

E 3-1 Eignungsprüfung mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen

April 2010

1 Allgemeines

Für alle Baustoffe, die planmäßig bei Bau- und Sanierungsmaßnahmen an Deponien und Altlasten zum Einsatz kommen, ist die Eignung nachzuweisen. Die Eignung mineralischer Deponieabdichtungen ist in der Regel in jedem Einzelfall gesondert nachzuweisen. Der hierzu erforderliche Stichprobenumfang wird durch den qualifizierten geotechnischen Fachmann festgelegt.

Folgende Untersuchungen sind durchzuführen:

- Bestimmung der Art und Zusammensetzung des Abdichtungsmaterials
- Ermittlung der Einbaukriterien
- Bestimmung der Eigenschaften des Abdichtungsmaterials im Gebrauchsfall.

2 Untersuchungen zur bodenphysikalischen Klassifizierung

Die für den Einbau als mineralische Abdichtung vorgesehenen Materialien sind nach DIN 18 196 zu klassifizieren. Dies gilt auch für anstehende Böden, deren abdichtende Wirkung planmäßig genutzt werden soll.

Tabelle 3-1.1: Kennwerte zur bodenphysikalischen Klassifizierung von mineralischen Abdichtungsmaterialien für Deponien

Parameter	zu bestimmen nach
Korngrößenverteilung	DIN 18 123
Zustandsgrenze (Fließgrenze, Ausrollgrenze, Schrumpfgrenze)	
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl	DIN 18 122
Gehalt an organischen Bestandteilen (Glühverlust oder Na ₂ Oxidation)	DIN 18 128
Korndichte	DIN 18 124
Kalkgehalt	DIN 18 129
Wasseraufnahme ¹	DIN 18 132
Wassergehalt	DIN 18 121
Dichte	DIN 18 125

¹ zur Qualitätslenkung nach E 5 -8 ggf. Kennwertermittlung ohne Entfernung des Sandkornanteils der Probe gemäß Norm - Verweis [6]

Für Abdichtungsmaterial von Oberflächendichtungen ist zusätzlich die Ausbildung der Wasserspannungskurve nach [RAMKE, H.-G. ET AL., 2002] zu ermitteln.

Für die Beschreibung der mineralischen Abdichtungsmaterialien sind an einer ausreichenden Anzahl repräsentativer Proben die in Tabelle 3-1.1 zusammengestellten bodenphysikalischen Kennwerte in Laborversuchen zu bestimmen. Dabei ist auch die in natürlichen Lagerstätten meist zu erwartende Streubreite der Kennwerte zu dokumentieren und als Grundlage der Entwurfsbearbeitung nach E 2-1 verfügbar zu machen.

Die in der Tabelle 3-1.1 genannten bodenphysikalischen Untersuchungen zu Kornverteilung, Plastizität, Schrumpfgrenze, Wasseraufnahme und Kalkgehalt liefern erste Hinweise über die Art der Tonminerale und Bindemittel (z. B. Karbonat). Falls erforderlich, können genauere Kenntnisse über den Mineralbestand der Feinkornfraktion durch eine halbquantitative mineralogische Analyse gewonnen werden, bei der die Tonminerale Montmorillonit, Mixed Layer, Illit oder Kaolinit sowie deren Dominanz ermittelt werden. In Sonderfällen kann eine quantitative mineralogische Untersuchung notwendig sein.

3 Bestimmung von Einbaukriterien

Wichtige Einbaukriterien für mineralische Deponieabdichtungen sind die Dichte und der Wassergehalt. Die erreichbare Dichte als Funktion des Wassergehaltes wird im Proctorversuch nach DIN 18 127 bestimmt. In Verbindung mit Durchlässigkeitsversuchen werden der für den Einbau erforderliche Verdichtungsgrad und der Einbauwassergehalt ermittelt.

Durch Probeschüttungen und -verdichtungen im Probefeld entsprechend E 3-5 wird die im Labor ermittelte Zusammensetzung des mineralischen Abdichtungsmaterials unter Baustellenbedingungen überprüft. Ferner wird die für einen lagenweisen Einbau vorzusehende Schichtdicke, die erforderliche Anzahl der Übergänge der Verdichtungsgeräte, die Eignung der Erdbaugeräte und die Aussagekraft der vorgesehenen Kontrollprüfungen untersucht. Die Durchführung von Probeverdichtungen ist im Einzelfall von dem qualifizierten geotechnischen Fachmann zu planen, zu beaufsichtigen und auszuwerten. Hierzu gehört auch die Entnahme von Sonderproben (DIN 4021) und die Durchführung von Laborversuchen nach Tabelle 3-1.1, Proctorversuchen und Durchlässigkeitsversuchen.

4 Spannungs-Verformungs-Verhalten

Zur Beurteilung des Verformungsverhaltens und der Quelleigenschaften sowie für Standsicherheitsberechnungen sind an dem mineralischen Abdichtungsmaterial die Zusammendrückbarkeit, das Quellverhalten und die Scherfestigkeit zu bestimmen (Tabelle 3-1.2). Bei Dreiaxialversuchen, direkten Scherversuchen und einaxialen Druckversuchen ist der Spannungs-Verformungsverlauf aufzuzeichnen.

Tabelle 3-1.2: Versuche zur Beurteilung des Spannungs-Verformungs-Verhaltens der Abdichtungsstoffe im Gebrauchsfall

Versuchsart	durchzuführen nach Regelwerk
Kompressionsversuch . Quellversuch	DIN 18 135 Empfehlung Nr. 11 DGGT, FS 3 [1]
Dreiaxialversuch oder direkter Scherversuch	DIN 18 137
Einaxialer Druckversuch	DIN 18 136

Hierfür sind entweder aus Probeschüttungen Sonderproben (DIN 4021) zu entnehmen, oder es sind im Labor Prüfkörper mit den maßgebenden Einbauwerten (Proctordichte und Wassergehalt) herzustellen.

5 Prüfung der Durchlässigkeit

Das Durchlässigkeitsverhalten mineralischer Abdichtungsmaterialien wird in Laborversuchen nach DIN 18 130, Teil I, geprüft. Für den Bereich der Abdichtung von Deponien gelten die folgenden ergänzenden bzw. davon abweichenden Regelungen.

Für die Prüfung der Durchlässigkeit von gemischtkörnigen Böden sind Probekörper mit einem Durchmesser von mindestens 10 cm zu verwenden. Die Probenhöhe soll in der Regel ca. 9 cm betragen. Bei diesen Abmessungen der Probekörper ist das zulässige Größtkorn auf 20 mm begrenzt. Wird das zulässige Größtkorn überschritten, sind die Probenabmessungen gemäß DIN 18127, Ziffer 6, entsprechend zu vergrößern. Bei feinkörnigen Böden sind geringere Probenhöhen sowie geringere Probendurchmesser in dem Maße zulässig, als es die Bearbeitung der Proben für den Einbau in das Versuchsgerät ohne Störung der Probenstruktur zulässt.

Der Dreiaxialversuch mit konstantem hydraulischem Gefälle wird für die Prüfung der Durchlässigkeit feinkörniger Böden als Regelversuch empfohlen. Dabei wird auf die Probe ein isotroper Spannungszustand aufgebracht, der in der Regel um 0,3 bar höher einzustellen ist als der Porenwasserdruck. Für die Prüfung mineralischer Abdichtungsmaterialien mit einem Größtkorn > 20 mm empfiehlt es sich, andere Verfahren nach DIN 18130 einzusetzen.

Die Durchströmung des Probekörpers soll von unten nach oben mit Leitungswasser erfolgen, dessen Analysedaten nach Angabe des Wasserwerks im Prüfbericht enthalten sein sollten. Dabei ist weitgehende Wassersättigung anzustreben. Der erreichte Sättigungsgrad ist nach Versuchende zu bestimmen. Die Temperatur des Wassers ist konstant zu halten und eine Temperaturkorrektur nach Abschnitt 4.3.2 der DIN 18130 vorzunehmen.

Der Durchlässigkeitsbeiwert k soll unter einem hydraulischen Gefälle $i = 30$ bestimmt werden. Bei Versuchen mit fallender Druckhöhe muss dieser Wert „durchfahren“ werden. In besonderen Fällen kann es erforderlich sein, zusätzlich Versuche unter dem im Gebrauchszustand erwarteten hydraulischen Gefälle durchzuführen.

In jedem Fall ist der Durchlässigkeitsversuch so lange durchzuführen, bis der ermittelte Verlauf der Durchlässigkeitsbeiwerte nahezu konstant ist. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Abhängigkeit von der Versuchsdauer graphisch darzustellen.

Werden die Proben im Proctorversuch hergestellt, so ist die Durchlässigkeit an einer ausreichenden Anzahl von Einzelproben zu bestimmen. Die Abhängigkeit des Durchlässigkeitsbeiwertes vom Einbauwassergehalt bzw. von der Proctordichte ist zu ermitteln und graphisch darzustellen.

Die Beurteilung des Durchlässigkeitsverhaltens eines Dichtungsmaterials anhand ausschließlich mit Wasser ermittelter Durchlässigkeitsbeiwerte ist nicht in allen Fällen ausreichend. Es wird empfohlen, zusätzlich Durchlässigkeitsversuche mit pH-stabilisiertem Deponiesickerwasser oder mit Prüflüssigkeiten durchzuführen.

Liegen Erfahrungswerte über die Zusammensetzung des Sickerwassers von anderen Deponien vor, sind diese bei der Auswahl von Prüflüssigkeiten zu berücksichtigen.

6 Untersuchungen zur Veränderung der chemischen Langzeitbeständigkeit

Auswirkungen des Sickerwassers auf das Langzeitverhalten mineralischer Abdichtungsmaterialien, insbesondere der im Feinstkorn enthaltenen Tonminerale, können mit entsprechenden Untersuchungen zur Veränderung von bodenphysikalischen Kennwerten des Materials und/oder des Feinstkornanteiles beschrieben werden.

Wird im Wasseraufnahmeversuch nach DIN 18 132 statt Leitungswasser eine andersartige Prüflüssigkeit verwendet, so lässt sich anhand der Änderung der Größe und des zeitabhängigen Verlaufs der Flüssigkeitsaufnahme eine qualitative Aussage über die Auswirkungen dieser Flüssigkeit auf die chemische Beständigkeit mineralischer Abdichtungsmaterialien machen [JESSBERGER, H. L. UND BUDERUS, J., 1986], [NEFF, H. K. UND WALTER, H., 1983], [REUTER, E. UND MESECK, H., 1986]. Dies gilt in gleicher Weise für die Verwendung von Sickerwasser [SCHMIDT, G.-R., 1983].

Liegen Erfahrungswerte über die Zusammensetzung des Sickerwassers nicht vor, so sollten die in Abschnitt 5 genannten Prüflüssigkeiten verwendet werden.

Weiterhin können chemische Auswirkungen auf mineralische Abdichtungsmaterialien mit folgenden kombinierten Untersuchungen beschrieben werden:

- Änderung der Kornverteilung nach Entfernung des mobilisierbaren Bindemittels (E 3-3) und/oder nach Behandlung mit Sickerwasser bzw. Prüfflüssigkeit
- Chemische Charakterisierung des Bindemittels (z. B. Calzit/ Dolomit-Verhältnis, Sesquioxidanteile)
- Änderung des Expandiervermögens der quellfähigen Schichten nach Behandlung mit Sickerwasser bzw. Prüfflüssigkeit
- Änderung der Plastizität nach Entfernung des mobilisierbaren Bindemittels und/oder nach Behandlung mit Sickerwasser bzw. Prüfflüssigkeit
- Änderung der Wasseraufnahme des Abdichtungsmaterials nach Entfernung des mobilisierbaren Bindemittels (E 3-3) und/oder nach Behandlung mit Sickerwasser bzw. Prüfflüssigkeit.

Sind zusätzliche Kenntnisse über den Einfluss des Sickerwassers erforderlich, so sind entsprechende tonmineralogische Untersuchungen nach E 3-3 durchzuführen.

Literatur:

DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ERD- UND GRUNDBAU E. V.: Empfehlung Nr. 11 des Arbeitskreises 19 Versuchstechnik Fels Quellversuche an Gesteinsproben. Bautechnik 63 (1986), H. 3, S. 110-104.

JESSBERGER, H. L. UND BUDERUS, J., 1986: Untersuchung der Migration von organischen Schadstoffen durch mineralische Dichtungen mittels radioaktiver Tracer. Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik, Forschungsbericht 86-3.

NEFF, H. K. UND WALTER, H., 1983: Bodenmechanische Untersuchungen an der Zement-Bentonit-Schlitzwand zum Grundwasserschutz bei der Großdeponie Dreieich-Buchsschlag der Stadt Frankfurt a. M. Fachtagung Deponietechnik der Südchemie AG in Hamburg.

REUTER, E. UND MESECK, H., 1986: Die Beeinflussung der Quelleigenschaften handelsüblicher Bentonite durch chemische Lösungen. Wasser und Boden, S. 563-567.

SCHMIDT, G.-R, 1983: Mineralische Abdichtungen durch Bentonit-Ton-Gemische mit natürlichen Böden. Fortschritte der Deponietechnik 1983. Umweltbundesamt Berlin, S. 159-182, und ergänzende Mitteilung des Verfassers.

NEFF, H. K.: Der Wasseraufnahmeversuch in der bodenphysikalischen Prüfung und geotechnische Erfahrungsweite. Die Bautechnik 65, S. 153 bis 163, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1988 (gemäß Norm-Verweis I der DIN 18132).

RAMKE, H.-G. ET AL., 2002: Ergebnisse des Status-Workshops ‚Austrocknungsverhalten von mineralischen Abdichtungsschichten in Deponie- Oberflächenabdichtungssystemen‘, Tagungsband, Status-Workshop, Höxteraner Berichte zu angewandten Umweltwissenschaften, Heft 03

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. S. Geß
FCB Fachbüro für Consulting und Bodenmechanik GmbH
04579 Espenhain, gess@bodenmechanik.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Geß, Espenhain,
Dr. rer. nat. S. Melchior, Hamburg