12/95),
- e) Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 (Ausgabe 12/02),
- f) Bestimmung des Kalkgehaltes nach SCHEIBLER DIN 18129 (Ausgabe 11/96),
- g) Geologische Beschreibung, Gesteinsbeschreibung, Bestimmung der Tonminerale (qualitativ).

### 2.1.2.2 Bestimmung der Proctordichte nach DIN 18127 (Ausgabe 11/97)

### 2.1.2.3 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-1 (Ausgabe 5/98)

Im Hinblick auf die Abnahme mineralischer Dichtungsschichten nach Nummer 3.3 dieses Merkblatts ist ggf. die Gleichwertigkeit von Schnellversuchen nachzuweisen.

### 2.1.2.4 Bestimmung der Festigkeit und Zusammendrückbarkeit

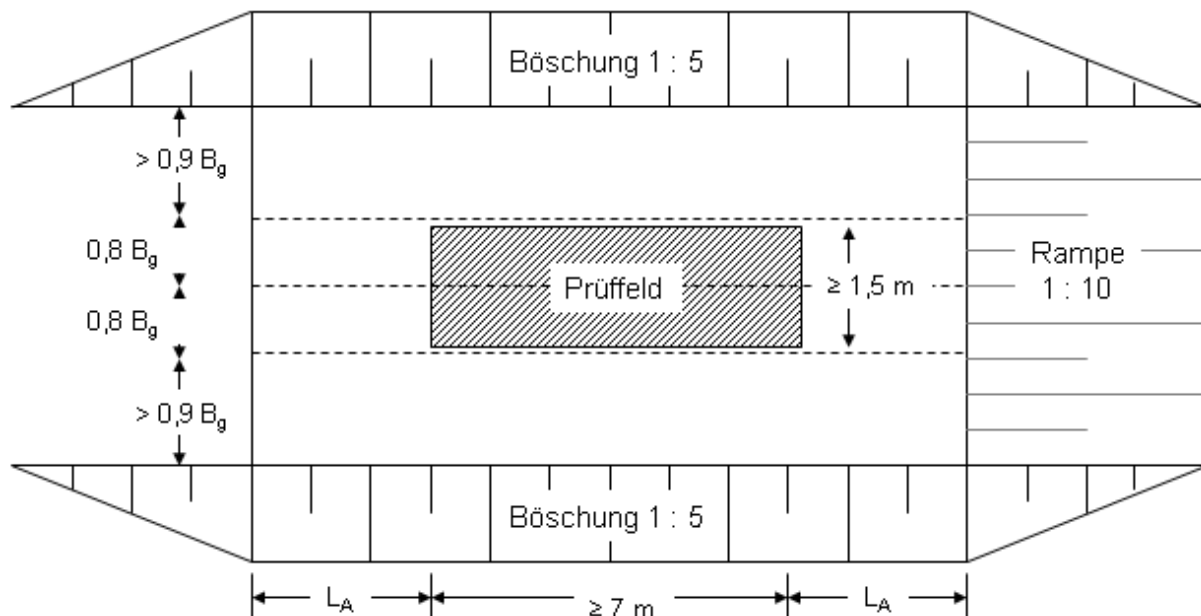
- Dreiaxialer Druckversuch, DIN 18137-2 (Ausgabe 12/90)
- Direkter Scherversuch, DIN 18138-3 (Ausgabe 8/90)
- Einaxialer Druckversuch, DIN 18136 (Ausgabe 11/03)

## 2.2 Eignungsprüfung im Großmaßstab

### 2.2.1 Herstellung des Versuchsfeldes

Versuchsfelder dürfen nur in fachlich begründeten Fällen Bestandteil der Abdichtung werden.

Die Abmessungen des Versuchsfeldes sollen denen in Abb. 1 entsprechen. Bei Böschungen steiler 1 : 4 ist ein zusammenhängendes Versuchsfeld für die Abdichtungsschicht und die Böschung anzulegen. Die Arbeitsgeräte müssen das Prüffeld in Abb. 1 mit konstanter Geschwindigkeit befahren.



**Abbildung 1:** Versuchsfeld ( $B_g$ : Gerätebreite,  $L_A$ : Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecke)

## **2.2.2 Untersuchungen**

Das Prüffeld ist zu untersuchen; Feldversuche und Laborversuche sind erforderlich.

### **2.2.2.1 Laborversuche**

Aus jeder eingebauten Lage des Prüffeldes sind an vier Stellen Proben aus den untersten 10 cm zu entnehmen. Zusätzlich ist je eine Probe aus den Lagenübergängen zu entnehmen.

Alle Proben sind nach Nummer 2.1.2.1 bis 2.1.2.4 dieses Merkblatts zu untersuchen.

### **2.2.2.2 Feldversuche**

Im Prüffeld ist ein Schurf anzulegen, in dem die Qualität der verdichteten Einbaulagen visuell zu prüfen ist. Außerdem sind folgende Untersuchungen durchzuführen:

- a) Bestimmung der Dichte nach DIN 18125-2 (Ausgabe 8/90) oder nach Kalibrierung mit einer radiometrischen Sonde,
- b) Bestimmung des Verformungsmoduls nach DIN 18134 (Ausgabe 9/01),
- c) Überprüfen der Homogenität nach DIN 4094 (Ausgabe 12/90),
- d) Bestimmung des Wassergehalts.

## **2.3 Auswertung der Eignungsprüfungen**

Die Ergebnisse nach den Nummern 2.1 und 2.2 dieses Merkblatts sind unter Angabe der Versuchsbedingungen auszuwerten und zu dokumentieren. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse am Prüffeld nach Nummer 2.2 dieses Merkblatts sind insbesondere folgende Angaben zu berücksichtigen:

- a) Verdichtungsmethode,
- b) Verdichtungsgeräte,
- c) Anzahl der Verdichtungsübergänge,
- d) Arbeitsgeschwindigkeit der Verdichtungsgeräte,
- e) Dicke der unverdichteten und verdichteten Lagen,
- f) Art der Homogenisierung des mineralischen Materials.

Es sind die für die Herstellung des Planums und des Abdichtungssystems maßgebenden Angaben, z.B. Materialkennwerte, Einbaugeräte und Verfahren, festzulegen und von der zuständigen Behörde zu genehmigen. Insbesondere sind Zusammenhänge zwischen Kornverteilung, Dichte, Wassergehalt und Durchlässigkeitsbeiwert sowie Korrelationsmöglichkeiten zwischen den Ergebnissen der Eignungsprüfungen und den im Versuchsfeld tatsächlich erreichten Werten darzustellen.

Die Ergebnisse sind wesentlicher Bestandteil des Qualitätsmanagementplans nach E 5-1 Nr. 2 der GDA - Empfehlungen.

## **3 Qualitätsmanagement und Abnahme**

Im Qualitätsmanagementplan nach E 5-1 Nr. 2 der GDA - Empfehlungen werden die Qualitätslenkung, -überwachung und -kontrolle geregelt. Folgende Anforderungen gelten:

### **3.1 Qualitätslenkung**

Zur Qualitätssicherung müssen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

#### **3.1.1 Mineralische Dichtungsschicht**

- a) Die für die Entnahme des mineralischen Materials vorgesehenen Gewinnungsstellen sind so eingehend zu untersuchen, dass die Bandbreite der zu erwartenden Materialzusammensetzung bekannt ist. Bei sehr wechselhaft aufgebauten Gewinnungsstellen soll eine laufende Überwachung der Materialentnahme durch die Fremdprüfung nach E 5-1 der GDA - Empfehlungen vorgenommen werden.
- b) Mineralische Dichtungsschichten dürfen nicht bei Wetterlagen hergestellt werden, die einer Einhaltung der geforderten Einbaubedingungen (Wassergehalt, Verdichtungsgrad, Durchlässigkeitsbeiwert) entgegenstehen, wie z.B. Frostwetterlagen.
- c) Mit Beginn der Frostperiode sind fertig gestellte Systemkomponenten bzw. das fertig gestellte Dichtungssystem vor frostbedingten Beschädigungen (z.B. frostsichere Abdeckung) zu schützen.
- d) Die Oberfläche des Deponieauflagers und jeder fertig gestellten Einbaulage der mineralischen Dichtungsschicht ist ausreichend zu entwässern. Schrumpfrisse sind durch technische Maßnahmen zu vermeiden.
- e) Die Herstellung des Deponieabdichtungssystems muss mit den nach Nummer 2.2 und 2.3 dieses Merkblatts festgelegten und genehmigten Geräten erfolgen.
- f) Sofern das mineralische Material zur Erreichung einer homogenen Dichtungsmasse durch Zerkleinern oder Einmischen von Feinkornzugaben behandelt wird, hat dies in Zwangsmischern zu erfolgen (mixed-in-plant Verfahren). Das Fräsen in einem externen Mischfeld (ex-situ) zur Herstellung der Homogenität darf nur nach positiv verlaufendem großmaßstäblichem Versuch durchgeführt werden.
- g) Bei der Verwendung von stückigem Material dürfen Bodenaggregate, die größer als 32 mm sind, nicht eingebaut werden; hiervon ausgenommen sind gemischtkörnige Dichtungsmaterialien.
- h) Die erforderliche Einbaulagendicke, die nicht mehr als 10 % überschritten werden darf, wird im Versuchsfeld ermittelt. Bei feinkörnigen Böden (Tonen) liegt in der Regel die maximal zu erreichende homogen zu verdichtende Lagendicke bei 0,25 m. Auf eine gute Verzahnung (Verbund) der aufeinander eingebauten Lagen ist zu achten.

- i) Schürfe- und Sondieröffnungen in der mineralischen Dichtungsschicht sind entsprechend den Anforderungen dieses Merkblatts sorgfältig zu verschließen.
- j) Nach Fertigstellung jeder verdichteten Lage muss diese nach den Nummern 3.2.1 und 3.3 abgenommen werden, bevor mit dem Einbau der darauffolgenden Lage begonnen wird bzw. mit den Verlegearbeiten für die Kunststoffdichtungsbahnen begonnen wird.
- k) Auf Böschungen, deren Neigung steiler als 1 : 2,5 ist, ist die mineralische Dichtung in der Regel in horizontalen Lagen einzubauen. In diesem Fall muss die Mindestdicke der mineralischen Dichtungsschicht entsprechend der Böschungsneigung verstärkt werden. Der unzureichend verdichtete Randbereich, der als Auflager für die Kunststoffdichtungsbahnen vorgesehen ist, muss abgeschoben werden. Ein lagenweiser böschungparalleler Einbau ist bei steileren Böschungen nur zulässig, wenn an einem entsprechenden Versuchsfeld die Einhaltung der Einbaubedingungen nachgewiesen worden ist.

### **3.1.2 Entwässerungssystem**

- a) Fremdlufteinbrüche in das Entwässerungssystem sind zu verhindern. Dies kann beispielsweise durch Anordnung eines Syphons im Entwässerungsschacht erfolgen.
- b) Bis zu einer Überdeckung des Entwässerungssystems von 2 m ist die Abfallablagerung so zu steuern, dass die Funktionsfähigkeit des Entwässerungssystems nicht nachteilig beeinflusst werden kann.

## **3.2 Qualitätsprüfung**

Es sind Eigen- und Fremdprüfungen nach Nummer 3.2.1 dieses Merkblatts durchzuführen. Die Fremdprüfung hat durch einen Dritten zu erfolgen. Die zuständige Behörde hat die Arbeiten zu überwachen, sie hat sich u.a. davon zu überzeugen, dass der Fremdüberwacher ordnungsgemäß arbeitet.

### **3.2.1 Mineralische Dichtungsschicht und Deponieauflager**

Je eingebaute Lage sind Feld- und Laboruntersuchungen erforderlich. Sofern das Deponieauflager aus natürlich anstehendem Untergrund besteht, sind in der Regel Untersuchungen nach Nummer 3.2.1.1 dieses Merkblatts ausreichend.

#### **3.2.1.1 Felduntersuchungen**

- a) Alle 1.000 m<sup>2</sup> je verdichteter Lage - mindestens aber an drei verschiedenen Stellen - ist die Dichte nach DIN 18125, Teil 2 (Ausgabe 8/99) im unteren Drittel der jeweiligen Lage zu bestimmen. Bei mineralischen Dichtungsschichten kann die Dichte in einem Überwachungsschritt (Eigen- oder Fremdprüfung) ersatzweise nach Kalibrierung mit einer radiometrischen Sonde im Rasterabstand von 15 × 15 m bestimmt werden.

- b) Beim Deponieauflager kann die Dichte ersatzweise auch durch Plattendruckversuche nach DIN 18134, Vornorm (Ausgabe 9/01) und ZTVE StB 94 (zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 1994) ermittelt werden. Sofern die mineralische Dichtung in der Böschung nach Nummer 3.1.1 Buchstabe k dieses Merkblatts in horizontalen Lagen eingebaut wurde, ist die Dichte jeweils alle 30 m eingebaute Dichtungslage zu bestimmen.
- c) Die Oberfläche jeder fertig gestellten Dichtungslage bzw. des Deponieauflagers ist unmittelbar vor dem Aufbringen der nachfolgenden Lage bzw. der Kunststoffdichtungsbahn visuell zu prüfen.
- d) Die Dicke und die Ebenheit der Dichtungsschicht bzw. des Deponieauflagers ist durch höhenmäßige Vermessung der Oberfläche im Raster 20 × 20 m zu prüfen. Im Böschungsbereich ist diese Prüfung je 50 m<sup>3</sup> eingebautem mineralischem Material durchzuführen.

### **3.2.1.2 Laboruntersuchungen**

Alle 1.000 m<sup>2</sup> je verdichteter Lage - mindestens aber an 3 verschiedenen Stellen - sind Proben zu entnehmen und nach Nummer 2.1.2.1 Buchstabe b und Nummer 2.1.2.3 dieses Merkblatts zu untersuchen. Sofern grobstückiges Material eingebaut wurde, ist die erreichte Zerkleinerung nach Nummer 3.1.1 Buchstabe g dieses Merkblatts zu prüfen. An jeder 4. Probe sind zusätzlich - mindestens jedoch 1 mal pro Einbautag bzw. Teilfläche - die Untersuchungen nach den Nummern 2.1.2.1 Buchstabe a und 2.1.2.2 dieses Merkblatts durchzuführen.

Abweichend hiervon können dazu auch Schnellversuche zur Anwendung kommen, deren Gleichwertigkeit im Rahmen der Eignungsprüfung nachzuweisen ist.

## **3.3 Abnahme**

Die Abnahme jeder einzelnen Komponente von Deponieabdichtungssystemen erfolgt durch die Eigen-, Fremdprüfung und behördliche Kontrolle.

Zur Abnahme eines jeden Teilabschnittes fertig gestellter mineralischer verdichteter Lagen muss mindestens das Ergebnis eines Durchlässigkeitsversuches vorliegen.

Im Rahmen der Abnahme des gesamten Deponiebasisabdichtungssystems sind der Zustand und die Höhenlage der Sickerrohre im Entwässerungssystem zu prüfen.