

Technische, wirtschaftliche und rechtliche Gesichtspunkte beim Einsatz von alternativen Deponieersatzbaustoffen

Albrecht Palm¹, Matthias Kockx¹, Klaus-Jürgen Arlt², Hartmut Tauber³

¹SIG UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH, Stendal

²Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen

³MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH, Braunsbedra

Technical, economic and legal criteria for the use of alternative landfill replacement building-materials

Abstract

The technical, economic and legal criteria for the use of alternative landfill replacement building-materials for the continuation of landfill operation and the closure, which were worked on in the result of realisation of five practice examples from the idea finding, investigation and planning, permission up to the execution of construction, are represented and evaluated. It is reported about the procedure and results for the proof of the suitability of the materials, particularly the environmental behaviour and the ecological toxicity, before the background of the valid and practiced legal position as well as the project-specific technical solution methods. Finally conclusions for the economic and right-safe realisation of comparable projects are drawn.

Inhaltsangabe

Die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Gesichtspunkte beim Einsatz von alternativen Deponieersatzbaustoffen für den Deponieweiterbetrieb und die -stilllegung, die im Ergebnis der Umsetzung von fünf Praxisbeispielen von der Ideenfindung, Begutachtung und Planung, Genehmigung bis zur Bauausführung bearbeitet wurden, werden dargestellt und ausgewertet. Berichtet wird über die Vorgehensweise und Ergebnisse zum Nachweis der Eignung der Materialien, insbesondere des Umweltverhaltens und der Ökotoxizität, vor dem Hintergrund der gültigen und praktizierten Rechtslage sowie die projektspezifischen technischen Lösungsansätze. Abschließend werden Schlussfolgerungen für die wirtschaftliche und rechtssichere Umsetzung vergleichbarer Projekte gezogen.

Keywords

Deponieersatzbaustoffe, alternative Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme, standortbezogener Wirksamkeitsnachweis, Versuchsfelder, Deponieweiterbetrieb und Deponiestilllegung

Landfill replacement building-materials, alternative landfill bottom liner systems, alternative landfill surface liner systems, site-specific effectiveness proof, test fields, continuation of landfill operation and closure

1 Einleitung

In den Begriffsbestimmungen des § 2 DepVerwV werden Deponieersatzbaustoffe als „unmittelbar und unvermischt eingesetzte Abfälle sowie unter Verwendung von Abfällen

hergestellte und eingesetzte Materialien“ für technischen Maßnahmen (z. B. Abdichtungssystem, Profilierung) auf oberirdischen Deponien definiert.

Im Hinblick auf eine rationelle Ressourcennutzung und sparsame Inanspruchnahme von Begleitrohstoffen (z. B. Sande, Kiese, Tone) im Deponiebau ist der Einsatz von Deponieersatzbaustoffen zur Durchführung technischer Maßnahmen anzustreben. Gemäß § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG hat die Verwertung von Reststoffen bzw. Abfällen Vorrang vor deren Beseitigung. Voraussetzung hierfür ist deren ordnungsgemäße und schadlose Einbindung in Erzeugnisse gemäß den öffentlich-rechtlichen Vorschriften unter Berücksichtigung der Standortbedingungen und Verfügbarkeit.

Nachfolgend wird der Einsatz von alternativen Deponieersatzbaustoffen an fünf Beispielen unter Beachtung der technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Randbedingungen dargestellt.

2 Randbedingungen

2.1 Rechtliche Randbedingungen

Die Anforderungen an deponietechnische Sicherungssysteme werden u. a. durch die DepV, insbesondere deren Anhänge 1 und 5, der DepVerwV sowie der TA Si, geregelt. Dies betrifft sowohl vorgegebene Regelsysteme für Basis- und Oberflächenabdichtungen als auch Grundbedingungen für Abweichungen von diesen Standards.

Die DepVerwV regelt hierbei den Einsatz und die Verwertung von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen. Bei der Errichtung von u. a. mineralischen Abdichtungen, Schutzlagen/ Schutzschichten oder Entwässerungsschichten als gleichwertige Systemkomponenten oder als eine gleichwertige Kombination von Systemkomponenten gemäß Satz 1 von Anhang 1 Nummer 1 und Nummer 2 DepV gelten in Abhängigkeit des Einsatzbereiches und der Deponieklasse die jeweiligen Zuordnungswerte des Anhangs 1 Tabelle 2 DepVerwV.

Die allgemeinen Grundsätze zur Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen sind in den „Deponietechnischen Vollzugsfragen“ der LAGA Ad-hoc-AG vom 10.09.2004 sowie dem RdErl. des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt zur „Auswahl von alternativen Oberflächenabdichtungssystemen für Deponien“ vom 6. April 2004 enthalten.

2.2 Technische Randbedingungen

Die technischen Regeln für die Untersuchung und Bewertung der zum Einsatz vorgesehenen Stoffe sind in der LAGA M20 Technische Regeln „Boden“ sowie in den GDA-

Empfehlungen E3 „Empfehlungen zu geotechnischen Eignungsprüfungen“ beschrieben. Die LAGA M20 TR „Boden“ enthält konkrete Festlegungen für die Untersuchung und Bewertung der jeweiligen Abfälle sowie ergänzende Vorgaben für den Einbau, insbesondere Zuordnungswerte und Einbaubedingungen. In den GDA-Empfehlungen E3 werden Eignungsprüfungen sowie Versuche zur Beschreibung und Kennzeichnung der Eigenschaften der zum Einsatz vorgesehenen Baustoffe in den Dichtungssystemen von Deponien dargestellt.

Das Bundesverwaltungsgericht hat im sog. Tongrubenurteil vom 14. April 2005 festgestellt, dass die in der LAGA-Mitteilung M 20 (alt) und insbesondere die in der TR Boden (alt) festgelegten Anforderungen nicht geeignet sind, bei einer Verwertungsmaßnahme die Schadlosigkeit der Verwertung sicherzustellen, weil die Anforderungen, die das Bodenschutzrecht an derartige Maßnahmen stellt, nicht berücksichtigt werden. Es ergeben sich zwei wesentliche Fragen, die man stellen kann, deren Antwort indes „offen“ ist.

Wie wird im Vollzug sichergestellt, dass bei bodenähnlichen Anwendungen und bei technischen Bauwerken die Schadlosigkeit der Verwertung nach vergleichbaren Maßstäben gewertet wird?

Wie sollen bei der Verwertung von mineralischen Abfällen die bodenschutzrechtlichen Vorschriften und die daraus resultierenden materiellen Anforderungen berücksichtigt werden und welche Konsequenzen hat das im Hinblick auf die „Gleichbehandlung“ und „Praxisnähe“?

2.3 Wirtschaftliche Randbedingungen

Zur rationellen Ressourcennutzung und zur sparsamen Inanspruchnahme von Begleitrohstoffen (z. B. Sande, Kiese, Tone) im Deponiebau ist der Einsatz von alternativen Deponieersatzbaustoffen zur Durchführung technischer Maßnahmen (z. B. Abdichtungssystem, Profilierung etc.) dem Verbrauch von natürlichen Böden vorzuziehen.

Unter Gewährleistung einer langfristigen Verfügbarkeit der jeweiligen alternativen Deponiebaustoffe in ausreichender Menge, einer entsprechenden Eignung hinsichtlich der Standortbedingungen sowie einer im Versuchsfeld nachgewiesenen technischen Herstellbarkeit bzw. Machbarkeit der vorgesehenen Baumaßnahme können durch die Verwendung von alternativen Deponieersatzbaustoffen im Einzelfall bis zu 40% der Baukosten gegenüber Regelsystemen eingespart werden.

3 Fallbeispiele

3.1 Wasserhaushaltsschicht

Die Mächtigkeit des alternativen Oberflächenabdichtungssystems, ausgebildet als Wasserhaushaltsschicht, beträgt insgesamt 2,75 m (inklusive Ausgleichsschicht). Die einzelnen Schichten bestehen hierbei aus am Standort verfügbaren und stofflich geeigneten mineralischen Abfällen (siehe Tabelle 1). Die Abbildung 1 stellt den Systemaufbau grafisch dar.

Tabelle 1 Schichtenaufbau der Wasserhaushaltsschicht

Bezeichnung der Schicht	Materialzusammensetzung
Oberboden	30 % Grobasche, 40 % Boden, 30 % Klärschlammkompost (Rekultivierungssubstrat gesiebt)
Unterboden 1	25 % Grobasche, 25 % REA-Gips, 50 % Bauschutt
Unterboden 2	70 % Feinasche, 30 % Grobasche
Ausgleichsschicht	100 % Grobasche

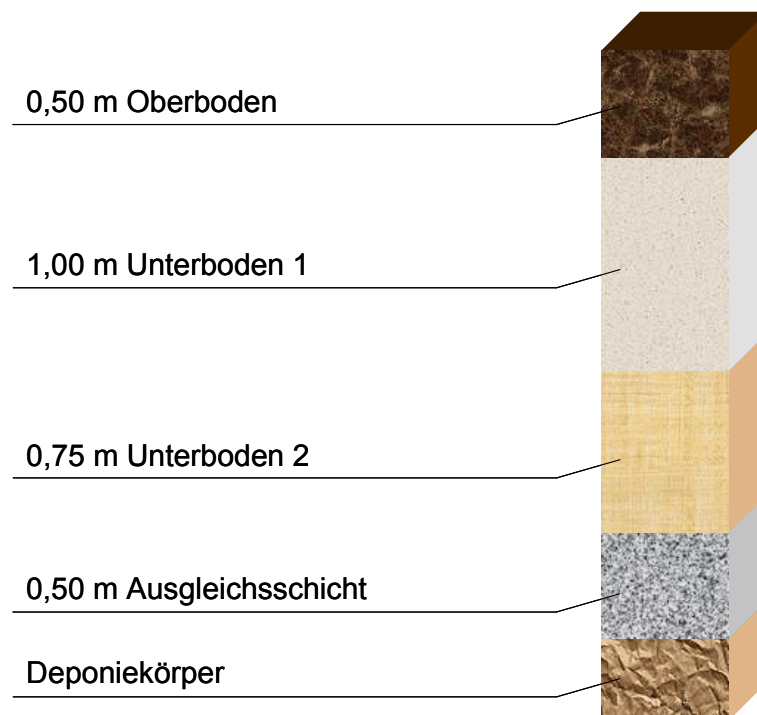


Abbildung 1 Schematischer Aufbau Wasserhaushaltsschicht

Durch die gezielte Gestaltung optimiert die alternative Oberflächenabdichtung den Wasserhaushalt des Gesamtsystems am Standort. Unter Einbeziehung der klimatischen und topografischen Bedingungen wurden

- Schichtdicke,
- Bodenmaterialien und
- Bewuchs

so gewählt, dass auch starke Niederschläge weitgehend abgeleitet bzw. gespeichert werden können.

Der gezeigte Schichtenaufbau mit den alternativen Deponiebaustoffen ist im Jahr 2005 auf einer Anlage in Sachsen-Anhalt genehmigt worden. Gegenwärtig laufen die Vorbereitungen für die Abdeckung an einem weiteren Deponiestandort.

3.2 Alternative Zwischenabdichtung

Im folgenden Fallbeispiel wurde ein bereits planfestgestellter, aber noch nicht mit Abfällen belegter Deponieabschnitt nach dem Stand der Technik gem. DepV (Basisabdichtungs- und Zwischenabdichtungssystem) nachgerüstet.

Entwickelt, geplant, genehmigt und gebaut wurden ein Basisabdichtungs- und Zwischenabdichtungssystem für eine Deponie DK II in Anlehnung an die DepV (Aufbau der Basisabdichtung von oben nach unten: filterstabiles Trenngeotextil, 0,30 m Entwässerungsschicht, Schutzlage und Kunststoffdichtungsbahn aufliegend auf dem Planum der geologischen Barriere, die hier aufgrund der Standortverhältnisse über besondere Eigenschaften verfügt). Im Übergangsbereich zwischen den angrenzenden Abfallböschungen (Hausmülldeponie) und den w.z.b. basisabgedichteten Teilflächen wurde ein geeignetes Auflager für die anschließende Verlegung der Kunststoffdichtungsbahn und alternative mineralische Dichtung hergestellt (Zwischenabdichtung). Der Schichtenaufbau dieser Zwischenabdichtung ist in Abbildung 2 dargestellt.

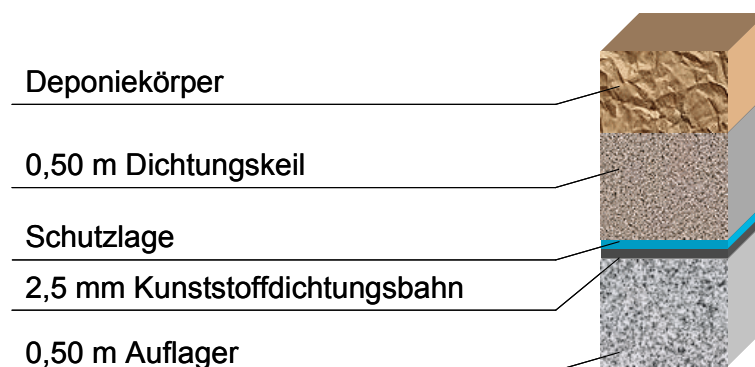


Abbildung 2 Schematischer Aufbau alternative Zwischenabdichtung

Als Auflager wurde eine verdichtete Ausgleichsschicht aus homogenem, bindigem Material, das die Zuordnungswerte für die Deponieklasse I gemäß AbfAbIV einhält, hergestellt. Die Mächtigkeit der verdichteten Schicht betrug $\geq 0,50$ m und wurde weitgehend

aus heimischen Materialien bzw. aus geeigneten Abfällen zur Verwertung hergestellt. Der Verdichtungsgrad auf der Oberfläche des Auflagers betrug $D_{Pr} \geq 95 \%$.

Der Dichtungskeil wurde lagenweise zwischen der Schutzlage und dem neu geschütteten Abfallkörper aus Inertstoffen, die die Zuordnungswerte für die Deponieklasse II gemäß AbfAbIV einhalten, hergestellt. Für das zum Einsatz vorgesehene Material wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$ nachgewiesen. Die Mächtigkeit des Dichtungskeils betrug $\geq 0,50 \text{ m}$, gemessen rechtwinklig zur Schutzlage, und im eingebauten Zustand war ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$ nachzuweisen.

3.3 Alternative Oberflächenabdeckung

Im folgenden Fallbeispiel wurde eine Deponie (Hausmüll und teilweise industrielle Abfälle) durch eine dreilagig aufgebaute Oberflächenabdeckung (siehe Abbildung 3) endgültig abgedeckt und gesichert. Die Nachweisführung der standortbezogenen Wirksamkeit erfolgte mittels HELP. Die Qualitätsanforderungen der Einzelschichten, insbesondere die Durchlässigkeit, die nutzbare Feldkapazität und der permanente Welkepunkt ergaben sich zunächst aus der HELP-Modellierung. Der Schichtenaufbau am Standort (Westerhüsen, Sachsen-Anhalt) ist nach Vorabstimmung zur Genehmigung eingereicht. Die Bauausführung wird im Jahr 2007 erfolgen. Vor der Ausführung der Baumaßnahme ist eine Verifizierung der Nachweisführung mit den zum Einsatz gelangenden Materialien erforderlich.

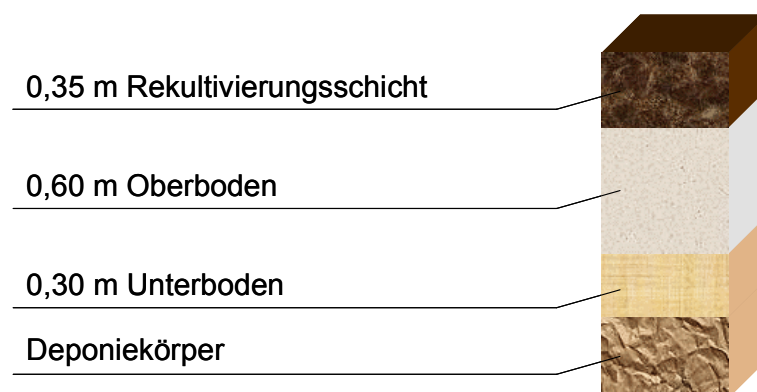


Abbildung 3 Schematischer Aufbau alternative Oberflächenabdeckung

An die Materialien der einzelnen Komponenten werden folgende Qualitätsanforderungen gestellt (siehe Tabelle 2).

Für die Ober- und Unterbodenschicht stehen seitens des Deponiebetreibers Materialien in ausreichender Menge zur Verfügung, deren Einsatz nach entsprechender Eignungsprüfung vorgesehen ist.

Tabelle 2 Qualitätsanforderungen alternative Oberflächenabdeckung

Bezeichnung der Schicht	Qualitätsanforderungen
Reku-Schicht (mittel-sandiger Lehm)	Trockenrohdichte: 1,4 t/m ³ - 1,8 t/m ³ (Ld 1-2) Durchlässigkeit: 1,5 x 10 ⁻⁶ m/s, nutzbare Feldkapazität: 35,0 Vol.-%, permanenter Welkepunkt: 22,0 Vol.-% Größtkorn ≤ 8 mm, Reibungswinkel cal φ` ≥ 27,5°
Oberboden (sandig-toniger Lehm)	Trockenrohdichte: 1,6 t/m ³ - 1,8 t/m ³ (Ld 3) Durchlässigkeit: 6,94 x 10 ⁻⁷ m/s, nutzbare Feldkapazität: 38,0 Vol.-%, permanenter Welkepunkt: 28,5 Vol.-% Größtkorn ≤ 8 mm, Reibungswinkel cal φ` ≥ 27,5°
Unterboden (schluffig-lehmiger Sand)	Trockenrohdichte: 1,6 t/m ³ - 1,8 t/m ³ (Ld 3) Durchlässigkeit: 1,27 x 10 ⁻⁶ m/s, nutzbare Feldkapazität: 26,5 Vol.-%, permanenter Welkepunkt: 10,5 Vol.-% Größtkorn ≤ 8 mm, Reibungswinkel cal φ` ≥ 27,5°

3.4 Alternative technische Barriere und Basisabdichtung

Die Errichtung eines neuen Deponieabschnittes gemäß DepV, DK I auf einer Monodeponie der Stahlindustrie soll durch die Errichtung einer Basisabdichtung (Regelaufbau unter Verwendung alternativer Deponiebaustoffe aus eisenhüttenstämmigen Mineralstoffgemischen) auf einer verbesserten technischen Barriere ($d \geq 0,50$ m, $k_f \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s, zweilagiger Einbau unter Verwendung eisenhüttenstämmiger Mineralstoffgemische) erfolgen. Diese Barriere (siehe Abbildung 4) ist erforderlich, da der anstehende Deponiekörper unterhalb der Betriebsflächen die Anforderungen an eine geologische Barriere gemäß Anhang 1 Nr.1 DepV für eine Deponie der DK I nicht vollständig erfüllt.

In der zu schaffenden Basisabdichtung für den neuen Deponieabschnitt wird alternativ zum Regelaufbau statt einer Kunststoffdichtungsbahn eine mineralische Dichtungsschicht bestehend aus einem eisenhüttenstämmigen Mineralstoffgemisch ($d \geq 0,50$ m, $k_f \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s, zweilagiger Einbau) eingesetzt.

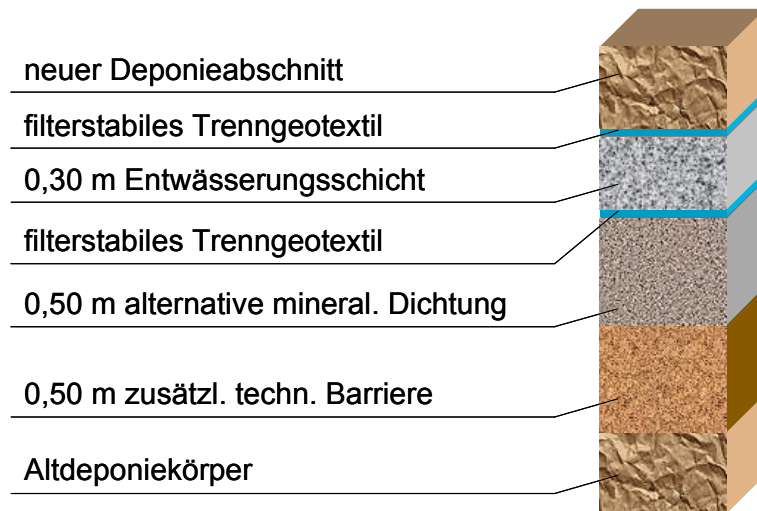


Abbildung 4 Alternative technische Barriere und Basisabdichtungssystem

Das Vorhaben befindet sich derzeit in der Plangenehmigung. Ein Bescheid ist noch nicht ergangen.

3.5 Alternative Oberflächenabdichtung

Zur Abdichtung und Schließung von Teilabschnitten einer Monodeponie der Stahlindustrie (vgl. Punkt 3.4) ist die Aufbringung einer Oberflächenabdichtung nach DepV, DK I auf den zuvor profilierten Altkörper vorgesehen. Der Schichtenaufbau besteht aus einer mineralischen Dichtungsschicht ($d \geq 0,50$ m), Entwässerungsschicht ($d \geq 0,30$ m) und Rekultivierungsschicht ($d \geq 1,00$ m) (siehe Abbildung 5). Hier sollen als Deponieersatzbaustoffe für die mineralische Dichtungsschicht ein eisenhüttenstämmiges Mineralstoffgemisch, bestehend aus Gichtschlamm und Stahlwerksschlacke im Verhältnis 1:1, eingesetzt werden.

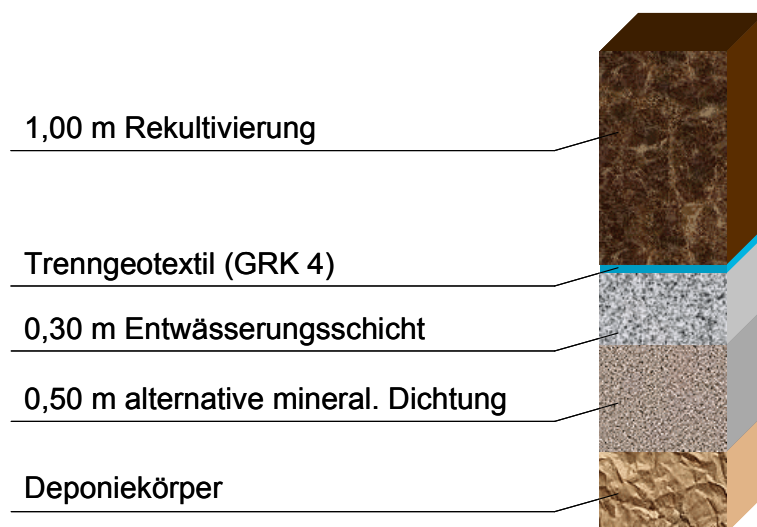


Abbildung 5 Schichtenaufbau des alternativen Oberflächenabdichtungssystems

Die bestehende Plangenehmigung schließt derartige Alternativen nicht aus. Ein entsprechender Genehmigungsantrag ist gestellt.

4 Genehmigungserfordernisse

Wesentliche Voraussetzung für die Genehmigungsfähigkeit von Abdichtungssystemen aus alternativen Deponieersatzbaustoffen ist deren Gleichwertigkeit/Wirksamkeit gegenüber den Regelsystemen.

Dieser Gleichwertigkeits-/Wirksamkeitsnachweis erfolgt standortbezogen und beinhaltet bezüglich der Leistungsfähigkeit folgende Bestandteile (vgl. RdErl. MLU Sachen-Anhalt vom 06. April 2004):

- Nachweis der Systemwirksamkeit bezüglich der Geringdurchlässigkeit gegenüber perkolierenden Wässern (z. B. Wasserhaushaltsberechnung),
- Nachweis der Systemwirksamkeit bezüglich der regulierenden Wirkung bei Gasmigration (Darstellung der technischen Lösung, Stoffstromberechnung),
- Nachweis der Langzeitbeständigkeit gegenüber am Standort auftretenden Einflüssen (z. B. Frostbeständigkeit, Austrocknungsbeständigkeit, mechanische Beständigkeit bei Setzungen und Sackungen, Beständigkeit gegenüber chemischen und biologischen Einwirkungen)

Nachfolgend werden die standortspezifischen Vorgehensweisen und die Ergebnisse zum Nachweis der Eignung und Gleichwertigkeit der jeweiligen alternativen Deponieersatzbaustoffe aus den o. g. Praxisbeispielen Wasserhaushaltsschicht (Pkt. 3.1) und Basisabdichtung (Pkt. 3.4) sowie Oberflächenabdichtung (Pkt. 3.5) näher beschrieben.

Zur Feststellung der Systemwirksamkeit der Wasserhaushaltsschicht gem. Pkt 3.1 wurde ein Versuchsfeld mit dem vorgesehenen Schichtenaufbau im Jahr 2003 am Standort errichtet und seitdem wissenschaftlich betreut und begleitet. Das Versuchsfeld wurde mit umfangreicher Messtechnik zur Erfassung meteorologischer Daten (Messeinrichtungen: Wetterstation, Bodenoberflächentempersensoren, Abflussmessungen) und bodenhydrologischer Daten (Messeinrichtungen: Tensiometer, FDR-Sonden, Abflussmessungen) ausgestattet. Die Ergebnisse aus dem Versuchsfeld belegen, dass mit dem vorgesehenen alternativen Schichtenaufbau quasi kein Sickerwasser anfällt und somit chemische Einwirkungen auf das Gesamtsystem infolge Sickerwasser auszuschließen sind. Eine Abminderung der Wirksamkeit der Wasserhaushaltsschicht durch Setzungen und Sackungen ist nicht gegeben, da der rein mineralische Schichtenaufbau des Systems sich den Setzungen anpasst.

Im Fall der Praxisbeispiele aus Punkt 3.4 und 3.5 wird seit 2002 als pilotmaßstäbliches Nachweisverfahren zum Nachweis der Schadlosigkeit und der baustofftechnologischer Eignung bzw. Gleichwertigkeit gegenüber dem Regelaufbau für die DK I nach DepV von gemischtkörnigen Deponieersatzbaustoffen auf Basis eisenhüttenstämmiger Mineralstoffe Feldversuche (Großlysimeteranlage, 12 Versuchsfelder) durchgeführt (WOLSFELD, 2005). In den gutachterlichen Auswertungen der Untersuchungsergebnisse dieser Feldversuche sowie zusätzlichen labortechnischen Elutionsversuchen an den eisenhüttenstämmigen Mineralstoffen und deren Mischungen kann die Eignung dieser alternativen Dichtungsbaustoffe als Deponieersatzbaustoff unter Berücksichtigung geochemischer, bodenmechanischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Gesichtspunkte als hinreichend belegt gelten. Das gilt besonders im Hinblick auf das chemische Verhalten der zum Einsatz vorgesehenen eisenhüttenstämmigen Mineralstoffgemische (u. a. hohe Barriere Wirkung gegenüber der Eluierung von Schwermetallen aufgrund des hohen Kalkanteils in den Schlacken). Die labortechnisch ermittelten bodenmechanischen Parameter der eisenhüttenstämmigen Mineralstoffgemische (Reibungswinkel und Kohäsion) liegen im Bereich bindiger Böden und lassen ein dauerhaft standsicheres Dichtungssystem erwarten. Durch den kornabgestuften Aufbau der eisenhüttenstämmigen Mineralstoffgemische (Stahlwerksschlacke als Stützkorn, feinkörniger Gichtschlamm als Füller) ist gegenüber herkömmlich eingebauten Tondichtungen langfristig von einer besseren mechanischen Widerstandsfähigkeit auszugehen.

5 Literatur

- | | | |
|--|------|--|
| Versteyl, L.-A./
Jacobj, H. | 2006 | Gutachten über den Einsatz von mineralischen Stoffen aus der Eisen- und Stahlproduktion zur Herstellung von Deponiebaustoffen, unveröffentlicht |
| Wolsfeld, N. | 2005 | Bodenphysikalische Eignung mineralischer Oberflächenabdichtungs-Systeme für Monodeponien der Stahlindustrie, Freiburger bodenkundliche Abhandlungen, Heft 43, ISSN 0344-2691 |
| Palm, A./
Schmitt-Tegge, J./
Sondermann, W.-D. | 2003 | Leitfaden zur Deponiestilllegung, Herausgeber VKS/ ATV-DVWK |
| Arlt, K.-J./
Haberer, E. | 1997 | Untersuchungen des pH-Wert-abhängigen Elutionsverhaltens der Schwermetalle aus Hüttenreststoffen, Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, unveröffentlicht |
| Bialucha, R./ | 2004 | Eisenhütten Schlacken – ökotoxikologisch unbe- |

Iffland, H.		denklich, Report des FEhS- Instituts für Baustoff-Forschung e.V., 11. Jahrgang Nr. 2
Frimmel, F. H./ Förstner, U./ Delay, M.	2006	Gutachterliche Stellungnahme zur ökotoxikologischen Bewertung der Auswirkung des Betriebes der Abfalldeponie Dillinger Hütte auf Schutzgüter, unveröffentlicht
ARGE SIG UmweltProjekt GmbH/ IHU GmbH	2005	Standortbezogener Wirksamkeitsnachweis für ein alternatives Oberflächenabdichtungssystem, unveröffentlicht

Anschrift der Verfasser

PD Dr.-Ing. habil. Albrecht Palm, Dipl.-Ing. Matthias Kockx
 SIG UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH
 Breite Str. 30, D-39579 Stendal
 Telefon 0049 (0)3931-6892-0
 Email: a.palm@sig-up.de, m.kockx@sig-up.de
 Website: www.sig-up.de

Dr.-Ing. Klaus-Jürgen Art
 Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke
 Werkstraße, D-66763 Dillingen
 Telefon 0049 (0)6831-473 639
 Email: klaus.art@dillinger.de
 Website: www.dillinger.de

Dipl.-Ing. Hartmut Tauber
 MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH
 Geiseltalstraße 1, D-06242 Braunsbedra
 Telefon 0049 (0)34633-41 141
 Email: Tauber_Hartmut@mail.mueg.de
 Website: www.mueg.de