

Ergebnisse zur Wirksamkeit ausgewählter Oberflächenabdichtungssysteme der Versuchsfelder der MEAB auf der Deponie Deetz

Dr. habil. Stefan Melchior, melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg

Dr. Bernd Steinert, melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Hamburg

Dipl.-Ing. Steffen Raabe, MEAB – Märkische Entsorgungsanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH, Potsdam

1 Einleitung

Die Märkische Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft (MEAB) mbH betreibt seit 1974 zwei Siedlungsabfalldeponien, eine Bauschutt- und eine Sonderabfalldeponie sowie diverse Behandlungsanlagen. Für die MEAB stellen die Maßnahmen zum Aufbringen der Oberflächenabdichtung aufgrund der Größe der Deponien (mehrere 100 ha) angesichts des damit verbundenen Materialbedarfs und der regional beschränkten Verfügbarkeit von geeigneten Materialien aus logistischer und finanzieller Sicht eine besondere Herausforderung dar.

Vor diesem Hintergrund und der damaligen Rechtslage wurde vor rund 10 Jahren in Abstimmung mit dem Landesumweltamt Brandenburg als zuständige Genehmigungsbehörde entschieden, für ausgewählte Abdichtungssysteme Versuchsfelder zur „In-situ-Untersuchung“ an einem Referenzstandort der MEAB (Bauschuttdeponie Deetz,) zu errichten und über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren mit dem Ziel zu betreiben, die Gleichwertigkeit dieser alternativen Oberflächenabdichtungssysteme anhand der dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse nachzuweisen.

Über Zwischenergebnisse dieser Untersuchung wurde bereits mehrfach, z. B. 2006 im Rahmen des 17. Nürnberger Deponieseminars, berichtet [1]. Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse der Untersuchungsjahre 2003 bis 2009 für die Systeme und Systemkomponenten vor, für die die MEAB auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse Genehmigungen für den Einsatz in den Oberflächenabdichtungssystemen auf ihren Deponien anstrebt. Auch die anderen Systeme werden weiter untersucht. Über deren Ergebnisse wurde oder wird noch an anderer Stelle berichtet werden.

2 Aufbau und Herstellung der Versuchsfelder

Zum Jahrtausendwechsel wurde recherchiert, welche alternativen Materialien bzw. Bauprodukten die mineralische Dichtungsschicht des damaligen abfallrechtlichen Regelsystems kostengünstig und erfolgreich ersetzen könnten.

In Zusammenarbeit mit den Berliner Stadtreinigungsbetrieben (BSR) wurden zwei Versuchsfelder mit Wasserhaushaltsschichten realisiert:

- | | |
|-------------|--|
| (1) WHS I: | Wasserhaushaltsschicht mit Gehölbewuchs über 0,3 m Oberboden über 2,0 m Speicherschicht, nutzbare Feldkapazität beim Einbau 277 mm |
| (2) WHS II: | Wasserhaushaltsschicht mit Gehölbewuchs über 0,3 m Oberboden über 1,2 m Speicherschicht, nutzbare Feldkapazität beim Einbau 197 mm |

Nach Vorgesprächen mit verschiedenen Systemanbietern wurden zusätzlich folgende Abdichtungskomponenten für den Einsatz in den Versuchfeldern ausgewählt:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| (3) MBA-Dichtung: | Endprodukt der mechanisch-biologischen Vorbehandlung (Intensivrotte) nach Absiebung der Grobfraction, eingebaut bei optimalem Wassergehalt, Schichtdicke 2 x 0,25 m |
| (4) Trisoplast: | Polymervergütetes Bentonit-Sand-Gemisch der Fa. TD Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Mindestschichtdicke nach Einbau im Versuchsfeld 7 cm |
| (5) Mineralische Dichtungsbahn: | Mineralische Dichtungsbahn (MDB) der Fa. Gebrüder Friedrich GmbH (heute hergestellt durch die Fa. G quadrat), Bändchengewebematte gefüllt mit Bentonit-Sand-Gemisch, Schichtdicke ca. 2 cm |
| (6) Bentofix B 4000: | Natriumbentonitmatte der Fa. Naue Fasertechnik GmbH & Co. KG, Schichtdicke ca. 1 cm, einlagig (vernadelt) |
| (7) Kapillarsperre: | Klassische Kapillarsperre aus geschütteten mineralischen Materialien regionaler Lagerstätten, Kapillarschicht ca. 0,3 m, Kapillarblock ca. 0,3 m |
| (8) Kapillarblockbahn: | Kapillarsperre mit Kapillarblockbahn der Fa. Gebrüder Friedrich GmbH (heute hergestellt durch die Fa. G quadrat), Bändchengewebematte gefüllt mit Kies, Schichtdicke ca. 2 cm und Kapillarschicht ca. 0,3 m wie in Feld 7 |
| (9) Temporäre mineralische Dichtung: | Natürliche bindige Materialien, Schichtdicke 2 x 25 cm (k_f im Mittel $\leq 1 \times 10^{-8}$ m/s) |

Für die Felder (3) bis (8) wurde oberhalb der jeweiligen Dichtungsschichten ein Schichtaufbau entsprechend DepV (2002) DK I bzw. DK II gewählt.

Der Versuchsfeldaufbau (9) entspricht einer temporären Oberflächenabdeckung mit natürlichem, bindigem Dichtungsmaterial gemäß einer Anordnung für die MEAB-Deponie Schöneiche. Die Rekultivierungsschicht wurde daher zunächst mit einer Dicke von nur 0,5 m und aus anderem Material als auf den anderen Feldern (nutzbare Feldkapazität 53 mm) hergestellt. Nachdem die Untersuchung dieses Systemaufbaus über fünf Jahre gute Ergebnisse ergab, wurde die Rekultivierungsschicht im April 2008 durch Auftrag zusätzlichen Materials in ihrer Mächtigkeit sowie hinsichtlich ihres Wasserspeichervermögens im Sinne einer Wasserhaushaltsschicht verbessert und neu begrünt, um die Aufwertbarkeit dieses temporären Systems zu einem endgültigen System zu prüfen.

Der Schichtaufbau der Versuchsfelder ist im Bild 1 dargestellt.

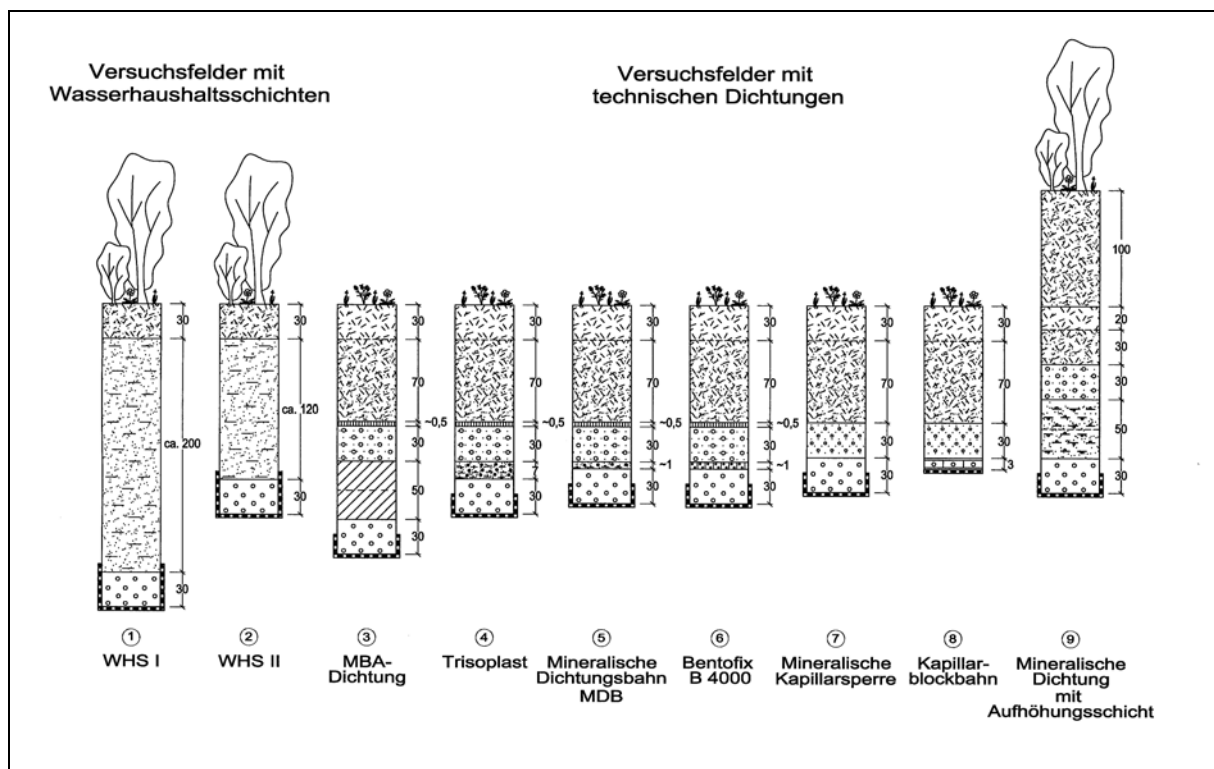


Bild 1 Aufbau der Versuchsfelder (nach Umgestaltung von Feld 9 im April 2008)

Die neun Versuchsfelder befinden sich an der Ostböschung der Bauschuttdeponie. Die nebeneinander liegenden Felder haben eine einheitliche, durchgehend ebene Oberfläche mit einer Böschungsneigung von ca. 1 : 6,7.

Die Gesamtfläche der Versuchsfelder beträgt 1,42 ha. Sie gliedert sich in einen 9.200 m² großen Bereich mit den beiden Versuchsfeldern mit Wasserhaushaltsschicht und einen 4.400 m² großen Bereich, in dem die sieben Versuchsfelder mit technischen Dichtungen liegen. Zwischen beiden Feldergruppen wurde auf einem 600 m² großen Bereich die meteorologische Messstation installiert.

Jedes Versuchsfeld weist einen zentralen Messbereich auf, in dem das durch die Wasserhaushaltsschichten bzw. durch die technischen Dichtungen sickernde Wasser in kiesgefüllten Auffangwannen aus PEHD aufgefangen wird. Die zentralen Messbereiche weisen keine Durchdringungen der Dichtungen auf und wurden mit der für das jeweilige System üblichen Bau- und Verlegetechnik hergestellt. Damit in den zentralen Messbereichen unter den Feldern (3) bis (9) auch sehr kleine Durchsickerungsmengen der technischen Dichtungen sicher und in ausreichender zeitlicher Auflösung gemessen werden können, beträgt die Größe dieser Messbereiche jeweils ca. 250 m² (Böschungslänge 25 m). Die Größe der zentralen Messbereiche der Felder (1) und (2) beträgt jeweils ca. 625 m², damit die Auswirkung des Gehölzbewuchses der Wasserhaushaltsschichten auf die Sickerwasserbildung repräsentativ erfasst wird. Der Aufbau von Boden und Vegetation ist vom zentralen Messbereich bis zum äußeren Rand des jeweiligen Versuchsfeldes gleich, damit keine die Messungen störenden Randeffekte auftreten können.

Die insgesamt 16 Abflüsse aus den Auffangwannen unter den Systemen und aus den Entwässerungs- bzw. Kapillarschichten oberhalb der technischen Dichtungen werden über Rohrleitungen zum Messcontainer geführt, der auf einer der Bermen unterhalb der Versuchsfelder steht, und in dem die Daten redundant gemessen und erfasst werden. Zusätzlich werden meteorologische und bodenhydrologische Daten erhoben. Weitere Details zum hydrologischen Messprogramm, zur Herstellung der Versuchsfelder von April bis November 2002 sowie zur Überwachung und Qualitätssicherung der Herstellung siehe frühere Veröffentlichungen (z. B. [1]). Insgesamt wurden für die Herstellung des Schichtaufbaus der Versuchsfelder 17 verschiedene mineralische Baustoffe in 48 Schichten verbaut und durch ca. 700 Proben von der Eigenprüfung und 1700 Proben von der Fremdprüfung untersucht und dokumentiert.

Der Betrieb der Versuchsanlage einschließlich der manuellen Messungen und der Betreuung der Datenerfassungsanlage wird von der MEAB in Eigenleistung durchgeführt und von der melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft wissenschaftlich betreut. Die Wasserhaushaltsdaten (Niederschlag, Entwässerungsschichtabfluss, Systemdurchsickerung, Unterschiedsbetrag = Niederschlag abzüglich Summe aller Abflüsse) werden für unterschiedliche Messintervalle summiert (Stundenwerte, Tageswerte, Dekadenwerte, Monatswerte, Jahreswerte). Die Jahreswerte werden sowohl für Kalenderjahre als auch für Wasserhaushaltsjahre (jeweils vom 01. April eines Jahres bis zum 31. März des Folgejahrs) ermittelt. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse der Wasserhaushaltsjahre vorgestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Niederschlag

Die Deponie Deetz liegt westlich von Potsdam an der Havel. Der Standort der Deponie ist im Rahmen der bundesdeutschen klimatischen Randbedingungen als Trockenstandort einzustufen. Das langjährige Mittel (1961 – 1990) der Niederschlagssummen (N) der nahe gelegenen Messstation des DWD in Potsdam liegt bei 590 mm pro Jahr und liegt somit in der Größenordnung der potentiellen Verdunstung (ET_{pot}).

Auf den Versuchsfeldern in Deetz sind insgesamt sieben Niederschlagsmesser installiert, die eine Erfassung in Höhe der Bodenoberfläche und entsprechend den Standardmessbedingungen des DWD in 1 m Höhe ermöglichen.

Tab. 1 enthält die mit den Niederschlagsmessern auf den Versuchsfeldern für die Wasserhaushaltsjahre 2003/2004 bis 2008/2009 gemessenen Jahressummen (Daten um die methodischen Fehler Benetzungsverlust und Windfehler korrigiert).

Tab. 1 Niederschlag der Wasserhaushaltsjahre (jeweils vom 01.04. bis zum 31.03. des Folgejahres)

Wasserhaushaltsjahr	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Niederschlag in mm/a	528	579	653	592	941	590

Die Messreihe umfasst somit ein relativ trockenes, drei durchschnittlich feuchte sowie ein feuchtes und ein extrem nasses Wasserhaushaltsjahr. Auch das Kalenderjahr 2006 war relativ trocken, was jedoch bezogen auf das Wasserhaushaltsjahr 2006/07 durch ergiebige Niederschläge Anfang 2007 ausgeglichen wurde. Die maximalen täglichen Niederschlagseinträge liegen an wenigen Tagen zwischen 35 und 45 mm/d. Häufiger werden Tageseinträge zwischen 15 und 20 mm/d erreicht.

3.2 Wirksamkeit der Wasserhaushaltsschichten (Felder 1 und 2) im Vergleich zur Rekultivierungsschicht der Felder 3 bis 8

Da in den Versuchsfeldern auf der Deponie Deetz sowohl Wasserhaushaltsschichten als auch Systeme mit herkömmlichen Rekultivierungsschichten untersucht werden, kann durch Vergleich der jährlichen Absickerungsvolumina (Dränspenden) aus den Wasserhaushaltsschichten und herkömmlichen Rekultivierungsschichten ermittelt werden, welche Verringerung der Dränspende durch eine Ertüchtigung der Rekultivierungsschicht zu einer Wasserhaushaltsschicht erreicht werden kann.

Bei den beiden in den Versuchsfeldern 1 und 2 realisierten Wasserhaushaltsschichten handelt es sich um unterschiedlich dimensionierte Schichten aus aufbereiteten natürlichen Bö-

den und einer gut gestaffelten und verdunstungsfördernden Gehölzvegetation. Die Schichtdicke der Wasserhaushaltsschicht beträgt in Feld 1 rund 2,3 m und in Feld 2 rund 1,5 m. Gemäß den bei der Herstellung der Felder entnommenen Proben beträgt die nutzbare Feldkapazität (nFK) der Wasserhaushaltsschichten 277 mm bzw. 197 mm. Die Versuchsfelder 1 und 2 wurden im Winterhalbjahr 2002/2003 mit 17 verschiedenen heimischen Laubgehölzen sowie Eiben und Wacholder als immergrüne Nadelgehölze dicht bepflanzt.

Die über den technischen Dichtungen auf den Feldern 3 bis 8 eingebaute Rekultivierungsschicht ist demgegenüber nur 1,0 m mächtig und weist eine nFK von im Mittel lediglich 122 mm auf. Sie wurde mit einer heimischen Gras-Kräuter-Mischung aus 11 Arten begrünt. Die Gras-/Krautvegetation wird regelmäßig gemäht.

Seit Einbau und Bepflanzung der beiden Versuchsfelder im Winterhalbjahr 2002/2003 haben die Wasserhaushaltsschichten eine dynamische Entwicklung durchgemacht. Visuell am deutlichsten wird dies im Höhenzuwachs und in der Zunahme des Deckungsgrades des Bewuchses. Die Gehölze wurden bereits mit einer relativ hohen Pflanzdichte von 8 Pflanzen pro Quadratmeter begründet. Dennoch war der Bewuchs zunächst niedrig und es traten einige Pflanzausfälle auf. Nach wenigen Jahren haben sich daraus sehr vitale Bestände mit erheblichem Zuwachs entwickelt, die einen hohen Deckungsgrad sowie eine ausgeprägte vertikale Stufung mit einer hohen Kronenrauhigkeit aufweisen. Das Kronendach ist mittlerweile bis zu 4 m hoch. Die einzelnen Arten und Pflanztypen entwickeln sich dabei sehr unterschiedlich, was durch regelmäßige Bestandsaufnahmen dokumentiert wird.

Auch der Boden hat eine erste Entwicklung erfahren. Regelmäßige Bestimmungen der Wassergehaltsverteilung über die Bodentiefe beider Felder zeigen, dass im Sommer von Jahr zu Jahr aus immer tieferen Bodenbereichen Wasser entnommen wird, was auf die zunehmende Durchwurzelungstiefe des Bewuchses zurückzuführen ist. In den ersten Jahren war die Durchwurzelungstiefe auf beiden Feldern noch annähernd gleich. Erst nach rund vier Jahren kann der Bewuchs aus der mächtigeren Wasserhaushaltsschicht von Feld 1 aus tieferen Bodentiefen Wasser ausschöpfen als dies auf Feld 2 der Fall ist. Laboranalysen an Proben, die im Zuge von Aufgrabungen gewonnen wurden, zeigen, dass die nutzbare Feldkapazität der Speicherschicht seit Einbau erheblich zugenommen hat.

Die Wasserhaushaltsschichten sind nur unter Berücksichtigung beider Komponenten des Systems (speicherfähiger Boden und verdunstungsfördernde Vegetation) und deren Entwicklung zu bewerten. Mit zunehmender Vitalität der Pflanzen steigt die verdunstungsfördernde und abflussminimierende Wirkung der Vegetation deutlich an. Hierzu tragen neben dem stärkeren Wasserverbrauch der Pflanzen (Transpiration) und der damit einhergehenden tief-

gründigeren Durchwurzelung des Bodens sicher auch die mit zunehmender oberirdischer Biomasse steigende Interzeptionsverdunstung bei.

Nachfolgende Tabelle zeigt für die bisherigen sechs Wasserhaushaltsjahre die Jahressummen des Niederschlags und der Versickerung aus den Wasserhaushaltsschichten der Felder 1 und 2 sowie den Mittelwert der Versickerung aus den Rekultivierungsschichten der Felder 3 bis 8.

Tab. 2 Jahressummen der Wasserhaushaltsjahre 2003/04 bis 2008/09

Jahr	N	Versickerung WHS I		Versickerung WHS II		Versickerung RS	
	mm/a	mm/a	% von N	mm/a	% von N	mm/a	% von N
2003/04	528	146	28	89	17	123	23
2004/05	579	44	8	36	6	91	16
2005/06	653	43	7	41	6	107	16
2006/07	592	36	6	29	5	154	26
2007/08	941	61	7	86	9	261	28
2008/09	590	46	8	48	8	141	24

WHS I und II: Wasserhaushaltsschichten der Felder 1 und 2, RS: Rekultivierungsschicht Felder 3 bis 8, N: Niederschlag

Zu Beginn der Untersuchung führten die relativ hohen Einbauwassergehalte des Bodens und der noch geringe Wasserverbrauch der Pflanzen auch auf den beiden Versuchsfeldern mit Wasserhaushaltsschicht zu hohen Abflussraten im Winter und Frühling. Mit zunehmender Durchwurzelung der Bodenschichten und aufgrund zunehmender Reifung des Bodens verringerten sich die Abflussspitzen und die jährlichen Gesamtabflussmengen unter den Wasserhaushaltsschichten. Bereits ab dem zweiten Versuchsjahr bewirkt die hohe Verdunstung der Gehölzvegetation, dass die Versickerung auf den Felder 1 und 2 deutlich unter 10 % des Niederschlagseintrages lag und nur rund ein Drittel des unter der konventionellen Rekultivierungsschicht der Felder 3 bis 8 gemessenen Wertes betrug.

Die Unterschiede zwischen den beiden Feldern 1 und 2 sind bisher gering. Die Ergebnisse von Wassergehaltsbestimmungen zeigen, dass die Vegetation in Feld 1 erst jetzt seit dem Sommer 2006 beginnt, Wasser aus Bodentiefen unter 1,5 m unter GOK zu verbrauchen. Da das Wasserhaushaltsjahr 2007/08 extrem feucht war, macht sich dies in den Absickerungsraten der beiden Felder 1 und 2 noch nicht sehr deutlich bemerkbar. Es wird jedoch erwartet, dass mit zunehmender Durchwurzelung die Absickerung aus den Wasserhaushaltsschichten weiter abnimmt und Unterschiede zwischen den Feldern in den kommenden Jahren deutlich werden.

In Bild 2 sind die Summenkurven der Abflüsse aufgetragen, die unter der Wasserhaushaltsschicht von Feld 2 und unter der Rekultivierungsschicht von Feld 5 aufgefangen wurden. In den ersten beiden Kalenderjahren treten zwischen der Wasserhaushaltsschicht und der her-

kömmlichen Rekultivierungsschicht nur sehr geringe Unterschiede auf. Seit 2005 verdunstet das System Wasserhaushaltsschicht erheblich mehr Wasser und verringert die Dränspende im Vergleich zur grasbewachsenen Rekultivierungsschicht. Seit Mitte 2008 trat unter Feld 2 nur noch eine Absickerung von 2,3 mm auf (unter der Wasserhaushaltsschicht von Feld 1 wurde überhaupt keine Absickerung gemessen).

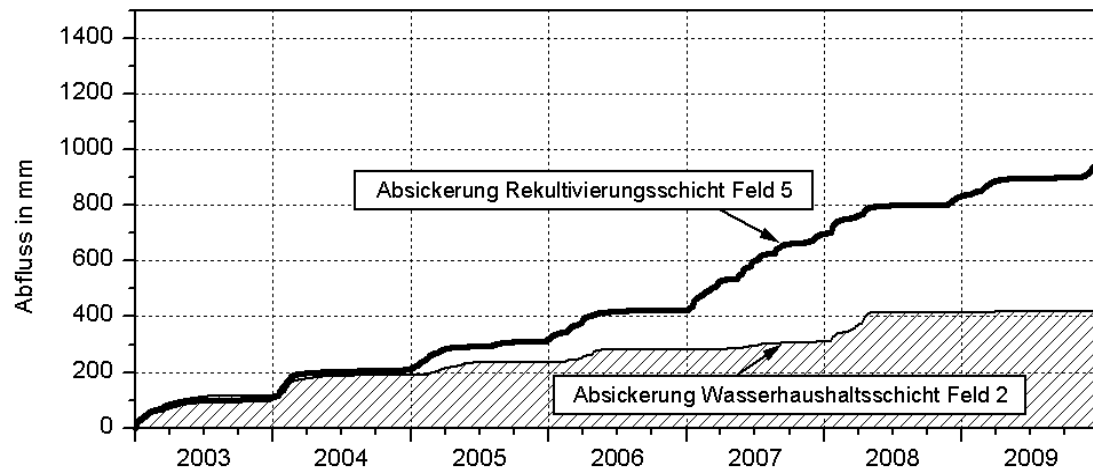


Bild 2 Summenkurven der Dränspende unter Wasserhaushaltsschicht (Feld 2) und herkömmlicher Rekultivierungsschicht (Feld 5)

3.3 Wirksamkeit der mineralischen Dichtungsbahn MDB (Feld 5)

Die mineralische Dichtungsbahn (MDB) besteht aus einem Doppelabstandsgewebe, das mit einem Bentonit-Sand-Gemisch befüllt ist. Sie hat eine Schichtdicke von ca. 2 cm und eine Gesamtflächenmasse von $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ (davon $\geq 7,5 \text{ kg/m}^2$ Bentonit). Sie wird auf Rollen mit einer Breite von 2,20 m und einer Länge von max. 80 m geliefert. Auf Feld 5 wurde sie mit Längsüberlappungen sowie einem Querstoß verlegt.

Das Bändchengewebe der MDB ist üblicherweise mit LDPE beschichtet, um eine Staubbildung bei der Verlegung zu verhindern. Da diese Beschichtung wasserdicht ist, hätte sie die Untersuchung der Dichtigkeit der MDB im Versuchsfeld behindert. Um die Füllung der MDB und nicht deren Beschichtung hinsichtlich ihrer Dichtwirkung zu prüfen, wurde die Beschichtung daher bei der Verlegung im Versuchsfeld 5 auf der Oberseite und der Unterseite der MDB mit einer Nagelrolle vollflächig perforiert.

Tabelle 3 zeigt die Flussraten, die in der Auffangwanne unter der MDB pro Wasserhaushaltsjahr aufgefangen wurden. Sie werden als absolute Zahlen in mm/a, in Bezug auf den Niederschlagseintrag (% von N) sowie in Bezug auf das Wasservolumen, das die MDB erreicht und potentiell durchsickern könnte (% der Dränspende), angeben.

Tab. 3 Jahressummen der Wasserhaushaltsjahre 2003/04 bis 2008/09 - MDB in Feld 5

Jahr	Niederschlag (N) mm/a	Auffangdränage unter MDB		
		mm/a	% von N	% der Dränspende ¹
2003/04	528	6,8	1,3	5,7
2004/05	579	5,5	0,9	6,4
2005/06	653	7,1	1,1	7,0
2006/07	592	6,5	1,1	4,6
2007/08	941	8,4	0,9	3,6
2008/09	590	5,0	0,9	4,0

¹ Dränspende = Summe der Abflüsse Entwässerungsschicht auf und Auffangdränage unter MDB

Die jährlichen Durchsickerungsraten der MDB liegen deutlich unter 10 mm/a. Im Mittel betragen sie 1 % des Niederschlags oder 5 % der Dränspende. Letztere Zahl bedeutet, dass 95 % des Wassers, das die Oberfläche der MDB erreicht, an der weiteren Versickerung in die Deponie behindert wird. Die MDB ist demnach sehr dichtwirksam. Ein Trend ist in den Daten bisher nicht zu erkennen. Bild 3 verdeutlicht die gleichbleibend gute Dichtwirksamkeit.

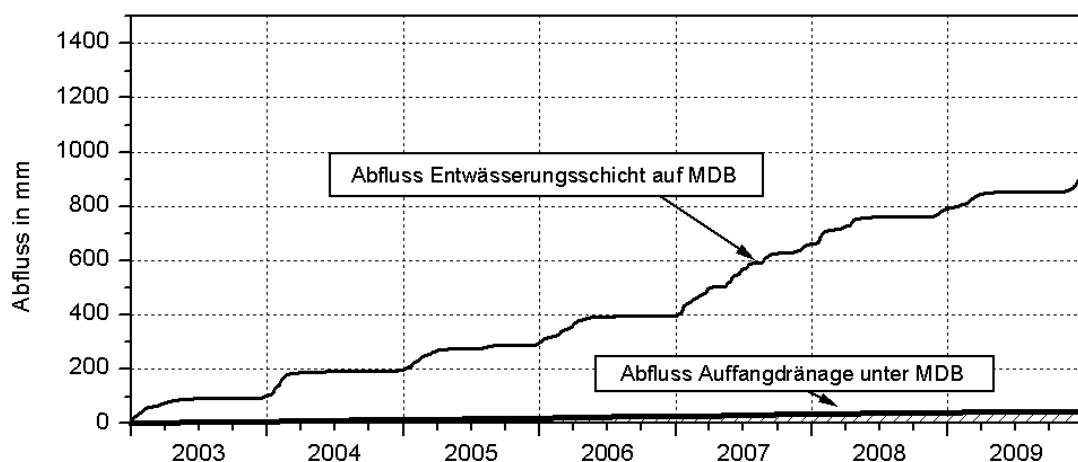


Bild 3 Summenkurven Entwässerungsschichtabfluss auf und Auffangdränage unter der mineralischen Dichtungsbahn MDB (Feld 5)

3.4 Wirksamkeit der Kapillarsperre mit Kapillarblockbahn (Feld 8)

Kapillarsperren bestehen üblicherweise aus einer sandigen Kapillarschicht über einem kiesigen Kapillarblock. In Abdichtungssystemen mit Kapillarblockbahn (KBB) wird der üblicherweise lose geschüttete und mindestens 20 cm dicke Kapillarblock durch die KBB ersetzt. Die Kapillarblockbahn (KBB) wird wie die MDB auf Rollen mit einer Breite von 2,20 m und einer Länge von max. 80 m geliefert und besteht aus einem Doppelabstandsgewebe. Im Unterschied zur MDB ist das Doppelabstandsgewebe bei der KBB mit Kies gefüllt (Dicke ca. 2 cm, Gesamtflächenmasse von $\geq 30 \text{ kg/m}^2$). Auf Feld 8 wurde die KBB mit Längsüberlappungen sowie einem Querstoß verlegt.

Auch das Bändchengewebe der KBB ist üblicherweise mit LDPE beschichtet. Für den Test im Versuchsfeld 8 auf der Deponie Deetz wurde die KBB jedoch ohne diese Beschichtung produziert und geliefert, um im Versuchsfeld die Wirksamkeit der Kapillarsperre mit KBB und nicht die Dichtigkeit der Beschichtung zu untersuchen.

Tabelle 4 zeigt die Wasservolumina, die pro Wasserhaushaltsjahr vertikal von der Kapillarschicht in die KBB versickert und dann in dieser abgefließen sind. Sie werden als absolute Zahlen in mm/a, in Bezug auf den Niederschlagseintrag (% von N) sowie in Bezug auf das Wasservolumen, das die Kapillarsperre erreicht und potentiell vertikal durchsickert hat (% der Dränspende), angegeben. Die Wirksamkeit der Kapillarsperre mit KBB ist bisher gleichbleibend sehr hoch (Systemwirksamkeit nahezu 100 %) und übertrifft alle anderen untersuchten Systeme. Ereignisse mit einer Überlastung der Kapillarsperre traten bis einschließlich 2009 im 25 m langen Versuchsfeld auch im sehr nassen Jahr 2007 nicht auf. Bild 4 zeigt die Summenkurven von lateralem Kapillarschichtabfluss und vertikaler Versickerung in die KBB.

Tab. 4 Jahressummen der Wasserhaushaltsjahre 2003/04 bis 2008/09 - KBB in Feld 8

Jahr	Niederschlag (N) mm/a	Durchsickerung Kapillarsperre mit KBB		
		mm/a	% von N	% der Dränspende ¹
2003/04	528	0,2	0,0	0,1
2004/05	579	0,1	0,0	0,1
2005/06	653	0,1	0,0	0,1
2006/07	592	0,3	0,1	0,2
2007/08	941	0,4	0,0	0,1
2008/09	590	0,2	0,0	0,1

¹ Dränspende = Summe der Abflüsse aus Kapillarschicht und KBB

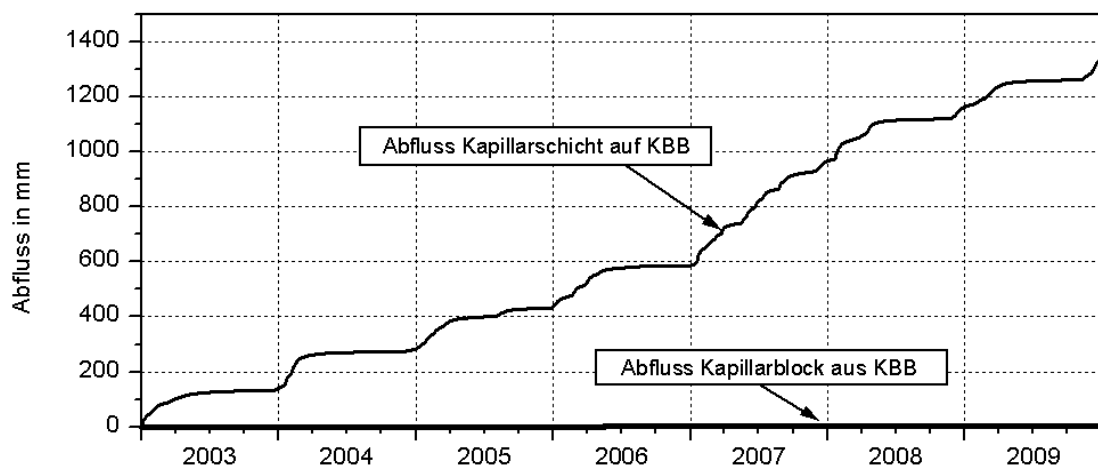


Bild 4 Summenkurven Kapillarschichtabfluss und Abfluss aus dem Kapillarblock aus Kapillarblockbahn KBB (Feld 8)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Untersuchungen in den Versuchsfeldern auf der Deponie Deetz bilden die Grundlage für die Suche der MEAB mbH nach standortangepassten und kostengünstigen mineralischen Abdichtungskomponenten für die Oberflächenabdichtung ihrer Deponien. Im vorliegenden Beitrag wurden die Ergebnisse ausgewählter Versuchsfelder vorgestellt:

- Vergleich der Wirksamkeit der in den Feldern 1 und 2 untersuchten Wasserhaushaltsschichten mit herkömmlich gestalteten Rekultivierungsschichten (Felder 3 bis 8)
- Dichtwirksamkeit der mineralischen Dichtungsbahn MDB (Feld 5)
- Dichtwirksamkeit der Kapillarsperre mit Kapillarblockbahn KBB (Feld 8)

Der Aufbau der Versuchsfelder und die Messsysteme sorgen für eine kontinuierliche und zuverlässige Datenerhebung. Die vorgestellten Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Wasserhaushaltsschichten der Versuchsfelder (1) und (2) weisen unterschiedliche Mächtigkeiten und nutzbare Feldkapazitäten auf. Der Gehölzbewuchs hat sich auf beiden Feldern in den ersten sieben Jahren der Untersuchung gleich und hervorragend entwickelt. Die Kronenhöhe liegt bei rund 4 m. Die Gehölze sind gut strukturiert. Bisher sind beide Felder hydrologisch sehr ähnlich wirksam, da die Durchwurzelungstiefe - und u. a. davon abhängig der Verbrauch des Bodenwassers - auf beiden Feldern sehr ähnlich sind. Die Versickerung lag auf beiden Feldern schon im zweiten Versuchsjahr deutlich unter 10 % des Niederschlagseintrages und betrug nur rund ein Drittel des unter der konventionellen Rekultivierungsschicht der Felder 3 bis 8 gemessenen Wertes. Im Hinblick des Niederschlagseintrages am Standort durchschnittlichen Kalenderjahr 2009 sind auf den Feldern 1 und 2 mit Wasserhaushaltsschicht 0 mm/a bzw. 2,3 mm/a versickert.
- Die Dichtwirksamkeit der mineralischen Dichtungsbahn MDB in Versuchsfeld 5 ist unverändert hoch. Jährlich sickern knapp 7 mm/a durch die MDB (1 % des Niederschlags oder 5 % der Dränspende, die die MDB erreicht und bei fehlender Dichtwirkung potentiell durch die MDB sickern könnte).
- In Feld 8 wird eine Kapillarsperre untersucht, bei der der üblicherweise lose in mindestens 20 cm Dicke geschüttete Kapillarblock durch eine rund 2 cm dicke Kapillarblockbahn (KBB) ersetzt wurde. Dieses Versuchsfeld zeigt bisher die höchste Wirksamkeit der Abdichtungskomponente. In den ersten sechs Wasserhaushaltsjahren sind nur zwischen 0,1 und 0,4 mm/a vertikal in die KBB versickert (im Mittel 0,0 % des Niederschlags oder 0,1 % der Dränspende). Das aus der Rekultivierungsschicht

über die Böschungslänge von 25 m bei einer Böschungsneigung von 1 : 6,7 zuzickende Wasser wurde bisher ohne Überlastung vollständig in der Kapillarschicht oberhalb der Schichtgrenze zur KBB lateral abgeführt.

5 Literatur

- [1] Melchior, S., Steinert, B., Rettig, R. & S. Raabe (2006): Zwischenergebnisse der Versuchsfelder der MEAB zu alternativen Oberflächenabdichtungssystemen auf der Deponie Deetz. In: Henken-Mellies, U. (Hrsg.): 17. Nürnberger Deponieseminar. Veröffentlichungen des LGA-Grundbauinstituts. Nürnberg, 22 S.
- [2] Melchior, S., Raabe, S., Krüger, D. B. Steinert (2007): Erfahrungen mit dem System Wasserhaushaltsschicht zur Oberflächenabdichtung von Deponien am Beispiel der Versuchsfelder auf der Deponie Deetz. In: Bauhaus-Universität Weimar (Hrsg.): 3. Symposium Umweltgeotechnik 2007. Schriftenreihe Geotechnik Heft 17, S. 101 - 110.

Anschriften der Verfasser:

Dr. habil. Stefan Melchior & Dr. Bernd Steinert



melchior + wittpohl
Ingenieurgesellschaft

Karolinenstraße 6, 20144 Hamburg
T.: 040 / 430 950 - 10
E-Mail: info@mplusw.de www.mplusw.de

Dipl.-Ing. Steffen Raabe



Märkische Entsorgungsanlagen- Betriebsgesellschaft mbH
Tschudistraße 3, 14476 Potsdam
T.: 033208 / 60-0
E-Mail: meab@meab.de www.meab.de