

Untersuchungen zur Wirksamkeit und Herstellbarkeit eines auf Deponieersatzbaustoffen basierenden Oberflächenabdichtungssystem auf der Hochhalde Schkopau im Rahmen des europäischen Demonstrationsprojekts CONWASTE*

H. Röttschke¹, R. Basmer¹, M. Einecke¹, T. Tribulowski²

Einleitung

Die MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH (MDSE) betreibt, saniert und verwaltet 60 Altdeponien und Altablagerungen in Sachsen-Anhalt sowie rund 300 weitere, in der Regel altlastverdächtige, Liegenschaften. Sie ist darüber hinaus verantwortlicher Projektträger für die Altlastensanierung in den Großprojekten Bitterfeld/Wolfen, Mansfelder Land, Leuna und Zeitz sowie in zahlreichen weiteren Projekten, wie Tankstellen, Tanklagern, chemischen Reinigungen und anderen industriellen Altlasten. Die Altdeponien der MDSE umfassen ein derzeitiges Ablagerungsvolumen von ca. 220 Mio. m³ Abfällen. 12 Altdeponien und Altablagerungen befinden sich im Chemiedreieck Bitterfeld, Leuna, Buna mit einem Ablagerungsvolumen von ca. 200 Mio. m³. Die Gesamtfläche aller Objekte beträgt etwa 1.300 ha. Mehr als 55% des Ablagerungsvolumens setzt sich aus eingespülten Aschen (Winkleraschen, Kraftwerksaschen etc.) und Schlämmen (z. B. Kalkkarbidhydrat) und etwa 27 % aus industriellen Abfällen aus den Produktionsprozessen der jeweiligen Standorte zusammen. Etwa 5 % bestehen aus Hausmüll, oder hausmüllähnlichen Abfällen und ca. 14 % sind Bauschutt, Bodenaushub und ähnliche mineralische Abfälle.

Die **Hochhalde Schkopau** ist mit ihren 8 selbständigen Altdeponien das größte Objekt der MDSE. Sie wurde ab 1937 bis 1999 als industrielle Absetzanlage der BUNA-Werke, bei der Verspülung von Kraftwerksaschen, Kalkhydraten und anderen feststoffhaltigen Abwässern benutzt. Heute nimmt die Deponie eine Fläche von über 300 ha mit einem Volumen von ca. 70 Mio. m³ ein.

Auf den Altdeponien der Hochhalde Schkopau wurde, mit Ausnahme des Deponieabschnitts 4.5 auf der Altdeponie 4, die Ablagerungsphase vor dem 15.07.2005 beendet. Obwohl bei der ersten Konzeption der Oberflächengestaltung die Ausnahmeregelung gemäß § 14 (6) Deponieverordnung (DepV) Berücksichtigung fand, würde allein die Stilllegung der Altdeponien der Hochhalde Schkopau ca. 6 Mio. m³ natürlicher Rohstoffe zur Herstellung von Oberflächenprofil und -abdichtung sowie mehr als 1,2 Mio. m³ Kulturboden zur Herstellung der Rekultivierungsschicht unter Aufwendung von ca. 95 Mio. € erfordern (Teilsanierungsrahmenkonzept, 2005).

Mit dem Einsatz von Deponieersatzbaustoffen können Verbrauch natürlicher Ressourcen und Kosten für eine standortgerechte Oberflächenabdichtung reduziert werden. Die MDSE hat im Rahmen eines aus Mitteln des EU-LIFE Programms geförderten Demonstrationsvorhabens (CONWASTE) Untersuchungen durchgeführt, ob sich aus geeigneten Reststoffen gezielt Dichtungen herstellen lassen, die unter Einhaltung der Schutzziele eine technisch geeignete Lösung darstellen.

* CONVersion of WASTE for use as construction material for environmentally friendly closing of industrial landfills

¹ MDSE Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Bitterfeld-Wolfen

² T&K invest GmbH, Braunsbedra OT Roßbach

Hierfür wurden auf der Altdeponie 6 der Hochhalde Schkopau zwischen August 2007 und Dezember 2008 mehrere Versuchsflächen (Test- und Demonstrationsfelder) eines auf Ersatzbaustoffen basierenden Deponieoberflächenabdichtungssystems angelegt. Der dem Sanierungsrahmenkonzept der Hochhalde Schkopau zugrunde liegende Systemaufbau besteht aus einer Dichtungs- sowie einer als Wasserhaushaltsschicht ausgeführten Rekultivierungsschicht. Entsprechend der im Vorhaben abgeleiteten standortspezifischen Materialanforderungen wurden die Deponieersatzbaustoffe mit einer im Projekt auf der Hochhalde Schkopau neu errichteten Abfallbehandlungsanlage bereitgestellt. Materialeignung sowie Wirksamkeit und Herstellbarkeit des Oberflächenabdichtungssystems wurden im Hinblick auf die folgenden Hypothesen überprüft und evaluiert:

1. Die Dichtungs- und Wasserhaushaltsschichten weisen in Kombination, als auch als Einschichtsystem eine hinreichende Dichtigkeit hinsichtlich vertikaler Verlagerung von Niederschlagswasser auf.
2. Die Schadstoffemission des Oberflächenabdichtungssystems ist im Hinblick auf den Schutz des Wohls der Allgemeinheit unbedenklich.
3. Die Anforderungen an Material- und Einbauqualität werden bei der Herstellung der Dichtungs- und Wasserhaushaltsschichten im Großmaßstab unter realen Produktionsbedingungen gewährleistet.
4. Die Herstellung der Dichtungs- und Wasserhaushaltsschichten ist überwiegend witterungsunabhängig.

Material und Methoden

Als **Dichtungsschicht** kamen Materialien wie Verbrennungsrückstände aus verschiedensten thermischen Prozessen, wie auch andere feste Abfälle, z.B. Böden aus Sanierungen, Bauschutt-Recyclat und Gießereisande zum Einsatz. Weiterhin wurden schlammige Materialien wie Sedimente aus Wasserstraßen, Schleifschlämme, Schlämme aus der Wasseraufbereitung und Schlämme aus der Abwasseraufbereitung getestet und zum Teil großtechnisch eingesetzt. Bei der Herstellung wurde zunächst ein Gemisch der einzelnen festen Komponenten realisiert, dessen Zusammensetzung vorher labormäßig getestet wurde. Danach kamen dieses Gemisch und die schlammförmigen Komponenten über zwei Aufgabestellen in einen Zwangsmischer. In den Mischer wurde dabei Bindemittel dosiert und zur Einstellung der Einbaukonsistenz noch Wasser zugegeben. Das fertige Dichtungsmaterial wurde zeitnah zur Einbaustelle transportiert und dort verdichtet eingebaut.

Für die **Wasserhaushaltsschicht** wurden in erster Linie Böden aus Sanierungen und Böden aus Reinigungsanlagen zusammen mit verschiedenen Komposten und Schlämmen verwendet. Die Materialien wurden zunächst klassiert und dann nach vorgegebener Rezeptur in einem Mischer homogenisiert. Die vorbereiteten Gemische wurden zum Teil auf Mieten gesetzt um eine weitere Verbesserung der Struktur zu erreichen. Nach entsprechender chemischer Analyse, aber vor allem der Untersuchung des Nährstoffgehaltes und der nutzbaren Feldkapazität wurden die Materialien zur Einbaustelle gebracht und dort mit möglichst geringer Verdichtung eingebaut.

Für die Untersuchung der **Wirksamkeit des Abdichtungssystems** hinsichtlich Sickerwasserbildung und Stoffverlagerung wurden auf einer 1:3 – geneigten Böschung sowie auf einer mit 5% geneigten Plateaufläche im Herbst 2007 Testfelder errichtet, die einerseits als Flächenlysimeter ausgebaut und zum anderen mit mehreren Kleinlysimetern bestückt wurden. Die Flächenlysimeter dienten der Untersuchung des Zweikomponentensystem Wasserhaushaltsschicht (1,5 m) und Dichtungsschicht (1,0 m). Auf einer Fläche von jeweils ca. 300 m² wurde im Böschungsbereich und Plateaubereich die Dichtungsschicht mit Drainagematerial und wasserundurchlässiger Kunststoffolie zur Fassung und Quantifizierung (mittels Kippzähler) des gesamten Sickerwassers unterlegt. An den Rändern am Hangfuß wurden Sammelvorrichtungen für das auf der Dichtungsschicht lateral abfließende Wasser (hypodermischer Abfluss) sowie für den Oberflächenabfluss eingerichtet (siehe Abbildung 1). Zur Bilanzierung des Wasserhaushalts wurden meteorologische Parameter (Niederschlag, Lufttemperatur, Luftfeuchte etc.), Abflussmengen (Oberflächenabfluss, Abfluss ober- und unterhalb der Dichtungsschicht) und vertikale Bodenfeuchteverteilung (FDR-Bodenfeuchtesonden) der Wasserhaushaltsschicht gemessen.

Das Durchlässigkeitsverhalten der Dichtungs- und Wasserhaushaltsschichten als Einzelkomponenten wurde mit sogenannten Fluidsammlern (Entwicklung der Fa. Rebo) als Kleinlysimeter mit einer Fläche von ca. 1 m², untersucht. Die Sickerwasserfassung in der Dichtungsschicht erfolgte in einer Tiefe von 1,0 m und 1,6 m, unter der Wasserhaushaltsschicht in 1,5 m bzw. 2,0 m.

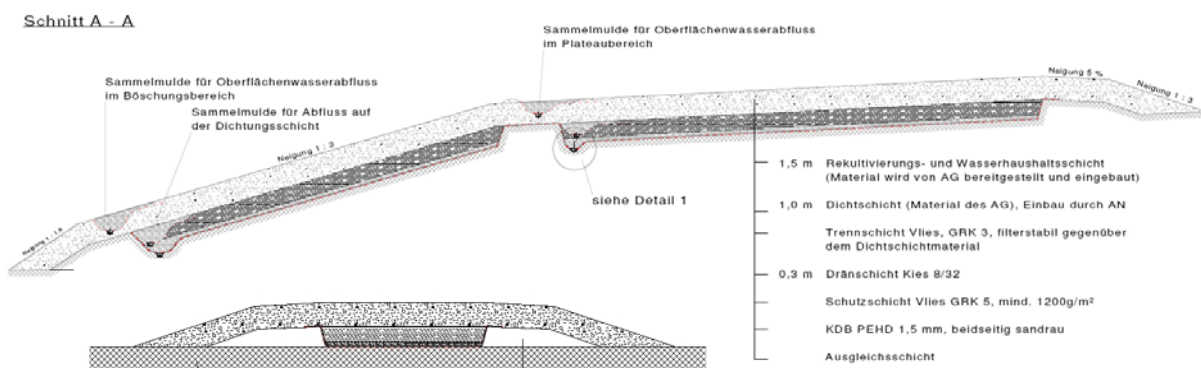


Abbildung 1: Längs- und Querschnittsdarstellung des Flächenlysimeters

Die Bereitstellung ausreichender Deponieersatzbaustoffe in der für den Einsatz erforderlichen **Qualität** stellt unter realen Produktionsbedingungen bei variierenden Ausgangsreststoffen eine wichtige Grundvoraussetzung in der Anwendbarkeit dar. Im Projekt CONWASTE wurde dieser Aspekt durch Errichtung mehrerer Demonstrationsfelder, in denen ca. 75T t Dichtungsmaterial und ca. 55T t Material der Wasserhaushaltsschicht eingebaut wurden, geprüft. Die Qualität hinsichtlich chemischer und abfallrechtlicher Anforderungen sowie hinsichtlich bodenmechanischer Eigenschaften der Deponieersatzbaustoffe wurde bei der Herstellung, während des Schichteinbaus und im eingebauten Zustand untersucht und überwacht. Baubegleitende Kontrollanalysen chemischer Parameter erfolgten nach 2.500 t. Nach Bereitstellung von jeweils 5.000 t wurden bodenmechanische Eigenschaften, z.B. K_f-Wert und Einbaudichte des Dichtungsschichtmaterials überwacht. Mittels Aufgrabungen an Dichtungs- und Wasserhaushaltsschicht wurden die Materialeigenschaften tiefendifferenziert nach über einem Jahr Standzeit untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Es ist bekannt, dass stabilisierte Deponieersatzbaustoffe den Anforderungen der Deponieverwertungsverordnung (DepVerwV) und ihrer verschärften Novellierung im Jahr 2007 nur bei zielgerichteter Herstellung gerecht werden können. Unter Berücksichtigung eines zu erwartenden sehr geringen Sickerwasseraustritts aus Dichtungs- und Wasserhaushaltsschicht wurden im Vorhaben Qualitätsanforderungen an deren Materialien gestellt, die zum Zeitpunkt des Einbaus einzelne Zuordnungswerte der DepVerwV und DepV überschreiten.

Bei dem für die untere Dichtungskomponente eingesetzten Deponieersatzbaustoff handelt es sich um ein ternäres Stoffsystem bestehend aus Boden, Abwasserschlämme und Braunkohlefilteraschen, das durch Verfestigungs- und Stabilisierungsprozesse gekennzeichnet ist. Das heißt, das Material weist die Eigenschaft auf, gelöste Schadstoffe, insbesondere Schwermetalle, durch die Bildung von Sekundärmineralen dauerhaft in das Materialgefüge einzubauen. Die Bildung der Sekundärminerale, z. B. Ettringit führt zudem zu einer Erhöhung der inneren Reibung (Verfestigung) sowie zu einer Reduzierung des hydraulisch wirksamen Porenraums und somit zu einer Verringerung der hydraulischen Durchlässigkeit.

Die thermodynamischen Prozesse unterliegen einer Reaktionskinetik, die über mehrere Wochen und Monate andauert. Die gewünschten Eigenschaften (Festigkeit, geringe hydraulische Durchlässigkeit und Schadstoffelutierbarkeit) weist das Material nicht unmittelbar zum Zeitpunkt des Einbaus auf, vielmehr werden sie mit der Zeit ausgebildet.

Gesonderte Untersuchungen zur Einbauqualität ergaben, dass der Einbauwassergehalt des Dichtungsmaterials über ein relativ großes Spektrum ohne Einfluss auf die sich ausbildende hydraulische Leitfähigkeit variieren kann. Die im Vorhaben geforderten K_f -Werte mit $1 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$ können infolge der ablaufenden Verfestigungsprozesse bereits unmittelbar nach dem Einbau gewährleistet werden. Ebenso lässt sich feststellen, dass der Einbau der Dichtschicht weitgehend witterungsunabhängig realisiert werden kann und nur bei sehr starken Niederschlagsereignissen aufgrund Unbefahrbarkeit pausiert werden muss. Ein witterungsbedingtes Nacharbeiten ist im Vergleich zu Tondichtungen nicht erforderlich. Im Leistungsbetrieb mit GPS- gesteuertem Raupe und Walzenzug können bis zu 1800 t pro Tag qualitätsgerecht verbaut werden.

Auch nach längerer Trockenheit ließen sich an der unabgedeckten Dichtschicht aus Deponieersatzbaustoffen keine Rissbildungen beobachten. Messungen der hydraulischen Leitfähigkeit an der Oberfläche ergaben Werte von ca. $1 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$. Mit mineralogischen Untersuchungen an Proben der Dichtungsschicht 6 und 12 Monate nach deren Einbau wurde die Ausbildung von Speichermineralphasen im gesamten Schichtenkomplex nachgewiesen.

Abfluss- und Sickerwassermengen

Der zeitliche Verlauf der mit Flächenlysimetern quantifizierten Sickerwassermenge und des hypodermischen Abflusses unter der Wasserhaushaltsschicht ist für das Jahr 2008 in Abbildung 2 dargestellt. Im Plateaubereich wurden im Januar und April unmittelbar nach größeren Niederschlagsmengen zwei relativ starke Abflussereignisse gemessen. Seitdem erfolgte unterhalb der Dichtungsschicht nahezu kein Sickerwasserabfluss. Mit Ausbildung einer geschlossenen Vegetationsdecke verringerte sich der Abfluss unterhalb der Wasserhaushaltsschicht. Starkregenereignisse führen nicht mehr zu Abflussereignissen. Im Böschungsbereich wurden keine vergleichbaren Abflussmengen erfasst.

Der kumulierte Sickerwasseraustrag in den Deponiekörper betrug im Jahr 2008 ca. $1,4 \text{ l m}^{-2}$ im Plateau- und $0,0016 \text{ l m}^{-2}$ im Böschungsbereich. Dies entspricht $0,27 \%$ bzw. $0,003 \%$ des Jahresniederschlags (siehe Tabelle 1). Die auf der Dichtungsschicht abfließende Wassermenge, der hypodermische Abfluss, lag bei $6,12 \text{ l m}^{-2}$ im Plateau- und $0,0037 \text{ l m}^{-2}$ im Böschungsbereich. Dies entspricht $1,18 \%$ bzw. $0,007 \%$ des Jahresniederschlags.

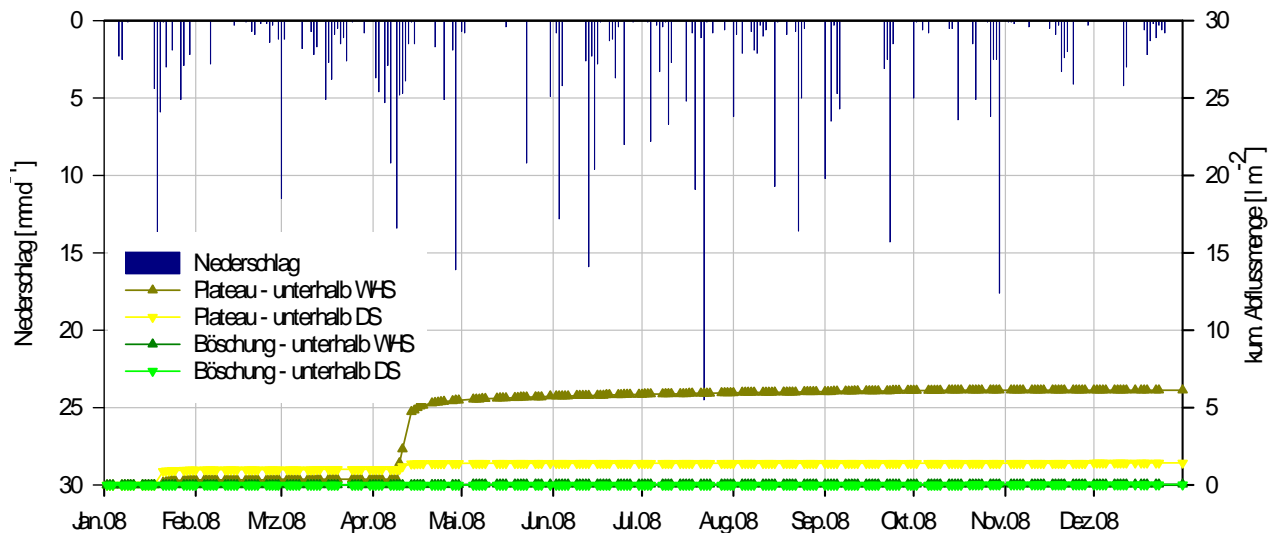


Abbildung 2: Kumulierte Menge des Sickerwasserabflusses unterhalb der Dichtungsschicht (DS) und des hypodermischen Abflusses der Wasserhaushaltsschicht (WHS) im Vergleich mit täglichen Niederschlagsmengen

Der Oberflächenabfluss liegt mit $7,9 \text{ l m}^{-2}$ im Plateau- bzw. $9,2 \text{ l m}^{-2}$ im Böschungsbereich unter 2% des Jahresniederschlags. Der überwiegende Anteil fand in den ersten Monaten des Jahres bis zur Ausbildung der geschlossenen Vegetationsdecke im April statt.

Tabelle 1: Abflussmengen der Flächenlysimeter im Jahr 2008. Die Niederschlagsmenge in diesem Jahr beträgt $519,6 \text{ l m}^{-2}$

Lysimeter	Abfluss	Volumen [l m^{-2}]	Relativ zum Niederschlag [%]
Plateau	Oberfläche (korr.)	7,93	1,53
	unterhalb WHS	6,12	1,18
	unterhalb Dichtschicht	1,42	0,27
Böschung	Oberfläche (korr.)	9,24	1,78
	unterhalb WHS	0,037	0,007
	unterhalb Dichtschicht	0,016	0,003

Die Messergebnisse belegen, dass mit dem aus Deponieersatzbaustoffen hergestellten Abdichtungssystem nur sehr geringe Sickerwassermengen austreten bzw. nur ein sehr geringer Anteil des Niederschlagwassers in den Deponiekörper gelangt. Die Ergebnisse werden durch Untersuchungen der hydraulischen Eigenschaften des Dichtungsmaterials gestützt. Aus Labor- und insitu-Messungen geht hervor, dass der hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert bereits nach 28 Tagen bei $1 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$ und nach einem Jahr Werte um $10^{-11} \text{ m s}^{-1}$ aufweist.

Die Wasserhaushaltsschicht kombiniert den Ersatz einer zweiten Dichtungskomponente mit der Rekultivierungsschicht. Sie stellt somit auch die obere Abdichtung dar. Demzufolge ist keine Drainageschicht oberhalb der ersten Dichtungskomponente erforderlich. Auf eine Drainage zwischen den Dichtungskomponenten kann verzichtet werden, da, meteorologisch begünstigt, das in der Wasserhaushaltsschicht gespeicherte Niederschlagswasser über Evapotranspiration in die Atmosphäre abgegeben wird. Bei einer nFK des Materials von ca. 20 % ist der Wasserspeicher mit 300 l m^{-2} ausreichend groß um Niederschläge der vegetationslosen Zeit (ca. 180 l zwischen 1.10.2007 – 31.03.2008) zu speichern.

Der laterale (hypodermische) Abfluss unterhalb der Wasserhaushaltsschicht im ersten Jahr nach Errichtung der Lysimeter ist zum einen auf ungünstige Bedingungen des Einbaus (Einbau von sehr feuchtem Material infolge starker Niederschläge) und zum anderen auf die sich erst mit der Zeit entwickelnde Vegetationsdecke zurückzuführen. Ab Mai wurde ein Großteil des gespeicherten Wassers mit Einsetzen der Vegetationsperiode wieder an die Atmosphäre abgegeben. Die Wassermengen von 6 l m^{-2} im Plateau- bzw. $0,07 \text{ l m}^{-2}$ im Böschungsbereich weisen jedoch auf eine umfassende Dichtungswirkung hin.

Unter Berücksichtigung einer nachgewiesenen Zunahme der Wirksamkeit der Dichtungsschicht mit Fortschreiten der Verfestigungsprozesse und der Tatsache dass die Funktion der Wasserhaushaltsschicht erst nach einer bis mehreren Vegetationsperioden ausgebildet ist, muss konstatiert werden, dass die bislang erfassten Abflussmengen Maximalwerte darstellen. Zukünftig kann für den gleichen Zeitraum bei ähnlichen Niederschlagsmengen mit geringeren Sickerwassermengen gerechnet werden.

Schadstoffcharakterisierung der Deponieersatzbaustoffe

Aus den baubegleitenden Kontrollanalysen geht hervor, dass unter realen Produktionsbedingungen mit entsprechend den Ausgangsstoffen angepassten Rezepturen Deponieersatzbaustoffe erzeugt werden können, welche den Anforderungen zum Einbau in die Dichtungs- und Wasserhaushaltsschichten gerecht werden.

In Tabelle 2 ist die Freisetzungskinetik umweltrelevanter Parameter des Deponieersatzbaustoffs für die Dichtungsschicht dargestellt. Die am Flächenlysimeter aus einer Sondierbeprobung vom November 2008 analysierten Parameter pH-Wert, elektr. Leitfähigkeit (EC), Phenole, Cu, Ni, Chlorid, Sulfat, liegen zwar teilweise über den derzeitigen gültigen Werten der Spalte 5, Tabelle 2, Anhang 1 DepVerwV, können jedoch, aufgrund der sehr hohen Dichtwirkung und des nachgewiesenen, sehr geringen Sickerwasserabflusses, unter Berücksichtigung der Ausnahmeregelung (Fußnote 2) im Sinne des § 14 (6) DepV toleriert werden, da keine Umweltauswirkungen festgestellt werden konnten.

Im Vergleich zum Einbau im September 2007 haben sich die Eluatwerte und -konzentrationen der Parameter, Cu, Ni, Zn, Cr, Fluorid, Chlorid und Sulfat z. T. deutlich reduziert.

Das Material, das in die Flächenlysimeter eingebaut wurde, war mit das erste, welches im Rahmen des Vorhabens auf Basis der dort ausgearbeiteten Anforderungskriterien hergestellt wurde. Im Verlauf des Vorhabens wurde danach noch ca. 75T t weiteres Dichtungsmaterial für Demonstrationsfelder bereitgestellt. Damit verbunden sind ein Erkenntnisgewinn und eine stetige Optimierung in der Herstellung der Deponieersatzbaustoffe. Dies spiegelt sich in den Mittelwerten der Kontrollanalysen wider. Die Parameter Phenole, Cu, Ni und Sulfat sind hier bereits zum Einbau deutlich geringer, als es noch das Material aufwies, das in das Lysimeter eingebaut wurde.

Tabelle 2: Eluatparameter des CONWASTE-Dichtungsmaterials im Vergleich zur DepVerwV und DepVereinfV

Eluatparameter	DepVerw V Spalte 5	DepVereinfV Entwurf 19.12.08 Spalte 5 DK1	Conwaste Plateau-Lysimeter		Conwaste Demofelder Einbau ¹
			Einbau ¹ Sep 07	Sondierung ² Nov 08	
pH	6,5-9	5,5-13	12,3	11,35	11,8
EC [mS cm ⁻¹]	0,5		8,0	1,055	5,97
DOC [mg l ⁻¹]		50	130	105	67
Phenole [mg l ⁻¹]	0,05	0,2	0,23	0,365	0,065
Arsen [mg l ⁻¹]	0,01	0,2	0,001	< 0,01	0,055
Blei [mg l ⁻¹]	0,04	0,2	0,021	< 0,01	0,07
Cadmium [mg l ⁻¹]	0,002	0,05	<0,001	< 0,0005	0,004
Kupfer [mg l ⁻¹]	0,05	1	2,15	0,47	0,31
Nickel [mg l ⁻¹]	0,04	0,2	0,9	0,375	0,115
Quecksilber [mg l ⁻¹]	0,0002	0,005	<0,0001	< 0,0002	0,0001*
Zink [mg l ⁻¹]	0,1	2	0,145	< 0,01	0,56
Chrom-VI [mg l ⁻¹]	0,015		<0,01	n. b.	0,04
Chlorid [mg l ⁻¹]	10	1500	150	145	62
Sulfat [mg l ⁻¹]	50	2000	1350	106	131
Cyanide [mg l ⁻¹]	0,01	0,1	<0,01	< 0,01	0,005
Fluorid [mg l ⁻¹]		5	1,2	n. b.	0,3
Ammoniumstickstoff [mg l ⁻¹]			14,6	n. b.	2,62
AOX [mg l ⁻¹]			0,23	n. b.	0,15
Barium [mg l ⁻¹]		5	0,28	n. b.	0,52*
Chrom, gesamt [mg l ⁻¹]		0,3	0,055	0,0015	0,01
Molybdän [mg l ⁻¹]		0,3	0,59	0,0265	0,08
Antimon [mg l ⁻¹]		0,03	<0,001	< 0,003	0,03*
Selen [mg l ⁻¹]		0,03	<0,001	0,003	0,03*
Abdampfrückstand [M%]	0,4	3			2,3

¹ Median, ² arith. Mittel aus zwei Tiefenbereichen, * bei pH4 nach 28 d

Das Material der Wasserhaushaltsschicht weist sowohl zum Zeitpunkt des Einbaus als auch nach einem Jahr Standzeit in den Feststoffparameter Cd, Cu und Zn Überschreitungen zur DepV auf. Die Grenzwerte der Grundsätze der Klärschlammverwertung im Landschaftsbau in LSA werden jedoch eingehalten. Von den Eluatparametern liegen lediglich die elektrische Leitfähigkeit sowie Chlorid und Sulfat oberhalb der derzeitigen Werte nach DepV.

Qualität der Abflüsse und resultierende Stofffrachten

Die Konzentrationen relevanter Schadstoffe im Oberflächenwasser sowie im hypodermischen Abfluss werden in Tabelle 3 dargestellt. Die sich daraus zusammen mit den jeweiligen Wassermengen (Mittelwerte siehe Tabelle 1) resultierenden Stofffrachten (ebenfalls Tabelle 3) liegen deutlich unter den zulässigen zusätzlichen jährlichen Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade nach § 8 Abs. 2 Nr. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes.

In Bezug auf die gesamte Deponiefläche (300 ha) liegen die Summen der jeweiligen Jahresfrachten aus Oberflächen und hypodermischen Abfluss weit unterhalb der gesetzlichen Schwellenwerte für die Einleitung in Gewässer gemäß Abwasseremissions-erklärungsV LSA. So liegt die Jahresfracht von Chlorid bei 1,26% des Schwellenwertes.

Tabelle 3: Qualität von Oberflächenabfluss und hypodermischen Abfluss der Flächen-lysimeter sowie resultierende Stofffrachten im Vergleich zur BBodSchV

Parameter	Oberflächen- abfluss	hypodermischer Abfluss	Oberflächen- abfluss	hypodermischer Abfluss	Sicker- wasser ¹	BBodSchV
	[mg l ⁻¹]	[mg l ⁻¹]	[g ha ⁻¹ a ⁻¹]	[g ha ⁻¹ a ⁻¹]	[g ha ⁻¹ a ⁻¹]	[g ha ⁻¹ a ⁻¹]
DOC	19	149	1603	4576	935	
Phenole	0,010	0,060	0,86	1,84	1,655	
Arsen	0,0016	0,0032	0,14	0,097	0,007	
Blei	0,0100	0,0131	0,86	0,40	0,15	400
Cadmium	0,0010	0,0048	0,086	0,15	0,007	6
Kupfer	0,0471	0,2777	4,04	8,5	15,4	360
Nickel	0,0124	0,2797	1,06	8,6	6,5	100
Quecksilber	0,0001	0,0001	0,009	0,004	0,001	15
Zink	0,0154	0,1002	1,32	3,1	1,04	1200
Chrom-VI	0,0100	0,0108	0,86	0,33	0,072	
Chlorid	76	2.507	6.503	77.178	1.079	
Sulfat	517	2.003	44.362	61.681	9.713	
Cyanide	0,0100	0,010	0,858	0,308	0,072	
Fluorid	1,64	1,10	141	34	9	
Ammoniumstickstoff	0,056	7,432	4,8	228	105	
AOX	0,0232	0,512	1,99	15,8	1,65	
Barium [mg/l]	0,041	0,059	3,5	1,8	2,0	
Chrom, gesamt	0,0120	0,0122	1,0	0,375	0,396	300
Molybdän	0,264	0,387	22,6	11,9	4,245	
Antimon	0,048	0,077	4,1	2,4	0,007	
Selen	0,001	0,001	0,086	0,036	0,007	
Stickstoff, gesamt	34,3	60,6	2.947	1.866		

¹ Werte basieren auf Eluatkonzentrationen des Dichtungsmaterials während des Einbaus in das Lysimeter (siehe Tabelle 2)

Die Überschreitung einzelner Zuordnungswerte der eingesetzten Deponieersatzbaustoffe für Dichtungs- und Wasserhaushaltsschicht stellt somit keine Gefahr für die Umwelt dar. Im Ergebnis der Untersuchungen können die eingangs formulierten Hypothesen bestätigt werden. Die sich aus den Ergebnissen ergebenden wasserbaulichen Maßnahmen zur schadlosen Ableitung des gefassten Oberflächenwasser müssen, um auch den Anspruch der Erlangung und Einhaltung einer wasserrechtlichen Erlaubnis gerecht zu werden, auf einzelne festgestellte Stoffkonzentrationen in der Umsetzung ausgerichtet werden.

Fazit

Das CONWASTE Oberflächenabdichtungssystem für Deponien ist im Hinblick auf seine Kombination aus Dichtwirkung, Wasserhaushaltswirkung und Schadstoffemission als Dichtungselement bzw. als Kombination von Dichtungselementen gleichwertig und im Hinblick auf den Schutz des Wohls der Allgemeinheit unbedenklich. Der Einsatz dieser Oberflächenabdichtungen ist für die Stilllegung einzelner Altdeponien vorgesehen. Grundvoraussetzung der Errichtung dieser Systeme ist, dass diese für die jeweils herrschenden Standortbedingungen geeignet sind. Eine entsprechende Antragstellung zur Genehmigung der verschiedenen Systemkomponenten bzw. des Gesamtsystems wurde durch die MDSE an ausgewählten Standorten eingeleitet.

Literatur

H. Röttschke, M. Einecke (2007): Conwaste – ein europäisches Demonstrationsprojekt zur Herstellung und Wirksamkeit von kostengünstigen Oberflächenabdichtungen/-abdeckungen aus Reststoffen auf den Deponien der Hochhalde Schkopau, Sachsen-Anhalt, Textbeitrag zur 3. Leipziger Deponiefachtagung, Leipzig.

H. Röttschke, R. Basmer, M. Einecke (2008): Ressourcen- und Klimaschutz am Beispiel der Oberflächenabdichtung der Hochhalde Schkopau, in Egloffstein, Burkhardt (Hrsg.): Deponien und Altlasten 2008: Sanierung, Nachsorge und Folgenutzung von Deponien. Die neue Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts - aktueller Stand der Diskussion und Umsetzung. Karlsruhe, 2008, Bd. 15.

Teilsanierungsrahmenkonzept (2005): Überarbeitung des Teilsanierungsrahmenkonzeptes der Deponie Hochhalde Schkopau. Erstellt von C&E Consulting und Engineering GmbH für die Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt.