

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

**Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0
„Mineralische Basisabdichtungskomponenten
- übergreifende Anforderungen“**

vom 04.12.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Anwendungsbereich	3
2	Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Nachweise	3
2.1	Abdichtungswirkung	4
2.2	Mechanische Widerstandsfähigkeit	5
2.3	Beständigkeit	7
2.4	Herstellbarkeit	11
2.5	Sonstige Anforderungen	13
3	Qualitätsmanagement	15
3.1	Allgemeines	15
3.2	Qualitätsmanagement bei der Herstellung von Gemischen	16
3.3	Qualitätsmanagement bei der Herstellung der Abdichtung	16
3.4	Qualitätsmanagementplan	17
4	Technische Bezugsdokumente	19

1 Zielsetzung und Anwendungsbereich

Nach Anhang 1, Nr. 2.1 der Deponieverordnung (DepV) dürfen für die Verbesserung der geologischen Barriere und technische Maßnahmen als Ersatz für die geologische Barriere sowie für das Abdichtungssystem Materialien, Komponenten oder Systeme nur eingesetzt werden, wenn sie dem Stand der Technik nach Anhang 1 Nummer 2.1.1 DepV entsprechen und wenn dies der zuständigen Behörde nachgewiesen worden ist.

Für andere Materialien, Komponenten oder Systeme als für Geokunststoffe, Polymere und Dichtungskontrollsysteme kann der Nachweis dadurch erbracht werden, dass eine bundeseinheitliche Eignungsbeurteilung der Länder vorgelegt wird. Nach Anhang 1 Nr. 2.1.2 DepV definieren die Länder Prüfkriterien für diese bundeseinheitlichen Eignungsbeurteilungen sowie für den Einsatz von natürlichem, ggf. vergütetem Boden- und Gesteinsmaterial aus der Umgebung sowie von Abfällen und legen Anforderungen an den fachgerechten Einbau sowie an das Qualitätsmanagement in bundeseinheitlichen Qualitätsstandards fest.

Dieser Bundeseinheitliche Qualitätsstandard ist die technische Grundlage, auf der die Eignung von mineralischen Abdichtungskomponenten in Basisabdichtungssystemen geprüft und beurteilt wird.

Deponieabdichtungen müssen nach dem Stand der Technik errichtet werden. In diesem Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard und einer darauf basierenden Eignungsbeurteilung wird daher auch beschrieben, welche Anforderungen beim Einbau der eignungsgeprüften sonstigen Baustoffe, Abdichtungskomponenten und Abdichtungssysteme erfüllt werden müssen, damit sie im eingebauten Zustand dem Stand der Technik entsprechen.

2 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Nachweise

Die für die Eignungsbeurteilung der Abdichtungen maßgebenden Maßstäbe und Nachweisverfahren sind in Tabelle 1 zusammengestellt und werden nachfolgend erläutert.

Werden Abdichtungskomponenten aus mineralischen Bestandteilen hergestellt, müssen diese eine Mindestdicke von 0,50 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s (Laborwert nach DIN 18130-1, Ausgabe Mai 1998, Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche) einhalten.

Tabelle 1: Leistungsfähigkeit und Nachweise

Kriterien / Einwirkungen	Leistungsfähigkeit	Nachweise*)
Dicke	mindestens 0,50 m	im Rahmen der Bauausführung
Dichtigkeit	Durchlässigkeitsbeiwert $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$	k-Wert - Bestimmung nach DIN 18 130
Mechanische Widerstandsfähigkeit	dauerhaft standsicher bei Böschungsneigung 1 : 3	Scherkastenversuch
	verformbar bis Krümmungsradius 200 m ohne Erhöhung der Durchlässigkeit	Biegezugversuch
	hydraulisch widerstandsfähig (erosions- und suffosionsbeständig)	Körnungslinien
Beständigkeit	Langzeitbeständigkeit (≥ 100 Jahre)	gemäß einschlägiger GDA-Empfehlungen
	Dauerbeständigkeit der die Standsicherheit beeinflussenden Komponenten	
	beständig gegen aggressives Sickerwasser (pH 4 – pH 13)	
Herstellbarkeit	Die Errichtung muss unter Baustellenbedingungen mit Sicherheit erbringbar und reproduzierbar sein.	Probefeld
Sonstige Kriterien (Hinweis: Erfüllung ist nicht in jedem Fall möglich und erforderlich, ggf. ergänzende Maßnahmen und Elemente notwendig z. B. temporärer Frostschutz.	systemverträglich	Probefeld Scherversuche
	frostsicher bis zur ausreichenden Überschüttung	Frost-/Tauwechsel, Schutzmaßnahmen
	umweltverträglich	Einhaltung rechtlicher Vorgaben; beim Einsatz von Deponieersatzbaustoffen Vorgaben Teil 3 DepV

*) welche Nachweise erforderlich sind, ist in nachfolgenden Punkten geregelt

2.1 Abdichtungswirkung

2.1.1 Anforderungen an die Abdichtungswirkung

Die Anforderungen an die Abdichtungswirkung sind in DepV Anhang 1 Nr. 2.2. Tabelle 1 Fußnote 2 festgelegt. Danach müssen Abdichtungscomponenten aus mineralischen Bestandteilen eine Mindestdicke von 0,50 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$ (Laborwert nach DIN 18130-1, Ausgabe Mai 1998, Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche) 0 einhalten.

Die Anforderungen gelten für die Abdichtung im eingebauten Zustand.

Die geforderten Werte müssen auch bei einer Randfaserdehnung, die sich bei einer Krümmung der Abdichtungscomponente mit einem Krümmungsradius R von 200 m ergibt, eingehalten werden. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann bei natürlichen mindestens mittelplastischem mineralischen Baustoffen ein entsprechender Nachweis entfallen, wenn der zu erwartende Krümmungsradius den Wert von $R = 200$ m nicht unterschreitet.

2.1.2 Nachweis der Abdichtungswirkung

Beim Nachweis der Abdichtungswirkung ist grundsätzlich folgendes zu beachten:

- Die Abdichtungswirkung ist unter Berücksichtigung der maßgebenden Einwirkungen und Anforderungen nachzuweisen. Materialspezifische Besonderheiten sind zu berücksichtigen.
- Die Nachweise müssen die Materialeigenschaften einschließlich ihrer Streuungen berücksichtigen, wie sie sich nach dem bestimmungsgemäßen Einbau der Abdichtung ergeben. Die Anforderungen müssen an jeder Stelle der Abdichtung erfüllt sein.
- Ein qualitätsgesichertes Herstellungsverfahren muss die geforderten Eigenschaften sicherstellen (s. Nr. 3).
- Günstig wirkende ständige Auflasten können mit max. 200 kN/m^2 , ungünstig wirkende müssen mit mind. 600 kN/m^2 angenommen werden.
- Für die Bewertung der Abdichtungswirkung der Basisabdichtung gegenüber Sickerwasser sind grundsätzlich Temperaturen von 10 °C bis 40 °C maßgebend. Sind bedingt durch die Art der abzulagernden Abfälle höhere Temperaturen zu erwarten, ist dies zu berücksichtigen.
- Es ist nachzuweisen, dass die nach DepV geforderte Dichtigkeit eingehalten wird.

2.2 Mechanische Widerstandsfähigkeit

2.2.1 Anforderungen an die mechanische Widerstandsfähigkeit

Bei den Anforderungen an die mechanische Widerstandsfähigkeit müssen verschiedene Einwirkungsphasen berücksichtigt werden (s. LANUV-Fachbericht 25):

- die Basisdichtung im Bauzustand,
- vor der Verfüllung,
- während der Verfüllung,

- in der Nachsorgephase und
- nach Entlassung aus der Nachsorge.

Im Regelfall ist mit Böschungsneigungen bis 1 : 3 zu rechnen. Daher erfolgt die objektunabhängige Eignungsbeurteilung für diese Böschungsneigung.

Kann die Standsicherheit nur unter bestimmten Randbedingungen, z. B. Begrenzung der Böschungsneigungen gewährleistet werden, wird die Geeignetheit der Abdichtung unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen beurteilt.

Sofern entsprechende Nachweise geführt werden, kann auch eine Eignung für die Anwendung auf steiler als 1:3 geneigten Bereichen beurteilt werden.

Für objektspezifische Eignungsbeurteilungen ist die geplante maximale Böschungsneigung maßgebend.

2.2.2 Nachweis der mechanischen Widerstandsfähigkeit

Im Eignungsnachweis sind die materialspezifischen bodenmechanischen Kenngrößen anzugeben. Diese sind durch Laborversuche zu ermitteln.

Dabei sind zu berücksichtigen:

- Porenwasserüberdrücke in den mineralischen Abdichtungsschichten sowie mögliche Kondensationsausscheidungen an den Schichtgrenzen
- die Auswirkungen von aufstauendem Wasser
- dynamische Lasten bei bestimmten Lastfällen und deren mögliche Auswirkung auf Materialwiderstände.

Haltende Mechanismen sind bei den Versuchen auszublenden, wenn sie beispielsweise durch Alterung nicht dauerhaft wirken.

Der Eignungsnachweis bezieht sich grundsätzlich auf eine einzelne Systemkomponente. Der Nachweis der Standsicherheit des gesamten Basisabdichtungssystems ist daher in der Regel projektbezogen nach dem Stand der Technik vorzunehmen. Auf die einschlägigen Normen und die diesbezüglichen Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der DGGT wird hingewiesen.

2.2.3 Nachweis der Verformbarkeit

Es ist durch Versuche nachzuweisen, bis zu welcher Verformungsgrenze die Anforderungen an die Dichtigkeit von einem Material erfüllt werden [1]. Dabei sind ggf. Einflüsse aus Wassergehaltsänderungen und Auflasten mit mindestens 200 kN/m² und maximal 600 kN/m² zu berücksichtigen. Zur Ermittlung von Grenzdehnungen können Zug- oder Biegezugversuche vorgenommen werden. Wegen der ggf. großen Streuungen kommt der geeigneten Festlegung der charakteristischen Werte von Grenzdehnungen als vorsichtig abgeschätzte Mittelwerte aus einer ausreichenden Anzahl von Einzelversuchen besondere Bedeutung zu (GDA E 2-13).

2.2.4 Nachweis der hydraulischen Widerstandsfähigkeit

Die hydraulische Widerstandsfähigkeit gegenüber inneren Erosions- und Suffosionsvorgängen muss dauerhaft und auch bei einem zeit- bzw. bereichsweisen Aufstau auf der Deponiebasis gewährleistet sein.

Die innere Erosions- und Suffosionsbeständigkeit des Materials ist für eine Aufstauhöhe von 500 cm nachzuweisen. Sofern aufgrund des vorhandenen Kornaufbaus dieser Nachweis nicht geführt werden kann, sind gemäß dem Stand der Technik ausreichend dimensionierte, langfristig wirksame Filterschichten vorzusehen.

2.3 Beständigkeit

2.3.1 Allgemeines

Im Hinblick auf die Abdichtungswirkung (Nr. 2.1) und mechanische Widerstandsfähigkeit (Nr. 2.2) spielt die Beständigkeit der hierfür erforderlichen Materialeigenschaften eine wichtige Rolle.

Unter der Forderung nach Beständigkeit wird hier ein Materialverhalten verstanden, bei dem sich unter den maßgebenden Einwirkungen der die Dichtigkeit beeinflussenden relevanten Eigenschaften der Abdichtung innerhalb eines Zeitraums von mindestens 100 Jahren nicht unzulässig verändern.

Die die Standsicherheit beeinflussenden relevanten Eigenschaften der Abdichtung dürfen auf Dauer keiner unzulässigen Veränderung unterliegen.

Die langfristig geforderten dichtenden und auf Dauer geforderten mechanischen Eigenschaften der Abdichtungscomponente müssen auch nach Beendigung der Einwirkung (z. B. kurzfristigen Temperatureinflüssen) noch gegeben sein.

2.3.2 Anforderungen an die Beständigkeit

Die Beständigkeit von Basisabdichtungen kann durch folgende Einwirkungen beeinflusst werden:

- infiltriertes Niederschlagswasser im Bauzustand und vor Beginn der Einlagerung
- Sickerwasser
- Biologische Einwirkungen
- Temperaturen
- Witterung im Bauzustand
- Wassergehaltsänderungen

2.3.2.1 Beständigkeit gegenüber Sickerwasser

Die Einwirkung durch Sickerwasser ist relevanter als die durch Niederschlagswasser. Diffusions- und Konvektionsprozesse, Sorption und Ausfällungen, sowie Lösungserscheinungen und ggf. Kationenaustausch führen zu Strukturveränderungen, Veränderungen der mechanischen Eigenschaften und der Durchlässigkeit. Ist die mineralische Dichtung die einzige dichtende Komponente, wirkt der Einfluss des Sickerwassers sofort und dauerhaft. Wird die mineralische Dichtung durch eine Konvektionssperre geschützt, wirkt der Sickerwassereinfluss erst nach dem Versagen dieser Komponente.

Die Art und Aggressivität des Sickerwassers sind abhängig von der Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle. Eine ausführliche Zusammenstellung des Spektrums von Sickerwasserbeschaffenheiten in den Deponieklassen I-III bietet LANUV Fachbericht 24. Zum Nachweis der Beständigkeit der mineralischen Abdichtungskomponente gegenüber Deponie - Sickerwasser können unter worst-case-Bedingungen für die einzelnen Deponieklassen folgende Kennwerte herangezogen werden:

- Elektrische Leitfähigkeit 30.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- pH-Wert 4 - 13
- DOC 1.000 mg/l

In Einzelfällen können die Art und Aggressivität des Sickerwassers projektspezifisch nach den abzulagernden Abfällen abgeschätzt werden. Insbesondere beim pH-Wert kann es dabei zu deutlichen Abweichungen von dem o. g. Rahmen kommen.

2.3.2.2 Beständigkeit gegenüber biologischen Einwirkungen

Mikroorganismen können eine Metabolisierung organischer und anorganischer Stoffe von der angegriffenen Oberfläche her bewirken. Ihre Ausscheidungen können weitere Einwirkungen verursachen.

Pilze können aufgrund der sehr geringen Dicke ihrer Hyphen ($\varnothing \sim 5 \mu\text{m}$) von der Oberfläche her in sehr kleine Hohlräume eindringen und durch ihr Saugvermögen Feinporenanteile entwässern.

Das Auftreten derartiger Beanspruchungen ist sehr von dem spezifischen stofflichen Aufbau des Abdichtungsmaterials abhängig. Entsprechende Einwirkungskriterien sind materialspezifisch festzulegen.

2.3.2.3 Beständigkeit gegenüber Temperaturen

Temperaturen können die Beständigkeit von Abdichtungen maßgeblich beeinflussen. Unter der Voraussetzung eines frostsicheren Einbaus der Abdichtungskomponente sind Temperaturen von 10 bis 40 °C maßgebend:

Bei Deponien, bei denen eine Wärmeentwicklung aufgrund der Abfalleigenschaften auftreten kann, ist immer eine Gefährdung der Basisdichtung gegeben. Druck- und Temperaturinduzierte Wasserdampftransporte können den Wassergehalt der mineralischen Dichtung negativ beeinflussen.

2.3.2.4 Beständigkeit gegenüber Witterung

Die Witterung wirkt während der Herstellung und bis zu einer ausreichend mächtigen Überschüttung unmittelbar auf die Abdichtung. Einflussgrößen sind Niederschlag, Temperatur, Wind und UV-Strahlung.

Während der Herstellung muss eine Feuchtigkeitseinwirkung angenommen werden. Sofern sich dies negativ auf die Qualität auswirken kann, müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen und der Einbau bei Regen ausgeschlossen werden.

Oberflächentemperaturen können im jahreszeitlichen Wechsel zwischen 5 und 60°C betragen.

Die Einwirkungsmöglichkeit für UV-Strahlung ist durch entsprechende Schutzmaßnahmen in ihrer Intensität stark zu reduzieren oder auszuschließen, wenn eine entsprechende Empfindlichkeit bei bestimmten Materialien besteht.

2.3.2.5 Beständigkeit gegenüber Wassergehaltsänderungen

Abnehmende Wassergehalte in einer mineralischen Abdichtungsschicht stehen in direktem Zusammenhang mit zunehmenden Wasserspannungen, die sich auf die Matrix des Materials übertragen. Hierdurch werden Schrumpfvorgänge im Material hervorgerufen, was bei behinderten Verformungsmöglichkeiten Risse zur Folge haben kann. Überlagernde Bodenspannungen aus Auflasten können der Rissbildung entgegenwirken. Materialzusammensetzung, Wassergehalt und Einbautechnik sind daher so zu wählen, dass die Gefahr der Trockenrissbildung minimiert wird (LANUV Fachbericht 25). Erforderlichenfalls sind zusätzliche Anforderungen an Auswahl und Einbau der weiteren Komponenten des Abdichtungssystems festzulegen, um dieses Ziel zu erreichen.

Wassergehaltsänderungen können gleichzeitig zu einer Änderung der mechanischen Eigenschaften (Steifigkeit, Bruchdehnung) der Abdichtungsmaterialien führen. Diese Vorgänge haben unmittelbare Auswirkung auf die Dichtigkeitseigenschaften (Nr. 2.1) und die mechanische Widerstandsfähigkeit (2.2) und sind bei entsprechenden Nachweisen zu berücksichtigen.

2.3.3 Nachweis der Beständigkeit

Ist die Einhaltung von Anforderungen dieses BQS für bestimmte Materialeigenschaften aufgrund langjähriger Erfahrungen und Untersuchungen aus vergleichbarer Anwendung nachgewiesen, z.B. bei natürlichen Böden oder Gesteinsmaterialien, kann der Eignungsnachweis anhand einer fachgutachterlichen Beurteilung geführt werden.

Beim Nachweis der Beständigkeit der Abdichtungskomponenten sind grundsätzlich folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die Nachweise können durch Versuche, theoretische Verfahren oder belegte Praxiserfahrung erbracht werden.
- Die Beständigkeitsnachweise müssen auf die besonderen Empfindlichkeiten des zu untersuchenden Materials abgestimmt sein.
- Bei der materialspezifischen Untersuchung sind innere und äußere Alterungsvorgänge zu betrachten.
- Die Beständigkeitsnachweise sind unter Berücksichtigung von Art, Dauer, Richtung und Angriffspunkt der Einwirkungen auf die Abdichtungskomponente im eingebauten Zustand zu erbringen. Dabei sind gleichzeitig Temperatureinwirkungen zu berücksichtigen.

- Durch Temperatur- und/oder Konzentrationserhöhungen einwirkender Medien oder Erhöhung mechanischer Beanspruchungen können Zeitraffungen vorgenommen werden, die eine Abschätzung der Funktionsdauer für die geforderten Zeiträume ermöglichen. Die Zulässigkeit derartiger verschärfender Prüfungen ist materialspezifisch nachzuweisen. Die für den Nachweis der Dichtigkeit erforderlichen Prüfmedien müssen daher nicht in jedem Fall identisch sein mit denen, die für die Nachweise der Beständigkeit verwendet werden.
- Beim Beständigkeitsnachweis können günstig wirkende Auflasten von max. 200 kN/m² auf der Basisabdichtung berücksichtigt werden.
- Für zeitlich begrenzte Einwirkungen ist ggf. zu untersuchen, ob und in welchem Umfang sich bei Beendigung dieser Einwirkungen veränderte Materialeigenschaften regenerieren.
- Die Beständigkeit ist gegeben, wenn die geforderten dichtenden und mechanischen Eigenschaften der betrachteten Abdichtungskomponente erhalten bleiben. Ggf. sind Veränderungen durch entsprechende Korrekturfaktoren, additive Sicherheitskomponenten oder andere Maßnahmen zu berücksichtigen.

2.4 Herstellbarkeit

2.4.1 Allgemeines

Die Errichtung einer Basisabdichtung muss unter Baustellenbedingungen mit Sicherheit erbringbar und reproduzierbar sein.

Die Abdichtungskomponenten müssen unter Baustellenbedingungen so verarbeitet werden können, dass sie die in der Eignungsprüfung nachgewiesenen Leistungen mit ausreichender Sicherheit im eingebauten Zustand erbringen.

Die Herstellbarkeit hängt dabei von folgenden Faktoren ab:

- Herstellungsvoraussetzungen
- Handhabbarkeit und Fehlerempfindlichkeit des Herstellungsverfahrens
- Empfindlichkeit der Abdichtungsmaterialien gegenüber Einbaubeanspruchungen
- Prüfbarkeit
- Nachbesserungsmöglichkeit und Reparierbarkeit

Die Herstellbarkeit ist im Rahmen der Eignungsprüfungen grundsätzlich nachzuweisen. Die örtlichen Herstellungsgegebenheiten sind projektbezogen durch die Anlage eines Probefeldes (siehe auch Nr. 3) zu untersuchen. Die hierfür notwendigen Anforderungen müssen in der Eignungsbeurteilung für die Abdichtungskomponente angegeben werden.

2.4.2 Herstellungsvoraussetzungen

Zu den Herstellungsvoraussetzungen gehören:

- Witterungsvoraussetzungen, Objekt- und Lufttemperaturen, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und deren tageszeitliche Änderungen,
- Anforderungen an die jeweilige Unterlage auf der die Abdichtungskomponenten aufgebracht werden wie: Standfestigkeit, Ebenheit, Neigung, Rauigkeit, Sauberkeit, Feuchtigkeit, Temperatur,
- Anforderungen an die nachfolgend aufzubringenden Komponenten des Abdichtungssystems, damit diese die darunterliegende Abdichtung nicht beeinträchtigen oder schädigen.

2.4.3 Herstellungsverfahren

Das Herstellungsverfahren muss in seinen Einzelheiten und Abläufen festgelegt sein. Es muss gewährleisten, dass im Böschung- und Sohlbereich die gleichen Dichtigkeitseigenschaften erreicht werden.

Im Einzelnen sind Festlegungen zu folgenden Punkten zu treffen:

- Transport und Lagerung sowie ggf. Verpackung
- Einbauverfahren in der Böschung und in der Ebene
- Einbaudicke, Lagenzahl
- Verdichtung
- Ebenheit
- Geräteeinsatz
- Stoß- und Nahtausführung
- Verbundherstellung zwischen Lagen und Schichten
- Herstellung von Anschlüssen und Durchdringungen
- Einbautoleranzen
- Anschlüsse nach Arbeitsunterbrechungen
- Schutzmaßnahmen
- Maßnahmen bei ungünstigen Abweichungen von den Witterungsvoraussetzungen während des Einbaus
- Nachbesserungsverfahren, Reparaturverfahren

In einer Einbauanleitung sollen entsprechende Festlegungen zusammenfassend vorgelegt werden.

Die Abdichtungskomponenten müssen von Fachbetrieben mit qualifiziertem Fachpersonal eingebaut werden.

2.4.4 Empfindlichkeit gegenüber Einbaubeanspruchungen

Die Abdichtungskomponenten müssen mechanisch so stabil sein, dass sie durch Beanspruchungen bei der Herstellung der Abdichtung nicht geschädigt werden. Gegebenenfalls müssen dafür die Schichtdicken einzelner Abdichtungskomponenten erhöht werden.

Für den Einbau nachfolgender Komponenten des Abdichtungssystems oder wenn Bereiche der Abdichtung planmäßig begangen oder befahren werden sollen, ist nachzuweisen, dass die Abdichtungskomponenten dabei nicht geschädigt werden. Hierfür sind ggf. Schutzmaßnahmen vorzusehen.

2.4.5 Prüfung der Qualitätsmerkmale

Die Einhaltung der Qualitätsanforderungen des Abdichtungsmaterials im nicht eingebauten Zustand muss ohne weitere Hilfsmittel erkennbar bzw. auf einfache Art und Weise prüfbar sein, um ungeeignetes Material rechtzeitig aussondern zu können (z. B. Identitätskontrolle).

Einbauabhängige Eigenschaften sollen möglichst während oder unmittelbar nach dem Einbau prüfbar sein, um Einbaufehler zu beheben oder die Einbaubedingungen ggf. rechtzeitig korrigieren zu können. Die Prüfungen sollen nach Möglichkeit zerstörungsfrei erfolgen.

Voraussetzung für einen wirksamen Einsatz der Prüfverfahren bei der Herstellung der Abdichtung ist die entsprechende Qualifikation der mit der Eigen- und Fremdprüfung betrauten Personen und Prüfstellen (siehe auch Nr. 3).

2.4.6 Nachbesserungsmöglichkeit, Reparierbarkeit

Abdichtungskomponenten müssen mit geeigneten Methoden auf der Baustelle nachgebessert oder repariert werden können, um Qualitätsminderungen oder Beschädigungen, die beim Einbau oder nach Probenentnahmen entstanden sind, beheben zu können. Die so behandelten Stellen müssen die gleichen Eigenschaften aufweisen wie die übrigen Abdichtungsbereiche.

2.5 Sonstige Anforderungen

2.5.1 Materialstreuungen, Fehlerausgleich

Streuungen von Einwirkungen und Materialeigenschaften sind bei den Eignungsnachweisen zu berücksichtigen.

Nachteilige Auswirkungen zu großer Streuungen von Materialeigenschaften oder einer besonderen Empfindlichkeit von Materialien gegenüber Einbaubeanspruchungen können z. B. auch durch die Vergrößerung der Lagendicke oder durch zusätzliche Lagen der Abdichtungsschicht ausgeglichen werden.

2.5.2 Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeiten gegenüber einbaubedingten Veränderungen der Eigenschaften von Abdichtungskomponenten sind zu untersuchen und zu bewerten. Folgendes ist dabei zu beachten:

- Verschlechterung von Eigenschaften im eingebauten Zustand gegenüber Laboreigenschaften, die trotz Qualitätskontrollen nicht zu vermeiden sind
- Vergrößerung der Streuungen maßgebender Materialeigenschaften
- Bewertung der geänderten Eigenschaften im Hinblick auf ihre Tolerierbarkeit

2.5.3 Verbund von Lagen und Schichten

Besteht eine Abdichtung aus mehreren Dichtungskomponenten oder -schichten, ist sicherzustellen, dass es nicht durch Unterläufigkeit zwischen den Dichtungskomponenten oder -schichten zu einer Beeinträchtigung der Standsicherheit des Systems kommt.

Die Stand-/Gleitsicherheit von potentiellen Gleitfugen muss gewährleistet sein.

Ein Pressverbund zwischen zwei Abdichtungskomponenten wirkt hinsichtlich des Fehlerausgleichs der Dichtungswirkung positiv.

2.5.4 Imperfektionen

Die Abdichtung soll in der Lage sein, die Auswirkungen von ggf. entstandenen Imperfektionen (Risse, Löcher, ...) zu begrenzen. Die Auswirkungen von nicht vollständig auszuschließenden lokalen Imperfektionen, insbesondere auf das Abdichtungsverhalten, sind in geeigneter Weise abzuschätzen und ggf. durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen.

2.5.5 Verträglichkeit der Materialien

Materialien, die in angrenzenden Schichten zum Einbau kommen, dürfen sich nicht gegenseitig nachteilig beeinflussen.

2.5.6 Frostsicherheit

Bereits hergestellte, frostempfindliche Schichten, die vorübergehend dem Frost ausgesetzt sein können (Winterpause), sind ausreichend gegen Frosteinwirkung durch entsprechende Abdeckung mit mineralischen Stoffen oder sonstigen Isolierstoffen zu sichern.

3 Qualitätsmanagement

3.1 Allgemeines

Das Qualitätsmanagement hat das Ziel, im Rahmen der für die Abdichtung nach dem Stand der Technik festgelegten Qualitätskriterien die einwandfreie Herstellung der Abdichtung zu gewährleisten. Hiermit soll die Wahrscheinlichkeit von Material- und Herstellungsfehlern weitgehend ausgeschlossen werden. Das Qualitätsmanagement bezieht sich dabei sowohl auf die werksmäßige Herstellung von Materialien für die Abdichtung als auch auf die Herstellung der Abdichtung durch entsprechenden Einbau der Materialien auf der Deponie.

Das Qualitätsmanagement umfasst Tätigkeiten der Qualitätsplanung, der Qualitätslenkung, der Qualitätssicherung und der Qualitätsverbesserung (s. GDA E 5-10 und BAM).

Für das jeweilige Projekt ist gemäß Anhang 1 DepV ein Qualitätsmanagementplan zu erstellen. Darin werden die speziellen Elemente der Qualitätssicherung, die Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten, sachlichen Mittel und Tätigkeiten festgelegt. Weiterhin sind Prüfspezifikationen (Prüfmerkmale), Merkmalswerte, Prüfanweisungen und Prüfverfahren zu bestimmen.

Die Eignungsbeurteilungen für Abdichtungskomponenten werden so abgefasst, dass aus ihnen alle wesentlichen Angaben für das Qualitätsmanagement der Herstellung und des Einbaus der Materialien entnommen und bei der Erstellung eines projektbezogenen abfallrechtlichen Qualitätsmanagementplanes verwendet werden können.

Angaben werden zu folgenden Punkten gemacht:

- Gegenstand und Anwendungsbereich
- Zusammensetzung und Eigenschaften
- Herstellungsverfahren
- Übereinstimmungsnachweis-Verfahren
- Kennzeichnung
- Transport, Lagerung, ggf. Verpackung,
- Bestimmungen für Entwurf und Bemessung
- Bestimmungen für die Verarbeitung des Materials
- Bestimmungen für Nutzung, Unterhaltung und Wartung

3.2 Qualitätsmanagement bei der Herstellung von Gemischen

Für Materialien, die werkmäßig hergestellt werden, ist ein Qualitätsmanagement erforderlich. Die Einzelheiten hierzu sind in die Eignungsbeurteilung aufzunehmen. Folgende Elemente sind zu berücksichtigen:

- Ausgangsstoffe, Rohstoffe und Materialveränderungen
- Herstellungsprozess

Die sachgerechte Ausführung der erforderlichen Tätigkeiten muss durch den Hersteller eines Materials sichergestellt werden. Dazu ist es erforderlich, dass der Hersteller über entsprechende Voraussetzungen für eine werkseigene Kontrolle der Herstellung in Anlehnung an **GDA E 5-10** verfügt. Sie beziehen sich auf folgende Punkte:

- Organisation im Hinblick auf Verantwortlichkeiten und Vollmachten der Personen, die mit der Qualitätskontrolle befasst sind
- Qualifikation von Personal und Einrichtungen
- Dokumentation von Herstellungsverfahren, Kontrolle, Art und Häufigkeit von Qualitätsprüfungen, Anforderungen an die Prüfergebnisse, Maßnahmen bei Abweichungen von den Anforderungen
- Dokumentation der Ergebnisse von Prüfungen
- Kennzeichnung, Lagerung, Verpackung, Transport
- Aus- und Fortbildung des Personals.

Die Herstellung ist durch eine in der Eignungsbeurteilung zu benennende, fremdüberwachende Stelle zu überwachen. Die Fremdüberwachung besteht aus einer Erstprüfung des Materials, der Überwachung der werkseigenen Kontrolle des Herstellers sowie einer stichprobenartigen Materialprüfung. Die werkseigene Qualitätskontrolle und die stichprobenartige Materialprüfung sind bei laufender Herstellung regelmäßig, mindestens jedoch zweimal pro Jahr vorzunehmen. Die Häufigkeit der Überwachung bei zeitweiliger Herstellung ist an die Erfordernisse anzupassen.

Die Übereinstimmung mit den besonderen Bestimmungen der Eignungsbeurteilung ist auf dem Material oder dem Lieferschein kenntlich zu machen. Die Art der Kennzeichnung wird in der Eignungsbeurteilung festgelegt.

3.3 Qualitätsmanagement bei der Herstellung der Abdichtung

Für das Qualitätsmanagement für die Herstellung der Abdichtung durch den Einbau der Abdichtungskomponenten auf der Deponie sind die Anforderungen an die zu verwendenden Materialien, die Prüfmerkmale, die Prüfanweisungen und Prüfverfahren sowie Angaben zur

Bauausführung festzulegen. Dabei sollen die Bestimmungen in den bundeseinheitlichen Qualitätsstandards bzw. gegebenenfalls in der Eignungsbeurteilung für eine ordnungsgemäße Verarbeitung der Materialien berücksichtigt werden. Das Qualitätsmanagement muss sich sowohl auf die angelieferten Materialien, die Lagerung als auch auf deren Einbau beziehen.

Voraussetzung für den Einbau ist bei werkmäßig hergestellten Materialien der Nachweis der Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Eignungsbeurteilung. Die angelieferten Materialien müssen mit den für die Identifizierung und Verwendung notwendigen Angaben versehen sein. Eine stichprobenartige Überprüfung der Materialien zur Identifikation anhand der in der Eignungsbeurteilung angegebenen Materialkennwerte soll mit wirksamen und möglichst schnell durchzuführenden Prüfverfahren möglich sein.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass die mit der Verarbeitung beauftragten Firmen über eine ausreichende Qualifikation und Erfahrung bei der Herstellung von Abdichtungen mit den jeweiligen Materialien verfügen müssen.

Durch Nachweise und Prüfungen während der Bauausführung muss die Einhaltung der bestimmungsgemäßen Eigenschaften der Abdichtung sichergestellt werden.

3.4 Qualitätsmanagementplan

3.4.1 Anforderungen an den Qualitätsmanagementplan

Der Qualitätsmanagementplan bezieht sich vornehmlich auf die Herstellung der Abdichtung auf der Deponie. Im Qualitätsmanagementplan werden die Anforderungen an die zu verwendenden Materialien, den Einbau und die durchzuführenden Kontrollen (Überwachungswerte, -maßnahmen, -intervalle, Prüfmethode) unter Berücksichtigung der diesbezüglichen Bestimmungen in der Eignungsbeurteilung festgelegt. Der Qualitätsmanagementplan ist rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahmen zu erstellen und von der abfallrechtlich zuständigen Behörde zu genehmigen.

Vor Baubeginn sind auch die Verarbeitungsvoraussetzungen sowie die Eignung der Einbaugeräte und Bauverfahren unter Feldbedingungen in einem Probefeld, das Sohl- und gegebenenfalls Böschungsbereiche repräsentativ erfassen muss, zu untersuchen (DepV und GDA E 5-10). Die Ergebnisse der Untersuchungen im Prüffeld werden als Bezugsgrößen in den Qualitätsmanagementplan aufgenommen.

Im Qualitätsmanagementplan sind festzulegen:

- Verantwortlichkeiten für die Aufstellung, Durchführung und Kontrolle der Qualitätssicherung
- Herstellungsbeschreibung und Einbauverfahren der Abdichtung mit Angabe der zu überprüfenden Vorgänge
- Art und Anzahl der Qualitätsprüfungen an den angelieferten Materialien (Eingangsprüfung), bei der Verarbeitung (Verarbeitungsprüfung) und an der fertigen Abdichtung (Abnahmeprüfung).

Probefelder können in Abstimmung mit der zuständigen Behörde Bestandteil der Abdichtung werden, wenn alle Anforderungen an das Abdichtungssystem und dessen Komponenten nachgewiesen sind, alle Probenahmestellen ordnungsgemäß verschlossen und alle Anschlüsse ordnungsgemäß hergestellt werden.

3.4.2 Verantwortlichkeiten und Umfang der Qualitätsprüfungen

Verantwortlich für die Qualitätssicherung beim Einbau sind:

- der Hersteller (Baufirma) für die Eigenprüfung
- der Fremdprüfer für die Fremdprüfung
- die zuständige Behörde für die Überwachung

Personen und Stellen, die mit der Eigenprüfung auf der Deponiebaustelle beauftragt sind, müssen über eine ausreichende Erfahrung und Fachkenntnisse mit der Verarbeitung, Prüfung und Bewertung der jeweiligen Produkte verfügen. Die fremdprüfende Stelle muss nach DIN EN ISO/IEC 17020 als Inspektionsstelle für die Fremdprüfung im Deponiebau und nach DIN EC ISO/IEC 17025 als Prüflaboratorium akkreditiert sein. Spezielle Prüfungen können vom Fremdprüfer an eine unabhängige Institution vergeben werden, die für diese Prüfungen akkreditiert ist. Die Aufgaben und die Qualifikation der Fremdprüfung für mineralische Komponenten in Abdichtungssystemen ergeben sich für mineralische Komponenten aus dem Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 9-1, für Kunststoffkomponenten aus der Richtlinie der BAM.

Soweit die Eigenprüfung nicht behördlich oder in der Eignungsbeurteilung vorgegeben ist, legt sie den Umfang ihrer Untersuchungen eigenverantwortlich fest. Er sollte aber mindestens dem der Fremdprüfung entsprechen.

Der Mindestumfang der Qualitätsprüfung durch die fremdprüfende Stelle wird unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Abdichtungskomponente in der Eignungsbeurteilung festgelegt.

Es ist sicherzustellen, dass die bereits fertiggestellten Teilflächen weder durch nachfolgende Baumaßnahmen noch durch andere Einflüsse in ihren Eigenschaften nachteilig beeinflusst werden.

Die Überwachung und die abfallrechtliche Abnahme erfolgen durch die zuständige Behörde.

4 Technische Bezugsdokumente

REGELUNGEN DES BUNDES UND DER LÄNDER

Bund

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900) zuletzt geändert durch Artikel 7 der Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen, zur Änderung der Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte und zum Erlass einer Bekanntgabeverordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973)

LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“

Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 9-1 „Qualitätsmanagement - Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ vom 09.04.2014

Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS)

Zusätzliche Akkreditierungskriterien für Stellen, die an der Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen entsprechend der Deponieverordnung (DepV) beteiligt sind, Mai 2014

NORMEN

DIN EN ISO/IEC 17020:2012-07

Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen

DIN EC ISO/IEC 17025:2005-08, 2. Berichtigung 2007-05

Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

DIN 50035-1; 2012-09

Begriffe auf dem Gebiet der Alterung von Materialien, Grundbegriffe

DIN 18130-1:1998-05

Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes

EMPFEHLUNGEN TECHNISCHER FACHVERBÄNDE

GDA E 2-13

„Verformungsnachweis für mineralische Abdichtungsschichten“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ -GDA, der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

GDA E 3-1

„Eignungsprüfung mineralischer Oberflächen- und Basisabdichtungen“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Stand April 2010; www.gdaonline.de

GDA E 3-3

„Tonmineralogische Charakterisierung von mineralischen Basisabdichtungen“; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; Stand April 2010; www.gdaonline.de

GDA E 3-4

„Chemische Beanspruchung mineralischer Abdichtungen durch Sickerwasser“ ; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

GDA E 3-5

„Versuchsfelder für mineralische Basis- und Oberflächenabdichtungen“; ; Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik; 3. Auflage 1997; Verlag Ernst & Sohn;

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Richtlinie für die Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle für Kunststoffkomponenten im Deponiebau Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin, 7. Auflage, September 2013

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Mineralische Deponieabdichtungen“ Gemeinsames Merkblatt (LfU-Deponie-Info – Merkblatt 1, LANUV -Arbeitsblatt 6) (2009)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

„Beschaffenheit von Deponiesickerwasser in Nordrhein-Westfalen“ LANUV-Fachbericht 24 (2010)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

„Langzeitbeständigkeit mineralischer Deponieabdichtungen“ LANUV-Fachbericht 25 (2010)

LITERATUR

- [1] Horn, Schick, Wunsch
Verformbarkeit, Rißsicherheit und Dichtigkeit von mineralischen Deponiedichtungen;
Mitteilungen des Instituts für Bodenmechanik und Grundbau der Universität der Bundeswehr München, 1995 Heft 10