

E 3-12 Eignungsprüfung mineralischer Entwässerungsschichten

April 2011

1 Allgemeines

Die Entwässerungssysteme in Deponien sind Bestandteile der Abdichtungssysteme. Die vorliegende Empfehlung gilt sowohl für Basis- als auch für Oberflächenentwässerungssysteme aus mineralischen Baustoffen (siehe E 2-14 bzw. E 2-20).

Die Ableitung des Wassers in der Ebene der Entwässerungsschichten wird als Dränung bezeichnet. Zur Verhinderung von Erosions- und Kolmationserscheinungen werden, soweit erforderlich, kornabgestufte, mineralische oder geotextile Filter angeordnet.

Die für Entwässerungsschichten verwendeten mineralischen Baustoffe können natürlichen Vorkommen entstammen (Kies, Splitt, gebrochenes Festgestein), sie können in industriellen Prozessen (z.B. Schlacken) entstanden sein oder als Recyclingmaterial durch Aufbereitung von zuvor als Baustoff eingesetzten anorganischen Materialien gewonnen werden.

Ihre Eignung für den Einsatz in Entwässerungssystemen ist in jedem Anwendungsfall nachzuweisen. Die Ergebnisse der Eignungsprüfung sind als Richtwerte für die Prüfungen im Zuge der Qualitätssicherung nach E 5-6 zu verwenden, sie können auch zur Optimierung der Anforderungen an Lieferung, Einbau und Beanspruchung im Einbauzustand verwendet werden.

2 Probennahme

Da die für Entwässerungsschichten als Drän- und Filtermaterial verwendeten mineralischen Baustoffe zum Entmischen neigen, ist der Probenahme besondere Beachtung zu schenken. Die Probenahme ist im Herstellerwerk nach DIN EN 932-1 unter Berücksichtigung von Abschnitt 2.2 der TP GESTEIN-STB, 2008 durchzuführen.

Die erforderliche Mindestmenge der zu entnehmenden Probe sollte das 4-fache der zu untersuchenden Probe (Laboratoriumsprobe) betragen. Die Laboratoriumsprobe wird aus der entnommenen Probemenge durch Probenteilung nach DIN EN 932-1 hergestellt. Die erforderliche Menge für die Laboratoriumsprobe ist vom Größtkorn und von den durchzuführenden Versuchen abhängig. Erfahrungsgemäß sind bei Kies und gebrochenem Felsgestein für die Lieferkörnung 16/32 mm ca. 60 kg ausreichend, wobei darin bereits eine Reserve für Wiederholungsprüfungen enthalten ist. Für die Lieferkörnung 8/16 mm wird eine Probemenge von ca. 50 kg benötigt. Für die Untersuchung feinerer Körnung genügen i. allg. 20 kg.

Die Behältnisse sind nach DIN EN 932-1 eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung soll umfassen:

- Bezeichnung der Proben
- Ort der Probenahme
- Datum der Probenahme
- Art der entnommenen Probe

Über die Probenahme ist eine Niederschrift gemäß DIN EN 932-1 anzufertigen.

3 Durchzuführende Versuche

3.1 Petrografische Beschreibung und stoffliche Kennzeichnung

Natürliche mineralische Drän- und Filtermaterialien sind gesteinskundlich nach DIN EN 932-3 zu beschreiben. Es genügt in der Regel die Grobansprache der Gesteinsart und die Beschreibung von Farbe und Beschaffenheit der Oberfläche. Untersuchungen an Dünnschliffen, röntgenographische Untersuchungen und sonstige weitergehende mineralogische Analysen sind in begründeten Fällen gesondert festzulegen. Dabei kann nach DIN 52100-2 verfahren werden.

Die stoffliche Kennzeichnung industriell hergestellter Gesteinskörnungen erfolgt in Anlehnung an Abschnitt 3.1.4 und von Recyclingbaustoffen nach Abschnitt 3.1.5 der TP GESTEIN-STB, 2008.

3.2 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung ist nach DIN EN 933-1 zu bestimmen.

Für Basisentwässerungssysteme der Deponieklassen I, II und III ist nach DIN 19667 und E 2-14 die Korngruppe $d/D = 16/32$ mm nach DIN EN 12620 für die unteren 30 cm als Regelausführung vorgeschrieben. In Bild 3-12.1 ist angegeben, in welcher Bandbreite die Kornverteilungskurven des Dränmaterials bei der Eignungsprüfung liegen sollen.

Zur Begrenzung der biogenen Verkrustungstendenz oder der Auswirkungen von Auskristallisationen ist der Unterkornanteil gering zu halten. Für das zulässige Unterkorn ist die dargestellte untere Sieblinie als Grenzwert bei der Eignungsprüfung (einschl. Prüffehler) zu betrachten. Grenzwerte im Rahmen der Eignungsprüfung sind 10% < 16 mm, 2% < 8 mm, 1% < 2 mm, 0,5% < 0,06 mm.

Als Grenzwerte im eingebauten Zustand (für Prüfungen in der Qualitätssicherung) gelten: 15% < 16 mm, 4% < 8 mm, 2% < 2 mm, 1% < 0,06 mm, 10% > 32 mm (obere Linie).

Bei anderen Korngruppen ist der Unterkornanteil sinngemäß ebenfalls auf 15% im eingebauten Zustand bzw. auf 10% bei der Eignungsprüfung zu begrenzen. Die Grenzwerte im Unterkornbereich nach Bild 3-12.1 gelten auch für andere Korngruppen.

Bild 3-12.1: Körnungsband der Korngruppe 16/32 mm für Basis-Entwässerungsschichten

3.3 Rohdichte

Die Rohdichte ist nach DIN EN 1097-6 zu bestimmen.

3.4 Kornform

Die Kornform ist nach DIN EN 933-4 zu bestimmen.

3.5 Organische Bestandteile

Der Anteil organischer Bestandteile ist als Glühverlust nach DIN 18128 zu bestimmen. Bei grober Körnung, die offensichtlich keine organischen Bestandteile enthält, erübrigt sich der Versuch.

Die Beurteilung des Glühverlustes von Deponieersatzbaustoffen erfolgt gemäß den Zulässigkeitskriterien und Zuordnungswerten der Tabellen 1 und 2 des Anhangs 3 der DEPONIEVERORDNUNG (DEPV), 2009.

3.6 Gesamtcarbonatanteil

3.6.1 Allgemeines

Carbonate sind je nach Korngröße, Oberflächenrauigkeit, Kationenbestand, dem pH-Wert und Elektrolytgehalt des Sickerwassers sowie der Temperatur und weiteren Milieuparametern leichter oder weniger leicht löslich. Für die Beurteilung der Gefahr einer chemischen Auflösung von mineralischen Baustoffen in Entwässerungsschichten ist der Gesamtcarbonatgehalt entscheidend.

3.6.2 Probenvorbereitung

Die Proben werden im angelieferten Zustand durch Probenteilung nach DIN EN 932-2 von Hand oder mit einem Probenteiler (Riffelteiler) auf eine Prüfgutmenge von zwei Durchschnittsproben von je ca. 5000 g bei Untersuchung der Korngruppe 16/32 mm geteilt (für geringere Korndurchmesser genügen entsprechend geringe Prüfgutmengen). Eine der beiden Durchschnittsproben dient als Rückstellprobe. Die andere wird in einem Behälter 2 Stunden unter Wasser gelagert. Danach wird sie etwa 5 Minuten kräftig durchgerührt. Anschließend wird die Probe einer Nass-Siebung unterzogen. Die Siebrückstände der einzelnen Fraktionen werden solange mit einem Wasserstrahl gewaschen, bis sie frei von abschlämmbaren Bestandteilen sind und das abfließende Wasser klar ist.

Alle Siebrückstände werden nach DIN EN 1097-5 bei 110°C getrocknet. Die getrockneten Fraktionen werden auf ein sauberes Blech geschüttet, gleichmäßig verteilt und nach visueller Beurteilung in petrographisch-mineralogische Einheiten getrennt (z. B. bei Kies: Quarz, Feldspat, Sandstein, Kalkstein usw.). Anschließend werden die Einzelkörner - soweit möglich - anteilmäßig entsprechend den Massen der petrographisch- mineralogischen Einheiten zu einer Einheitsprobe für die weitere Aufbereitung zusammengestellt. Bei gröberen Korngruppen werden 250 bis 300 Körner, bei den feineren etwa 500 g benötigt.

Die Einheitsprobe wird entweder von Hand in einem großen Eisenmörser mit Pistill oder mit einem Labor-Backenbrecher auf max. 2 mm Korngröße zerkleinert. Bei der Verwendung eines Backenbrechers wird empfohlen, die Brechbacken auf die Endfeinheit ≤ 1 mm Korngröße einzustellen. Die gesamte zerkleinerte Masse wird

durch Probenteilung von Hand oder mit einem Probenteiler (Riffelteiler) bzw. mit einem automatischen Probenteiler mit Zuteilrinne auf die Probemenge von 20-30 g geteilt.

Die geteilte Probe wird einer weiteren Feinstmahlung in einem Porzellanmörser mit Pistill oder in einer Fliehkraftkugelmühle auf die Korngröße $< 0,063$ mm unterzogen. Der Rest ist als Rückstellprobe aufzubewahren.

Die so vorbereitete Probe wird im Trockenschrank 2 Stunden bei $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ getrocknet und anschließend bis zur Kalkgehaltsbestimmung im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt und aufbewahrt.

3.6.3 Gesamtcarbonatgehalt

Die Bestimmung des Kalkgehalts erfolgt i. d. R. nach DIN 18129 durch eine gasvolumetrische Gesamtcarbonatgehaltsbestimmung durch CO_2 -Verdrängung mit dem Gasometer. Hierbei wird das beim Kontakt der Carbonatminerale mit verdünnter Salzsäure frei werdende Kohlendioxid-Volumen bestimmt. Die Eichung des Gasometers erfolgt mit reinem CaCO_3 . Der Unterschied zu den molaren Massen der übrigen Carbonatminerale ist gering und wird vernachlässigt. Der Gesamtcarbonatgehalt gibt i. w. die Gehalte an Calcit (CaCO_3) und Dolomit ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$) wieder. Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Stabilität von Calcit und Dolomit kann bei der Gesamtcarbonatgehaltsbestimmung halbquantitativ zwischen beiden unterschieden werden. Durch die wesentlich langsamere Zersetzung von Dolomit kann bei der ersten Ablesung nach $t = 30$ s davon ausgegangen werden, dass sich fast nur Calcit zersetzt hat. Die Ablesung des stabilen Endwertes (max. 30min) entspricht dann dem Gesamtcarbonatgehalt. Der Dolomitgehalt berechnet sich aus der Differenz der Endablesung und der 30s-Ablesung. Das Calcit/Dolomitverhältnis kann mit ausreichender Genauigkeit auch röntgenographisch ermittelt werden (HERRMANN, 1975). Alternativ können die Carbonate in einer salzsauren Aufschlusslösung zersetzt und die Calcit- und Dolomitgehalte über eine Bestimmung von Ca und Mg mit der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) ermittelt werden.

3.7 Sonstige Nachweise der chemischen Beständigkeit

Wenn im Einzelfall die Beständigkeit gegen bestimmte Chemikalien und Inhaltsstoffe, die im Deponiegut und im Sickerwasser vorhanden sein können, nachzuweisen ist, müssen projektspezifische Vereinbarungen über weitergehende mineralogische und chemische Analysen getroffen werden. Dabei ist einerseits die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Entwässerungsschicht, andererseits die Unbedenklichkeit für das Eluat im Hinblick auf mögliche Wassergefährdung zu bewerten. Die Probenvorbereitung hat für derartige Analysen nach Abschn. 3.6.2 zu erfolgen.

Industriell hergestellte Gesteinskörnungen und Recyclingbaustoffe (Deponieersatzbaustoffe) sind auf wasserlösliche Anteile (siehe Abschn. 3.12) und auf ihre Wasserempfindlichkeit (Zerfall, Quellen, Hydratation) entsprechend den Vorgaben zur Untersuchung der Raumbeständigkeit nach Abschnitt 6.7 der TP GESTEIN-STB, 2008 zu untersuchen.

Bei Deponieersatzbaustoffen, deren Festigkeit durch Sickerwasserinhaltsstoffe beeinträchtigt werden kann, sind die Kornfestigkeit unter dynamischen Wirkungen (Abschnitt 3.9) und die Kornzertrümmerung unter hoher statischer Last (Abschnitt 3.11) nach einmonatiger Lagerung der Materialien in einem dem Einsatzzweck entsprechenden Sickerwasser zu untersuchen.

Nach der einmonatigen Lagerung in einem dem Einsatzzweck entsprechenden Sickerwasser dürfen keine wesentlichen Veränderungen der Kornzusammensetzung und der Festigkeit auftreten, d. h. die Kriterien der Kornzusammensetzung für das Dränmaterial müssen eingehalten werden und die Festigkeitseigenschaften dürfen sich nicht verschlechtert haben.

3.8 Wasserdurchlässigkeit

Für das Dränmaterial der Lieferkörnung 16/32 mm, das die Anforderungen hinsichtlich der Kornverteilung erfüllt, kann davon ausgegangen werden, dass der nach DIN 19667 im Einbauzustand für Basisentwässerungssysteme geforderte Durchlässigkeitsbeiwert $k \geq 1 \cdot 10^{-2}$ m/s eingehalten wird.

Es wird empfohlen, bei Bedarf für grobe Dränmaterialien mit $d > 8$ mm den Durchlässigkeitsbeiwert aus der Kornverteilung nach WITTMANN, 1981 oder einem anderen bewährten empirischen Verfahren abzuschätzen.

Für andere Lieferkörnungen ist der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18130-1 nachzuweisen.

3.9 Kornfestigkeit unter dynamischen Einwirkungen

3.9.1 Kornzertrümmerungsversuch

Die Kornfestigkeit unter dynamischen Einwirkungen wird nach einem Versuch beurteilt, bei dem natürliche Kies- bzw. gebrochene Gesteinskörnungen in einem Stahlzylinder mit festgelegten Abmessungen durch ein Fallgewicht mit einer bestimmten mechanischen Beanspruchung (Verdichtungsarbeit) und einem festgelegten Arbeitsverfahren verdichtet werden.

Es sind bis zu sechs Einzelversuche mit unterschiedlichen Schlagzahlen durchzuführen. Als Ergebnis erhält man einen Zusammenhang zwischen der Schlagzahl und der Kornverfeinerung sowie der Trockendichte ρ_d [Mg/m^3]. Die Kornverfeinerung wird durch den Kornzertrümmerungsgrad quantifiziert.

3.9.2 Kornzertrümmerungsgrad

Als Kornzertrümmerungsgrad wird der im Kornzertrümmerungsversuch ermittelte Unterkornanteil in Massen-% bezogen auf die Masse der Probe der untersuchten Korngruppe bezeichnet.

3.9.3 Geräte

Es werden die Geräte für den Proctorversuch nach DIN 18127 verwendet. Es gelten auch die dort angegebenen Versuchsbedingungen und die Angaben für Probenmengen und zulässiges Größtkorn.

3.9.4 Versuchsdurchführung

Das zu untersuchende Material wird an der Luft bzw. unter Zuhilfenahme eines Heizventilators oder einer Trocknungsanlage bis zur Massenkonstanz getrocknet. Anschließend wird es gewaschen, und die Unterkornanteile (einschließlich Feinanteil < 0,063 mm) sowie die Überkornanteile werden ausgesondert. Das verbleibende Material wird nochmals getrocknet. Von dem getrockneten Material werden für die sechs Einzelversuche die Probemengen entsprechend dem zulässigen Größtkorn für die Versuchszylinder vorbereitet und gleiche Massenanteile abgewogen.

Der Versuchszylinder wird mit Grundplatte und Aufsatzring auf eine feste Unterlage (Betonkörper) gestellt. Das zu prüfende Material wird mit einer Handschaufel gleichmäßig in einer Schicht, deren Dicke mindestens dem 4-fachen Durchmesser des zulässigen Größtkorns entspricht, eingefüllt. Die Oberfläche wird mit dem Holz- bzw. Kunststoffstempel leicht angedrückt. Anschließend wird auf die Oberfläche eine Stahlplatte aufgelegt. Die Schichtdicke (Einfüllhöhe) wird mit dem Tiefenmaß an vier Stellen gemessen und daraus die Probenhöhe und das Probenvolumen ermittelt.

Anschließend wird der Versuchszylinder mit dem Inhalt gewogen. Mit der ermittelten Probenhöhe und dem Probengewicht wird die Schutt- bzw. Einfüll-dichte nach Gleichung 1 berechnet:

$$\rho_d = \frac{m}{V} \quad (1)$$

mit

ρ_d	= Trockendichte	[kg/dm ³]
m	= Probenmasse	[kg]
V	= Probenvolumen	[dm ³]

Entsprechend dem Versuchszylinder wird die Lieferkörnung mit dem vorgeschriebenen Fallgewicht mit 6, 12, 24, 48, 96 und 192 Schlägen verdichtet. Die Schläge sind gleichmäßig über die Fläche der Stahlplatte zu verteilen.

Nach der jeweiligen Verdichtung ist die Probenhöhe mit dem Tiefenmaß zu ermitteln. Die zur Verdichtung der eingefüllten Schicht benötigten Schläge sind ohne Unterbrechung aufzubringen. Sie haben einander im gleichen Zeitabstand – wie in Tabelle 3-12.1 aufgeführt – zu folgen.

Tabelle 3-12.1: Schlagfolge in Abhängigkeit von der Fallhöhe

Fallhöhe (cm)	Zeitfolge (sec)
30	1,5 - 2,0
45	1,5 - 2,0
60	2,0 - 2,5

Bei der Verwendung eines von Hand zu bedienenden Verdichtungsgerätes ist darauf zu achten, dass die Führungsstange lotrecht gehalten und das Fallgewicht jedes Mal genau bis an den Anschlag hochgehoben und frei fallengelassen wird.

Bei jedem Einzelversuch wird nach der Verdichtung die Probenhöhe bzw. das Volumen der Probe durch Messen der Tiefenlage der Stahlplatte im Aufsatzring ermittelt. Anschließend wird der Versuchszylinder gewogen.

3.9.5 Auswertung

Für jeden Einzelversuch wird aus der Masse und dem durch Ausmessen genau bestimmten Volumen V des Versuchszylinders bzw. der Materialprobe die Trockendichte berechnet. Weiterhin wird für jeden Einzelversuch der Kornzertrümmerungsgrad über den Unterkornanteil, der durch Trockensiebung gemäß DIN EN 933-1 ermittelt wird, bestimmt. Die Werte für den Kornzertrümmerungsgrad werden in Abhängigkeit der Schlagzahl, wie in Bild 3-12.2 gezeigt, dargestellt.

Aus den ermittelten Kurven werden Folgerungen für die Bewertung der Eignung des untersuchten Materials oder für die Anforderungen an die Einbautechnik gezogen.

Die Beurteilung erfolgt nach den Festlegungen in Abschnitt 3.2.

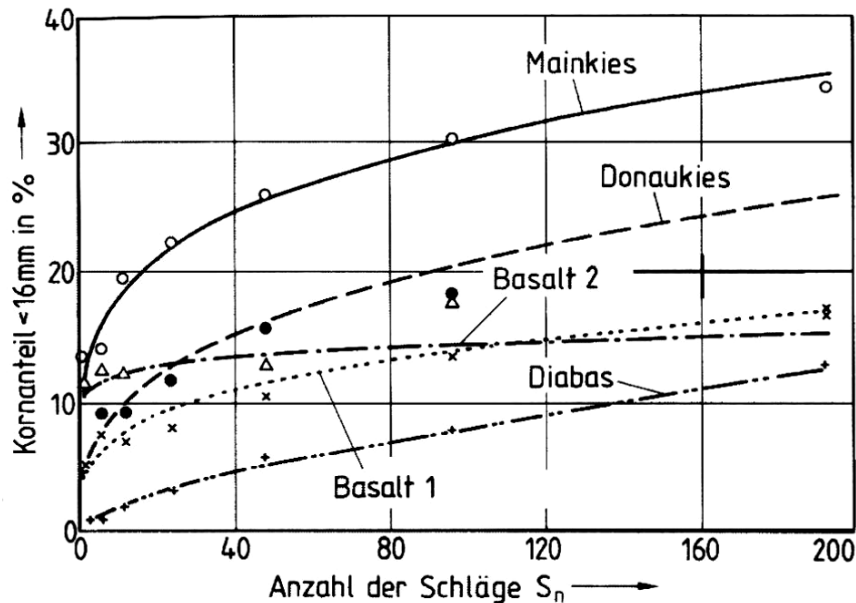


Bild 3-12.2: Zertrümmerungsversuch, Beispiel

3.10 Nachweis der Kornfestigkeit im Versuchsfeld

Alternativ zur Bestimmung der Kornfestigkeit unter dynamischen Einwirkungen nach Abschnitt 3.9 kann die Kornfestigkeit im Feldversuch in einem Versuchsfeld ermittelt werden. Das Versuchsfeld ist in analog den Vorgaben der E 3-5 anzulegen.

Die Probennahme erfolgt unter den Fahrspuren der Einbaugeräte. Die oberen 10 cm der Entwässerungsschicht bzw. der jeweiligen Einzelschicht sind zu beproben. Pro Einbauvariante sind mindestens 3 Proben zu nehmen.

Die Beurteilung erfolgt nach den Festlegungen in Abschnitt 3.2.

3.11 Kornzertrümmerung unter hoher statischer Last

Die Untersuchung der Kornzertrümmerung grober Kieskörner unter hoher statischer Belastung, wie sie an der Basis hoher Müllschüttungen auftreten kann, ist für die Bewertung der Gefährdung von Kunststoffabdichtungsbahnen und Rohrleitungen durch scharfkantige, neue Bruchflächen von Interesse. Außerdem kann der Kornbruch Auswirkungen auf die hydraulische Leistungsfähigkeit haben und bei entsprechender Vergrößerung der inneren Oberfläche des Entwässerungsmaterials die biogene Verkrustung begünstigen.

Experimentell kann die Kornzertrümmerung unter statischer Last mit der Prüfvorrichtung zur Ermittlung der Schutzwirksamkeit von Geotextilien nach E 3-9, Abschn. 2.2.3, durchgeführt werden. Bewertungsparameter sind dabei unmittelbar der Einfluss der scharfkantigen Fragmente auf die Kunststoffbahn bzw. das -rohr und der Anteil an beobachteten Kornbrüchen, bzw. die Bildung von Unterkorn (siehe Abschnitt 3.2 und Bild 3-12.1).

3.12 Scherfestigkeit

Sofern die Scherfestigkeit mineralischer Baustoffe für Entwässerungsschichten nicht hinreichend genau aus Erfahrung oder Tabellen festgelegt werden kann, ist sie experimentell zu bestimmen.

Die Scherfestigkeit von mineralischen Baustoffen, die für den Einbau im Böschungsbereich als Dränmaterial, als Filter- oder als Schutzschicht vorgesehen sind, ist im direkten Scherversuch nach DIN 18137-3 oder im Triaxialversuch nach DIN 18137-2 zu bestimmen. Für Korngruppen mit einem maximalen Korndurchmesser von 10 mm können die üblichen Rahmenschergeräte oder Triaxialzellen mit 100 mm Innendurchmesser und einer Höhe der Druckzelle von ≥ 200 mm verwendet werden.

Größere Körnungen, insbesondere die Lieferkörnung $d/D = 16/32$ mm, erfordern Großscher- oder Großtriaxialgeräte. Der Prüfkörperdurchmesser soll $\geq 10 D_{\max}$ sein, wobei D_{\max} der größte Korndurchmesser des zu untersuchenden Materials ist.

An Böschungen bei Oberflächenentwässerungssystemen sind in der Regel nur geringe Normalspannungen wirksam. Um für solche Verhältnisse, bei denen in grobkörnigen Böden oft ein größerer Winkel der inneren Reibung aktiviert wird als bei höheren Normalspannungen, die Scherfestigkeit zutreffend zu ermitteln, sind Versuche mit geneigten Ebenen (Kipptischversuche) durchzuführen. Das Material wird dazu in einen zweiteiligen Kasten eingebaut, der auf einer Platte steht. Die Neigung der Platte ist veränderbar. Die Neigung wird so lange erhöht, bis der obere Kastenteil auf dem unteren abzurutschen beginnt. Bei kohäsionslosem Dränmaterial entspricht der Neigungswinkel, bei dem die Rutschbewegung eintritt, dem Winkel der inneren Reibung unter geringer Auflast.

Der Versuch mit der geneigten Ebene kann auch zur Bestimmung des Scherwiderstands in Kontaktflächen zwischen Dränschicht und Kunststoffdichtungsbahn bzw. Geotextil angewendet werden.

Bei höheren Auflasten auf den Kontaktflächen ist der Scherwiderstand in Anlehnung an E 3-8 zu bestimmen. Für grobkörniges Material muss das Schergerät mindestens Kastenabmessungen von 300 mm x 300 mm x 200 mm haben.

3.13 Frost-Tauwechsel

Mineralische Baustoffe für Entwässerungsschichten in Deponien sind nach DIN EN 1367-1 auf Frostempfindlichkeit zu untersuchen. Bei 10 Frost-Tauwechseln bis $-17,5$ °C im Wasserbad dürfen keine wesentlichen Veränderungen der Kornzusammensetzung und der Festigkeit auftreten, d. h., nach der Frost-Tauwechsel-Behandlung müssen die Kriterien der Kornzusammensetzung für das Dränmaterial nach Abschnitt 3.2 eingehalten werden.

3.14 Auslaugverhalten

Bei natürlichen Gesteinskörnungen (Kies und gebrochenes Festgestein) kann davon ausgegangen werden, dass die Umweltverträglichkeit gegeben ist und das Auslaugverhalten nicht untersucht werden muss.

Bei der Verwendung von industriell hergestellten Gesteinskörnungen und Recyclingbaustoffen (Deponieersatzbaustoffe) sind die Anforderungen des Anhangs 3 der DEPv einzuhalten.

Die Eluate sind gemäß TP GESTEIN-STB, 2008, Teil 7.1.1 herzustellen. Abweichungen gegenüber DEPv, Anhang 3, Abschnitt 3.2.1.1 sind zu dokumentieren.

Die Beurteilung der Eluatgehalte der Deponieersatzbaustoffe erfolgt nach den Zulässigkeitskriterien und Zuordnungswerten der Tabellen 1 und 2 des Anhangs 3 der DEPv.

Literatur

HERRMANN, A. G.: Praktikum der Gesteinsanalyse. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer Verlag 1975.

WITTMANN, L., 1981: Die analytische Ermittlung der Durchlässigkeit rolliger Erdstoffe unter besonderer Berücksichtigung des nichtlinearen Widerstandsgesetzes der Porenströmung
Veröffentlichungen des Institutes für Boden- und Felsmechanik, Heft 87, TU Karlsruhe

Regelwerke

DEPONIEVERORDNUNG (DEPV), 2009: Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, 27. April 2009, BGBl I, S. 900

DIN 18127:1997-11: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch

DIN 18128:2002-12: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

DIN 18129:2010-10: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Kalkgehaltsbestimmung

DIN 18130-1:1998-05: Baugrund – Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche

DIN 18137-2, 2011-04: Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 2: Triaxialtest

DIN 18137-3:2002-09: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Scherfestigkeit - Teil 3: Direkter Scherversuch

- DIN 19 667:2009-10: Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb
- DIN 52100-2:2007-06: Naturstein – Gesteinskundliche Untersuchungen – Allgemeines und Übersicht
- DIN EN 932-1:1996-11: Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil 1: Probenahmeverfahren
- DIN EN 932-2:1999-03: Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil 2: Verfahren zum Einengen von Laboratoriumsproben
- DIN EN 932-3:2003-12: Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen
- Teil 3: Durchführung und Terminologie einer vereinfachten petrographischen Beschreibung
- DIN EN 933-1:2006-01 Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung - Siebverfahren
- DIN EN 933-4:2008-06: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 4: Bestimmung der Kornform – Kornformkennzahl
- DIN EN 1097-5:2008-06: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung
- DIN EN 1097-6:2005-12: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme
- DIN EN 1367-1:2007-06: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel
- DIN EN 12620:2011-03: Gesteinskörnungen für Beton (Norm-Entwurf)
- TP GESTEIN-STB, 2008: Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau
Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

**Ansprechpartner
und Bearbeiter:** Prof. Dr.-Ing. Hans-Günter Ramke
Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Standort Höxter
37671 Höxter, hans-guenter.ramke@hs-owl.de