

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Dipl.-Ing. Torsten Sasse, Prof. Dr.-Ing Ernst Biener

Umtec Prof. Biener, Sasse und Partner GbR, Aachen/Bremen

Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

1 Einführung

Das Herstellen eines Oberflächenabdichtungssystemes stellt eine bevorzugte Maßnahme zur Sicherung von Deponien und Altlasten dar. Auch für Maßnahmen, die in den Anwendungsbereich der Technischen Ableitung Siedlungsabfall (TASi) [1] fallen, wurden bzw. werden dabei häufig Oberflächenabdichtungssysteme realisiert, die nicht dem Standardabdichtungssystem (Regelsystem) der TASi entsprechen. Neue Erkenntnisse aus der Forschung, Praxiserfahrungen bei der Herstellung des Regelsystems, einzelfallspezifische Projektrandbedingungen sowie auch wirtschaftliche Aspekte (Kosten-Nutzen-Betrachtungen) haben dazu geführt, alternative Dichtungssysteme zu entwickeln und umzusetzen. Dies gilt im besonderen Maße natürlich auch für Anwendungsfälle, die nicht der TASi- bzw. TASo [2] zuzuordnen sind, z.B. die Sanierung (Sicherung) von Altlasten im Rechtsbereich des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG).

Im Folgenden soll anhand grundsätzlicher Überlegungen sowie praktischer Ausführungsbeispiele über Möglichkeiten berichtet werden, kostenoptimierte Oberflächenabdichtungssysteme zu realisieren, wobei auf Gesichtspunkte der Systemauswahl, der Planung, der Genehmigung sowie der praktischen Ausführung eingegangen wird.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

2 Möglichkeiten der Kostenoptimierung

2.1 Kostenrelevanz von Dichtungselementen

Um projektspezifisch überprüfen zu können, inwieweit der Einsatz alternativer Dichtungssysteme aus wirtschaftlicher Sicht überhaupt sinnvoll ist, sollten in einem ersten Schritt insbesondere die regional schwankenden Lieferkosten (Materialkosten frei Baustelle) für die einzelnen Komponenten der in Frage kommenden Oberflächenabdichtungssysteme ermittelt werden.

In der Tabelle 1 sind Spannweiten für die Liefer- sowie die Einbaukosten von Einzelkomponenten des Regeloberflächenabdichtungssystems nach TASI für eine Deponie der Klasse II zusammengestellt worden.

Dichtungselement	Lieferkosten	Einbaukosten
Ausgleichsschicht/Gasdränschicht	5 bis 30 €/m ³	1 bis 4 €/m ³
Mineralische Dichtung	10 bis 25 €/m ³	3 bis 6 €/m ³
PEHD-Kunststoffdichtungsbahn, 2,5 mm	7 bis 9 €/m ²	
Entwässerungsschicht (Kies)	8 bis 30 €/m ³	2 bis 5 €/m ³
Rekultivierungsboden	5 bis 20 €/m ³	1 bis 3 €/m ³

Tabelle 1: Herstellkosten für das Regeloberflächenabdichtungssystem nach TASI

Die in Tabelle 1 genannten Kostenwerte stellen grobe Anhaltswerte auf Basis abgewickelter Projekte dar. Ungewöhnliche Bedingungen der Ressourcenbeschaffung (z.B. falls keine geeigneten Baustoffe in einem Umkreis von 50 km verfügbar sind) bzw. schwierige Einbaubedingungen (z.B. steil geneigte Böschungen oder kleinräumige Einbausituationen) werden durch diese Kostenkennwerte allerdings nicht erfasst.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Weiterhin sei der Hinweis erlaubt, dass die angegebenen Einbaukosten im Wettbewerb zwar immer wieder angeboten werden, nach Meinung der Verfasser aber in vielen Fällen (unter Berücksichtigung eines qualitätsgesicherten Einbaus) nicht kostendeckend sind. Dies betrifft neben den Kosten für den Einbau der Mineralischen Dichtung häufig auch die Aufwendungen für den Einbau von Dränschichten auf Kunststoffdichtungsbahnen.

Die in der Tabelle 1 genannten Lieferkosten berücksichtigen weiterhin nicht Sonderfälle der Materialbeistellung, wie z.B. Verwendung von Recyclingmaterialien (ggf. auch Abfälle zur Verwertung) sowie Materialgestellung aus der unmittelbaren Nähe, z.B. aus Seitenentnahmen.

Unabhängig hiervon wird aus Tabelle 1 deutlich, dass die Herstellkosten für Oberflächenabdichtungssysteme im Wesentlichen durch die Material- und Lieferkosten beeinflusst werden. Dementsprechend ergeben sich auch hier die größten Potentiale für mögliche Kosteneinsparungen.

Perspektivisch ist davon auszugehen, dass sich die Materialkosten für den Rekultivierungsboden erhöhen werden. Diese Einschätzung beruht auf dem Umstand, dass in der TASI keine besonderen Anforderungen an die Rekultivierungsschicht gestellt werden, sich aber in zunehmenden Maße die Erkenntnis durchsetzt, dass diesem Element langfristig (d.h. in Zeiträumen, die über die übliche Lebensdauer von Bauwerken hinausgehen) eine zentrale Sicherungsfunktion zukommt und somit spezifizierte Anforderungen zu stellen sind. Diese zielen insbesondere in die Richtung eines optimierten Wasserhaushaltes innerhalb der Rekultivierungsschicht (Erhöhung der Evapotranspiration durch hohe nutzbare Feldkapazität in Verbindung mit entsprechender vorhandener Durchwurzelungstiefe sowie kapillarem Steigvermögen etc.). Vor dem Hintergrund, dass zudem die Mindestmächtigkeit der Rekultivierungsschicht in der Fachöffentlichkeit intensiv diskutiert wird, erscheint es durchaus denkbar, dass zukünftig das Sicherungselement „Rekultivierungsschicht“ das kostenaufwändigste Teilelement eines Oberflächenabdichtungssystemes werden kann.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

2.2 Möglichkeiten zur Kosteneinsparung

Die Herstellkosten für Oberflächenabdichtungssysteme können durch unterschiedlichste Maßnahmen reduziert werden, z.B.:

- Einfaches „Abspecken“, d.h. verminderte Anforderungen an die Materialeigenschaften und/oder Materialstärken der einzelnen Komponenten des Dichtungssystemes, z.B. verringerte Mächtigkeiten für Ausgleichsschichten, Mineralische Dichtung oder Rekultivierungsboden etc.; ggf. Kompensierung verringerter Materialstärken durch erhöhte Anforderungen an die Materialqualitäten (z.B. dickenreduzierte Mineralische Dichtung bei gleichzeitig erhöhten Anforderungen an den Durchlässigkeitsbeiwert k)
- Einsatz alternativer Dichtungssysteme, die projektspezifisch zu geringeren Kosten führen (z.B. Ersatz einer Mineralischen Dichtung durch eine geotextile Tondichtungsbahn (Bentonitmatte), Einsatz von einfachen/erweiterten Kapillarsperrensystemen, einfache Asphaltabdichtungssysteme, Ersatz eines Mineralischen Flächenfilters durch eine geotextile Dränmatte, etc.).
- Oberflächenabdichtungen mit Dichtungskontrollsystemen, bei denen auf die Redundanz der Standardabdichtungselemente zu Gunsten einer Kontrollierbarkeit verzichtet wird
- Einsatz von Baustoffen, die aufgrund der Standortbedingungen günstiger zu beschaffen sind, hinsichtlich ihrer Eigenschaften aber im Einzelfall von den Normforderungen abweichen können
- Verwendung von Recyclingmaterialien bzw. Recyclingbaustoffen (u.a. auch Verwendung von Regeneraten für Kunststoffdichtungsbahnen; Anmerkung: TASI 10.4.1.4 fordert z.B. für Kunststoffdichtungsbahnen in Oberflächenabdichtungssystemen ausdrücklich den Einsatz von Recyclaten; nach Auffassung der Autoren besteht diesbezüglich ausgesprochener Forschungs-/Entwicklungsbedarf seitens der Bahnenhersteller sowie z.B. auch der BAM)

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Selbstverständlich sind die vorgenannten Maßnahmen im Einzelfall auf die projektspezifische Genehmigungsfähigkeit hin zu überprüfen. Oberstes Kriterium im Rahmen der Prüfung (und Herbeiführung) dieser Genehmigungsfähigkeit kann unseres Erachtens aber nicht die von technischen Weiterentwicklungen und sonstigen einzelfallspezifischen Randbedingungen losgelöste Bindung an formaltechnische Festlegungen aus rund 10 Jahre alten Verwaltungsvorschriften sein, sondern allein das dahinterstehende grundlegende und gesetzlich verankerte Schutzziel, nämlich die Sicherstellung des Schutzes des Wohls der Allgemeinheit (gemäß § 10.4 KrW-/AbfG) am individuellen Projekt.

Inwiefern künftig vor dem Hintergrund der in Vorbereitung befindlichen Deponieverordnung (als Rechtsverordnung) noch entsprechende Entwurfsfreiheiten im konkreten Einzelfall verbleiben, erscheint z.Zt. zumindest fraglich. Unseres Erachtens ist diesbezüglich leider zu erwarten, daß die (auch allgemein viel diskutierte) „bundesdeutsche Regelungsdichte“ zuungunsten verantwortlicher ingenieurmäßiger Lösungen nochmals erhöht wird.

3. Beispiele für Systemoptimierungen

3.1 Entwässerungsschicht aus Sand

Die TASI fordert für die Entwässerungsschicht eine Dicke von $d \geq 0,3$ m und einen Durchlässigkeitsbeiwert $k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s (als Sollbestimmung). In Verbindung mit Anhang E der TAsO hat dies dazu geführt, dass in der überwiegenden Anzahl der Fälle Dränschichten aus Kies als flächig herzustellende Entwässerungsschicht eingebaut wurden.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Wird eine entsprechende Kiesdränschicht direkt oberhalb einer Kunststoffdichtungsbahn eingebaut, besteht die Erfordernis, oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn ein Schutzvlies zu verlegen. Die Verlegung dieses Schutzvlieses führt zu einer zusätzlichen Scherfläche innerhalb des Abdichtungssystems, die in der Regel bestimmend für die Standsicherheit in Böschungsbereichen ist (Kontaktfuge Kunststoffdichtungsbahn zu Schutzvlies).

Vor diesem Hintergrund sowie mit der Zielsetzung, die in der Regel teurere Resource Kies (insbesondere in einer Ausfallkörnung 8/16 oder 16/32) zu schonen, kann es im Einzelfall sinnvoll sein, die Entwässerungsschicht aus einem Sand anstatt aus Kies herzustellen. Hiermit verbunden ist in jedem Fall eine geringere hydraulische Leistungsfähigkeit des Systemelementes Flächenfilter, die allerdings durch die Verlegung eines Rohrdränagesystems (teil-)kompensiert werden kann. Hierdurch eröffnet sich zudem die Möglichkeit einer besseren Kontrollierbar- und Wartbarkeit des Oberflächenentwässerungssystems. In jedem Fall besteht die Erfordernis, ein entsprechendes Entwässerungssystem mit einem Sandflächenfilter sorgfältig zu dimensionieren.

Gerade letzter Punkt erscheint uns bei der zuvor bereits erwähnten „Regelungsdichte“ zumindest teilweise untergegangen zu sein. Entscheidend für die Dränfähigkeit eines Gesamtsystems ist nämlich nicht die bloße Festlegung eines mindestens erforderlichen materialspezifischen Durchlässigkeitsbeiwertes der Dränschicht, sondern eine ingenieurmäßige Dimensionierung des hydraulischen Gesamtsystems (basierend auf den vorhandenen meteorologischen Randbedingungen, der Mächtigkeit des Rekultivierungsbodens, den Gefälleverhältnissen, der Schichtmächtigkeit, den Abflußverhältnissen, etc.). Konsequenterweise wäre demzufolge in einer Verordnung nicht der k-Wert zu „regulieren“, sondern allein die erforderliche hydraulische (Gesamt-)Leistungsfähigkeit.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Diverse Projekterfahrungen zeigen, dass in Verbindung mit entsprechenden Rekultivierungsmöglichkeiten, ausreichendem Gefälle sowie einem hydraulisch geeigneten Rohrdränagesystem eine Sanddränschicht mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s eine rasche und planmäßige Dränung einer Deponieoberfläche sicherstellen kann. Weiterhin hat sich in vielen Fällen gezeigt, dass entsprechende Sandvorkommen ($k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) wesentlich häufiger als geeignete Kiesabbaustätten projektnah verfügbar sind.

Unsere Erfahrungen aus der Qualitätssicherung entsprechender Maßnahmen zeigen im Übrigen, dass bei der Einbaukontrolle von entsprechendem Dränsand bei der Ausführung weniger Probleme als bei entsprechendem Dränkies (Überschreitung der abschlämmbaren Bestandteile; Abweichung von der vorgegebenen Kornverteilungskurve durch Kornzertrümmerung beim Einbau etc.) auftreten.

Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung eines Flächenfilters aus Dränsand ist darin zu sehen, dass die Filterstabilität zur überdeckenden Rekultivierungsschicht in der Regel ohne entsprechende Filtervliese und der Schutz der unterhalb liegenden Kunststoffdichtungsbahn ohne Schutzvlies gewährleistet werden kann. Bei der Verwendung eines Sandflächenfilters ergeben sich damit sowohl funktionelle (Standicherheit; filterstabiler Aufbau) als auch wirtschaftliche Vorteile durch:

- Entfall Schutzvlies
- Beschaffungskosten für Sand in der Regel deutlich geringer als für Kies
- Geringere Einbauschwierigkeiten
- Entfall Filtervlies

Insbesondere in Regionen, in denen keine Kiesabbaustellen ortsnah verfügbar sind, können mit dem vorgeschlagenen System insofern Kosteneinsparungen von 10 bis 15 €/m² erzielt werden.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

3.2 Materialgestellung aus Seitenentnahmen

Erhebliche Kosteneinsparungen beim Bau von Dichtungssystemen können immer dann erzielt werden, wenn die Möglichkeit besteht, Massen für ein oder mehrere Systemelemente vor Ort zu gewinnen. Bei Oberflächenabdichtungssystemen bieten sich hierfür neben ggf. erforderlichen Profilierungsmassen insbesondere die für den Rekultivierungsboden in erheblicher Größenordnung benötigten Bodenmengen an.

Im Falle der Oberflächenabdichtung der Deponie Wesuwe konnten beispielsweise durch die oberflächige Entnahme des vor Ort anstehenden Geschiebelehmes bzw. Sandes in einer Menge von ca. 40.000 m³ Kosteneinsparungen (Lieferkostenreduzierung) in sechsstelliger Größenordnung erzielt werden (siehe auch Tabelle 1). In diesem Falle wurde auf einer vom Deponiebetreiber nicht mehr benötigten Erweiterungsfläche von rund 24.000 m² der oberflächig anstehende Boden bis in Tiefen von ca. 3,75 m unter GOK ausgekoffert (sogenannte Seitenentnahme) und einerseits als Ausgleichsschicht sowie andererseits als Oberboden für die unteren Lagen des Rekultivierungsbodens des Oberflächenabdichtungssystems wieder eingebaut (Böckers/Sasse; SKZ 2001 [3]). Die entsprechende Entnahmefläche wurde anschließend landschaftspflegerisch profiliert und gestaltet und der natürlichen Sukzession überlassen.

In Abhängigkeit von den projektspezifischen und geologischen Standortbedingungen können auch andere mineralische Dichtungselemente (z.B. geeignete Sande für Drän-/Ausgleichsschichten; ggf. sogar mineralische Dichtungsmaterialien) kostengünstig vor Ort aus Seitenentnahmen gewonnen werden.

3.3 Dichtungskontrollsysteme

Der Einsatz von Dichtungskontrollsystemen kann projektspezifisch eine sinnvolle Alternative zur Ausführung des Regelaabdichtungssystems nach TASI sein.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Um wirtschaftliche Vorteile zu erzielen, wird dabei in der Regel anzustreben sein, die Redundanz des Abdichtungssystems durch einen Verzicht auf die Mineralische Dichtungskomponente aufzugeben und statt dessen eine alternative Komponente in Form eines Dichtungskontrollsystems einzubauen.

Nach überwiegender Meinung kann für ein derartiges System zwar kein allgemeingültiger (prinzipieller) Gleichwertigkeitsnachweis nach TASI 10.4.1.1 geführt werden, es ist aber eine einzelfallspezifische Ausnahmeregelung (z.B. gemäß TASI 2.4 o.ä.) unter Berücksichtigung der projektbezogenen Schutzzielerfüllung gemäß KrW-/AbfG denkbar (inwieweit die Deponieverordnung entsprechende Lösungen einschränken wird, bleibt allerdings abzuwarten).

Hinsichtlich der Planung und Ausführung von Dichtungskontrollsystemen liegen inzwischen hinreichende praktische Erfahrungen vor (s.a. Sasse/Bökers; SKZ 2001 [3]).

Von unserem Büro wurden zwischenzeitlich drei Maßnahmen (Deponie Wesuwe, Deponie Dörpen, Altablagerung Schweinsweide (Vulkan-Gelände in Bremen)) mit einer Gesamtabdichtungsfläche von knapp 20 ha betreut.

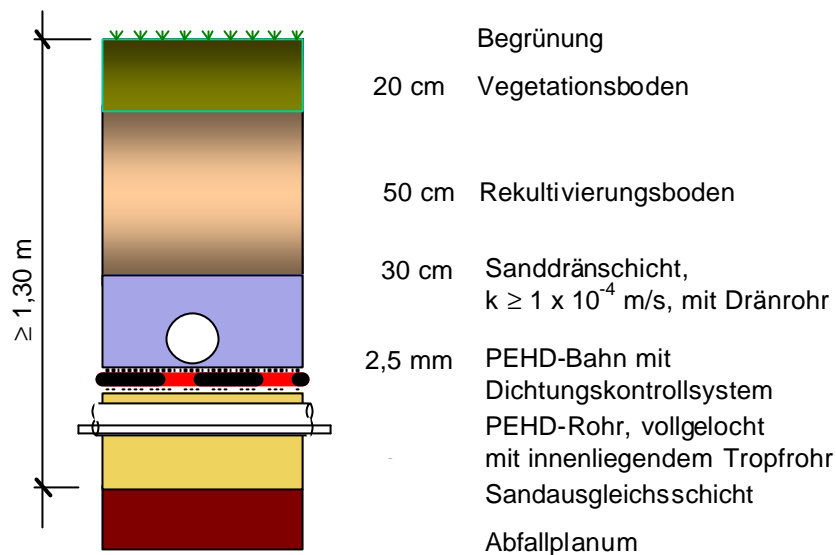
Hier wurden grundsätzlich positive Erfahrungen mit Dichtungskontrollsystemen sowohl in der Ausführungsphase als auch in der anschließenden Überwachungsphase gesammelt.

Beim Vorhaben Zentraldeponie Wesuwe (Landkreis Emsland) wurden dabei auch die vorgenannten Optimierungsmöglichkeiten (Verwendung eines Flächenfilters aus Sand; Gewinnung von Boden für die Ausgleichsschicht sowie die Rekultivierungsschicht aus einer Seitenentnahme) umgesetzt.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Die Herstellkosten für das in Abbild 1 dargestellte Oberflächenabdichtungssystem beliefen sich dabei netto auf deutlich unter 50 €/m² (einschl. Kosten für Rekultivierung, Regenrückhaltebecken, Oberflächenentwässerung, Wegebau etc.), wobei hierin zusätzlich noch Kosten für die Installation eines Bewässerungssystems auf einer Fläche von 4 ha sowie Maßnahmen zur Gasfassung und Gasableitung enthalten sind.



Abbild 1: Oberflächenabdichtungssystem Zentraldeponie Wesuwe

3.4 Verwendung von Recyclingmaterialien

Häufig werden im Falle des Abschlusses von Deponien und dem Bau von Oberflächenabdichtungen auch erhebliche vorlaufende Profilierungsarbeiten an der Deponieoberfläche erforderlich. Dies ist einerseits auf die bei früheren Abfallschüttungen oftmals vorzufindenden sehr steilen Neigungsverhältnisse, die aus Standsicherheitsgründen eine Umprofilierung erforderlich werden lassen, zurückzuführen, andererseits häufig aber auch zur Schaffung einer ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit (ausreichende Vorflutverhältnisse) unabdingbar (siehe auch Kap. 3.1).

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

In der Regel wird man bestrebt sein, diese Profilierungsarbeiten im Massenausgleich durchzuführen, was aber in einigen Fällen aus morphologischen Gründen nicht erreichbar ist. In derartigen Fällen wird beim Bau von Oberflächenabdichtungen die Zulieferung sogenannter Profilierungsmaterialien erforderlich.

In Abhängigkeit vom anschließenden Dichtungssystemaufbau sind die diesbezüglich zu stellenden Materialanforderungen in der Regel darauf beschränkt, dass das Material den erforderlichen Verdichtungsanforderungen genügt. Insofern wird man in der Regel nicht auf Material aus entsprechendem natürlichen Abbaustätten (Kies, Schotter, etc.) zurückgreifen, sondern bemüht sein, geeignete kostengünstige Recyclingmaterialien zu verwenden.

Erhebliche Kostenvorteile lassen sich dabei erzielen, wenn beispielsweise abfallartige Recycling- oder Bodenmaterialien (z.B. Boden mit schädlichen Verunreinigungen, etc.) eingebaut werden können, was bei herkömmlichen Siedlungsabfalldeponien in der Regel der Fall ist.

Beim Bau der Oberflächenabdichtung der Deponie Hahnbusch wurden beispielsweise Materialien mit den Abfallschlüsselnummern (EAK 17 05 99 D1 bzw. nach Umschlüsselung seit 01.01.2002 EWC 17 05 03³) verwendet.

Durch diese Maßnahme konnte im 1. Bauabschnitt im Jahre 1997 ein Kostenvorteil von rund 18 €/m² und im 2. Bauabschnitt (Ausführung im Jahr 2002) von rund 14 €/m² erreicht werden.

4. Projektbeispiel modifizierte Kombinationsdichtung

Am Beispiel der Sicherung der Altablagerung Bockhorner Weg in Bremen soll ein Projekt vorgestellt werden, bei dem unterschiedliche Maßnahmen zur wirtschaftlichen Optimierung eines Oberflächenabdichtungssystemes umgesetzt wurden.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

4.1 Standortbeschreibung

Die insgesamt ca. 8,2 ha große Altablagerung Bockhorner Weg liegt in Bremen, Stadtteil-Lüssum, und grenzt im Nordwesten unmittelbar an ein Wohngebiet an. Bei der Altablagerung handelt es sich um eine ehemalige, in den 50er und 60er Jahren ausgetonte Ziegeleigrube, die von Ende der 60er Jahre bis 1986 verfüllt wurde. Das gesamte Ablagerungsvolumen beträgt ca. 1,0 bis 1,4 Mio. cbm.

Die Altablagerung befindet sich in der Trinkwasserschutzzone IIIa. Teilbereiche der Altablagerung sind als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen.

4.2 Entwicklung eines Oberflächenabdichtungssystems

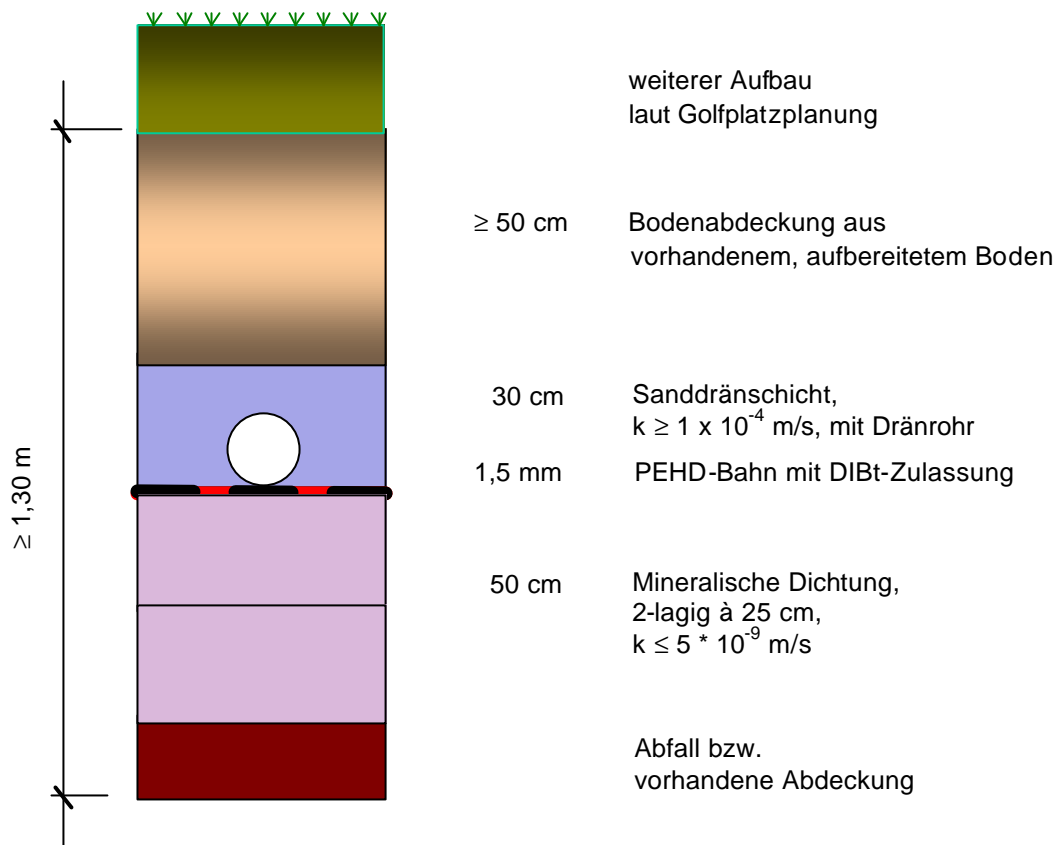
Wesentliches Sicherungsziel im vorliegenden Fall ist eine Verbesserung des Grundwasserschutzes sowie die Ermöglichung einer gefahrlosen Folgenutzung als Golfplatz.

Nachdem im Rahmen mehrerer Konzeptionsvergleiche Maßnahmen zur Kapselung der Altablagerung mittels einer Kombination aus Oberflächenabdeckung und Dichtwand aufgrund der geologischen Situation verworfen werden mussten, wurde der Ausbildung einer qualifizierten Oberflächenabdeckung zur deutlichen Reduzierung weiterer Niederschlagswassereintritte in Kombination mit hydraulischen Maßnahmen der Vorzug gegeben. Sicherungsziel ist es dabei, durch die Verringerung der Stauwasserneubildung den Eintritt von Stauwasser in das Grundwasser zu reduzieren. Bei der Konzeption der Sicherungsmaßnahmen galt dabei zu beachten, dass trotz der relativ großen Fläche der Altablagerung (ca. 8 ha) nur ein sehr begrenztes Budget zur Verfügung stand.

Der Aufbau des gewählten Oberflächenabdeckungssystems ist in Abbild 2 dargestellt.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen



Abbild 2: System der Oberflächenabdeckung auf der Altablagerung Bockhorner Weg

Mit dem gewählten System wird somit prinzipiell eine Kombinationsabdichtung realisiert, jedoch wurden bei wesentlichen Elementen Abweichungen vom Regelsystem vorgenommen.

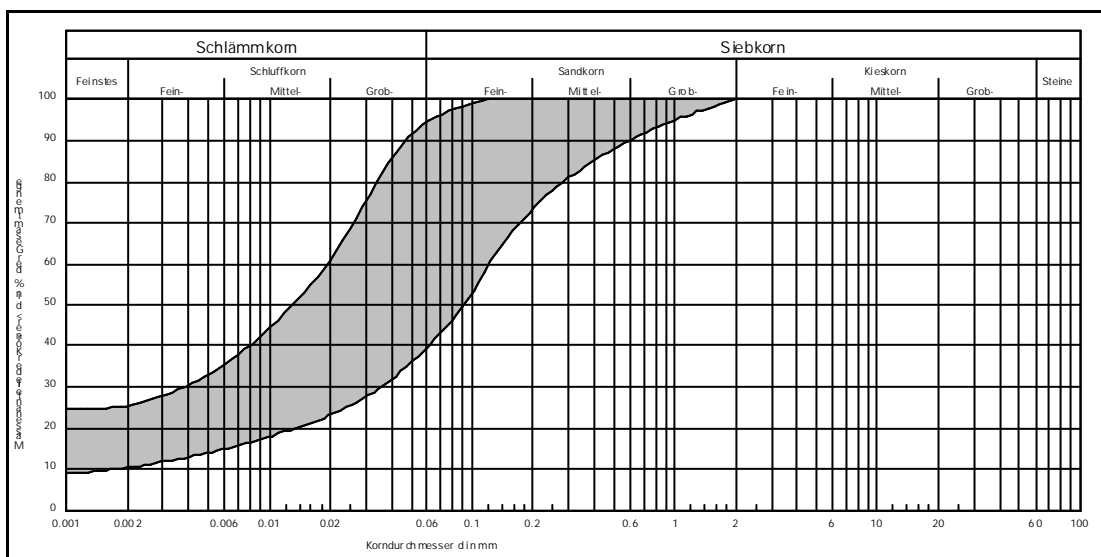
Im Nachfolgenden wird hierbei vorwiegend auf die modifizierten Systemkomponenten der Mineralischen Dichtung aus Baggergut, der Entwässerungsschicht aus Sand sowie die Kunststoffdichtungsbahn eingegangen.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Im Sinne einer Schonung der natürlichen Ressourcen gemäß § 1KrW-/AbfG wird die Mineralische Abdichtung aus selektiertem Baggergut (Hafenschlick) aus der Integrierten Baggergutentsorgung Bremen-Seehausen hergestellt.

Das auf Basis einer Vielzahl von Korngrößenbestimmungen ermittelte Kornspektrum des selektierten Baggergutes kann Abbild 3 entnommen werden. Demnach setzt sich das Baggergut vorwiegend aus den Korngrößen $\leq 0,063$ mm (Ton-/ Schluffkorn) und Sand zusammen. Aufgrund dieser Kornzusammensetzung hat das selektierte Baggergut eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit.

Bezüglich der Wasserdurchlässigkeit des selektierten Baggergutes lagen die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von ca. 100 Proben aus der Qualitätssicherung der Baggergutdeponie in Bremen-Seehausen vor. Demnach konnte bei anforderungsgerechter Verdichtung im Mittel von einem k-Wert von $k < 7 \cdot 10^{-10}$ m/s ausgegangen werden.



Abbild 3: Kornverteilungsspektrum des selektierten Baggergutes

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Im Vergleich zu üblichem mineralischen Dichtungsmaterial zeichnet sich das selektierte Baggergut durch einen vergleichsweise hohen Wassergehalt aus. So liegt der optimale Wassergehalt für das selektierte Baggergut bei ca. $w_{opt} = 30\% - 37\%$, die natürlichen Wassergehalte im Anlieferungszustand betragen aber $w = 40\%$ bis über 60% .

Dies führt zu speziellen Anforderungen sowohl beim Einbau und Verdichten als auch bei dem Herstellen der Oberfläche der Mineralischen Dichtung.

Hinsichtlich der anforderungsgerechten Verdichtung des selektierten Baggergutes sind aufgrund der erhöhten Wassergehalte Anpassungen an die üblichen bodenmechanischen Forderungen erforderlich. So ist die in der TA Siedlungsabfall /1/ verankerte Anforderung an einen Verdichtungsgrad von 95% der einfachen Proctordichte aufgrund der nicht unerheblichen Überschreitung des optimalen Wassergehaltes beim Einsatz des selektierten Baggergutes nicht erzielbar. Die Erfahrungen aus dem Einsatz des Baggergutes als Dichtungsmaterial im Zuge der Errichtung der Baggergutdeponie haben jedoch gezeigt, dass bereits der Eintrag von geringfügiger Verdichtungsenergie (mehrfaches Überfahren der Einbaulagen mit einer 16 t-Moorraupe mit Anhängewalze) ausreichend ist, um die wesentliche Funktion des Baggergutes, die Dichtwirkung, zu erzielen. Im Zuge der Baumaßnahme Altablagerung Bockhorner Weg wurde daher gefordert, dass die aus der fertigen Dichtung entnommenen Sonderproben Dichten von mindestens 95% der sogenannten „Einpunktproctordichte“ aufweisen. Einpunktproctordichte bedeutet in diesem Fall, dass gestörte Proben des Baggergutes mit dem gegebenen, natürlichen Wassergehalt im Proctorversuch im Zylinder eingeschlagen wurden und an diesen Zylinderproben die Dichte bestimmt und ins Verhältnis mit der Dichte aus der Sonderprobe gestellt wurde.

Bedingt durch die Tatsache, dass für die anforderungsgerechte Verdichtung der Mineralischen Dichtung aus Baggergut vergleichsweise wenig Verdichtungsenergie eingetragen werden muß, ergeben sich verringerte Anforderungen an die Tragfähigkeit des Verdichtungswiderlagers.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Auf die Erstellung eines tragfähigen Untergrundes in Form einer Ausgleichsschicht konnte somit verzichtet werden.

Als Kunststoffdichtungsbahn wurde im vorliegendem Fall eine 1,5mm starke PEHD-Dichtungsbahn mit DIBt-Zulassung verwendet. Diese Dichtungsbahn hat dabei die wesentliche Aufgabe, einen direkten Kontakt des Dränagewassers mit dem Baggergut sowie eine Austrocknung der Mineralischen Dichtung zu verhindern.

Vor diesem Hintergrund erschienen die Abweichungen von den üblichen Anforderungen (Dicke 2,5mm; BAM-Zulassung) vertretbar.

Zur Dränwasserfassung oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn wird ein 30 cm starker Flächenfilter aus einem Sand der Körnung 0/2mm mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s eingesetzt. Zur Sicherstellung einer ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit werden zusätzlich Dränrohre eingebaut.

4.3 Genehmigungsverfahren

Anwendung fand im vorgegebenen Fall das Bundesbodenschutzgesetz einschließlich des untergesetzlichen Regelwerkes (insbesondere Bundesbodenschutzverordnung). Für die beschriebene Maßnahme wurde ein Sanierungsplan erstellt [4] und durch die zuständige Bodenschutzbehörde für verbindlich erklärt. Durch die Lage in einem Wasserschutzgebiet waren hierbei besondere Anforderungen zum Schutz des Grundwassers sowie des Oberflächenwassers zu berücksichtigen.

4.4 Bauausführung

Mit der Ausführung der Maßnahme wurde im Mai 2001 begonnen. Der erste Einbau von Mineralischen Dichtungsmaterial erfolgte im Juli 2001.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“
Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung
von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Witterungsbedingt wurden die Dichtungsarbeiten im November 2001 unterbrochen. Die ca. 8 ha große Fläche soll bis zum August 2002 fertiggestellt sein.

Die gewählten Baustoffe (vergleichsweise weiche Mineralische Dichtung mit hohem Wassergehalt; dünne Kunststoffdichtungsbahn mit geringerer Eigenfestigkeit im Vergleich zu einer 2,5mm-KDB) stellten besondere Anforderungen an die Ausführung. Das Mineralische Dichtungsmaterial aus selektiertem Baggergut zeigte dabei grundsätzlich ein gutes Einbauverhalten. Zur Erzielung einer ausreichenden Verdichtung war in der Regel bereits ein mehrfaches Überfahren mit einer Planierraupe ausreichend. Das selektierte Baggergut zeigte sich allerdings empfindlich gegenüber einer Überverdichtung (Bildung von Porenwasserüberdruck).

Die Verlegung, Verschweißung und der Überbau der 1,5 mm dicken PEHD-Kunststoffdichtungsbahn erfordert noch feiner abgestimmte Bauabläufe und Bauverfahren als die Verlegung einer Bahn mit 2,5 mm Dicke. Auf Grund der geringeren Eigenzugfestigkeit der 1,5 mm-Bahn ist insbesondere der Eintrag von Schubkräften beim Einbau der überlagernden Dränschicht zu vermeiden.

Anhand mehrerer Freigrabungen konnte gezeigt werden, dass sich ein ordnungsgemäßer Pressverbund zwischen Kunststoffdichtungsbahn und Mineralischer Dichtung eingestellt hat.

Als Herstellkosten werden für das gesamte Kombinationsoberflächenabdichtungssystem einschließlich Rekultivierungsboden sowie Maßnahmen zur Oberflächenwasserableitung, Entwässerungsmulden etc. und Wegebau spezifische Kosten von weniger als 30 €/m² erwartet. Hierbei wirkt sich positiv aus, dass die Verwendung von selektiertem Baggergut eine Verwertung von Abfällen darstellt und als Rekultivierungsboden weitestgehend auf vorhandenen Abdeckboden zurückgegriffen werden konnte, der allerdings zusätzlich aufbereitet werden muß (Sieben, Brechen).

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

5. Zusammenfassung

Inwiefern es für die Oberflächenabdichtung von Hausmülldeponien (Altdeponien im Sinne der TASI) erforderlich bzw. sinnvoll ist, detaillierte bundeseinheitliche Vorgaben zu machen, soll an dieser Stelle nicht diskutiert werden (Stichwort „Unikatdeponien“). Es ist aber in jedem Fall als legitim anzusehen, projektbezogen nach technisch und wirtschaftlich optimierten Lösungen zu suchen und dabei auch Vorgaben aus Verwaltungsvorschriften, die teilweise über 10 Jahre alt sind, auf den Prüfstand zu stellen.

Hierbei muß natürlich sorgfältig darauf geachtet werden, dass nicht zu Gunsten einer wirtschaftlichen Optimierung übergeordnete Ziele des Umweltschutzes über die Grenzen der Belastbarkeit hinaus geopfert werden, zumal mit zunehmendem Einsparpotential entsprechende Begehrlichkeiten (naturgemäß) wachsen. Entwickelte Optimierungsmöglichkeiten sind im Einzelfall auf Genehmigungsfähigkeit sowie insbesondere auf Wahrung des Wohls der Allgemeinheit zu prüfen.

Auf der anderen Seite sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ohne Rückgriff auf entsprechende Optimierungsmöglichkeiten als Alternative häufig nur „Verfahren“ der natural attenuation, ggf. in Verbindung mit der Aufbringung eines mehr oder weniger qualifizierten Oberbodens, verbleiben.

Unsere Erfahrungen zeigen, dass Planung, Genehmigung und Ausführung kostenoptimierter Oberflächenabdichtungssysteme höhere Anforderungen an die Beteiligten stellen (können) als die Ausführung von Standardsystemen. Insofern besteht umso mehr die Notwendigkeit einer Zusammenarbeit mit entsprechend sachkundigen Partnern, die sich dieser besonderen Problematik mit Verantwortung bewusst sind. Der eigentliche Einbau kostenoptimierter Abdichtungssysteme (ohne Berücksichtigung von Lieferkosten) kann dabei sogar aufwendiger als die Herstellung von Regelsystemen sein, was im übrigen auch für die Maßnahmen der Bauüberwachung und der Qualitätssicherung zutreffen kann.

18. Fachtagung „Die sichere Deponie“

Sasse, Biener; Grenzen bei der Auswahl, Dimensionierung und Ausführung von kostenoptimierten Oberflächenabdichtungssystemen

Wenn sich diese Erkenntnis bei allen Projektbeteiligten durchsetzt (und auch entsprechend gehandelt wird), sind kostenoptimierte Oberflächenabdichtungssysteme sicherlich nicht der Königsweg der Deponiestilllegung, aber in jedem Fall eine prüfenswerte Variante.

6. Kontakte und nähere Information

www.umtec-gbr.de

e-Mail: info@umtec-gbr.de

7. Literatur

- [1] 3. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall); Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgungen von Siedlungsabfällen; Bundesanzeiger; Mai 1993
- [2] 2. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall); Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch-physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen; April 1991
- [3] Bökers/Sasse/Wemhoff/Rüther: „Deponieabschluss und komplexe Altlastensicherung mit Dichtungskontrollsystem“; 17. Fachtagung „Die sichere Deponie“, SKZ, 2001
- [4] „Sicherung der Altablagerung Bockhorner Weg – Sanierungsplan nach §14 Bundes –Bodenschutzgesetz“; Umtec GbR; 2001 (nicht veröffentlicht).