

# **Doppelt verlegte Kunststoffdichtungsbahnen zur endgültigen Abdichtung der Deponie Wernsdorf, LK Dahme-Spreewald**

Dr. Detlef Krüger

## **1 Vorbemerkungen**

Die Berliner Stadtreinigung (BSR) trägt Verantwortung für die Stilllegung und Sicherung von drei großen Siedlungsabfalldeponien im Land Brandenburg. Die BSR- Deponien Wernsdorf, Schwanebeck und Schöneicher Plan mit einer Gesamtfläche von ca. 150 ha sind in den kommenden Jahren mit einer Oberflächenabdichtung (OFA) zu versehen. Auf Grund der großen Flächen und den damit verbundenen erheblichen Kosten für das Dichtungssystem wurden der Entscheidung für ein bestimmtes OFA-System umfangreiche Variantenuntersuchungen und zahlreiche Betrachtungen vorangestellt. Die Kosten für die temporären und endgültigen Oberflächenabdichtsysteme beanspruchen etwa die Hälfte der Gesamtkosten, die für die Stilllegung, Sanierung und Nachsorge der BSR-Deponien eingeplant und durch Rückstellungen abgesichert sind.

Die Berliner Stadtreinigung favorisierte zunächst für die endgültige Abdichtung ein Dichtungssystem bestehend aus einer 2,5 mm BAM- zugelassenen Kunststoffdichtungsbahn (KDB) in Kombination mit einem Leckortungssystem, das seitens der BSR gemäß § 14 Abs. 6 DepV (2002) als genehmigungsfähig angesehen wurde. Das Landesumweltamt Brandenburg (LUA) als Genehmigungsbehörde folgte dieser Sichtweise jedoch nicht und kam zum Ergebnis, dass die Ausnahmeregelung des § 14 Abs. 6 DepV für die Deponie Wernsdorf nicht zur Anwendung kommen kann. Nach Auffassung des LUA war die Deponie Wernsdorf auf Grund des Gefährdungspotentials mit einem Oberflächenabdichtsystem zu sichern, das den Anforderungen des Anhangs 1, Nummer 2 der DepV (2002) für die Deponiekategorie II gerecht wird. Ein Abweichen von den Vorgaben des § 14 Abs. 4 Satz 1 1. Fall war aus Sicht des LUA nicht möglich. Nach eingehender Diskussion wurden die weiteren Planungen auf das System KDB/KDB ausgerichtet, das ebenfalls als gut geeignet seitens der BSR beurteilt wurde.

Im Folgenden wird kurz aufgeführt, welche Betrachtungen beim Betreiber zur Entscheidung KDB/KDB führten und welche Erfahrungen bei der Realisierung des 1. Bauabschnitts 2009 gemacht wurden.

## **2 Einführung**

Die Siedlungsabfalldeponie Wernsdorf ist der Deponiekategorie II zuzuordnen und mit einer diesem Schutzniveau entsprechenden Oberflächenabdichtung zu versehen. Ende der 50er Jahre (1958/59) wurde mit der Ablagerung von Abfällen auf natürlicher Geländeoberfläche und teilweise in einer ehemaligen Kiesgrube begonnen. Der Grundwasserflurabstand variiert bei der ehemaligen Hangdeponie stark und beträgt im Abstrom nur ca. 1,0 m unter Geländeoberkante. Die Deponie entwickelte sich zu einer Haldendeponie und weist heute auf einer Grundfläche von ca. 22 ha ein Abfallvolumen von rd. 4,5 Mio. m<sup>3</sup> auf. Der Ablagerungsbetrieb wurde Anfang 2000 weitestgehend eingestellt und es wurde mit umfangreichen Profilierungsmaßnahmen zur Herstellung einer angepassten Deponiekubatur begonnen.

Die Deponie verfügt über keine Basisabdichtung oder Sickerwasserfassungssysteme. Nach Feststellen eines Grundwasserschadens erfolgte im Zeitraum 2004/2005 die Sanierung des unter der nordwestlichen Deponieböschung räumlich eingrenzbaeren LHKW/BTEX- Schadens durch Bodenaustausch. In 2006/2007 wurde in diesem Bereich eine ergänzende in-situ-Grundwassersanierung mittels der Air-Sparging-Technologie durchgeführt, um die Restkontaminationen in der Wasserphase weiter zu reduzieren.

Am 31.05.2005 wurde der Ablagerungsbetrieb endgültig eingestellt und die Deponie befindet sich seitdem in der Stilllegungsphase.

Der Standort liegt im Land Brandenburg und hat einige planungsrelevante Randbedingungen, die kurz genannt werden sollen: Die Deponie liegt zum größten Teil im Landkreis (LK) Dahme-Spreewald, ragt aber im Norden auch in den LK Oder-Spree hinein. Im Nordwesten grenzt unmittelbar das FFH- und Naturschutzgebiet „Wernsdorfer See“ an. An der nordwestlichen Ecke des Deponiekörpers beginnt das geschützte Biotop „Gosener Hauswiesen“ mit Moor- und Bruchwald und weitere im Norden angrenzende Flächen weisen ebenfalls geschützte Biotope auf (Dünenstandort und Trockenrasen). Daneben existiert direkt angrenzend an den Deponiefuß das registrierte Bodendenkmal „Wernsdorf 2“ (Siedlung der Römischen Kaiserzeit und Fundplatz der Jungsteinzeit sowie des Deutschen Mittelalters). All diese naturräumlichen Gegebenheiten erfordern eine Deponiesicherung mit dem Ziel, durch angepasste Planung und Ausführung den Eingriff in die direkt angrenzenden bzw. betroffenen Schutzgebiete zu minimieren.



Abb.1: Die fast fertig profilierte Deponie Wernsdorf und angrenzende Gebiete. Die untere Böschung im Vordergrund vom Eingangsbereich (links) bis zum Versickerungsbecken (rechtsoben) wurde im Zuge des 1. BA abgedichtet. Im Kuppenbereich sind die Schlackehaufwerke zu erkennen, die dort für den Einbau als Trag-/ Ausgleichschicht vorgehalten werden.

## 2. Systementscheidung und Genehmigung

Um den Eingriff in die direkt angrenzenden bzw. betroffenen Schutzgebiete zu minimieren, wurde eine verglichen mit dem Regelsystem geringer mächtige endgültige Oberflächenabdichtung favorisiert. Der Systementscheidung gingen interne Untersuchungen, ergänzt durch externe Gutachten bzgl. technischer und monetärer System- bzw. Komponenten- Wertungen voraus.

### 2.1 Betrachtungskriterien

Neben den spezifischen Rechtsgrundlagen zu den einzelnen BSR- Altdeponien wurden für die Systementscheidung die standortspezifischen Rahmenbedingungen sowie die Ergebnisse der Bewertung möglicher Dichtungskomponenten betrachtet. Folgende Bewertungsmerkmale wurden herangezogen:

- „Garantierte Qualität ab Werk“
- „Aufwand zur Qualitätskontrolle bei der Materialanlieferung“
- „Aufwand zur Qualitätskontrolle bei und nach dem Einbau“
- „Rohstoff- / Landschaftsverbrauch“
- „Transportaufwand“
- „Schichtmächtigkeit“
- „Setzungsempfindlichkeit“
- „Gasdichtigkeit“
- „Neigungsbeschränkte Einsetzbarkeit“
- „Wasserdurchlässigkeit“
- „Schadensanfälligkeit infolge Durchwurzelung“
- „Schadensanfälligkeit infolge Austrocknung“
- „Aufwand für Anschlüsse und Durchdringungen“
- „Aufwand für Auflager“
- „Klimabedingte Einbaueinschränkungen“
- „Verarbeitbarkeit durch BSR-Personal“
- „Preis netto pro m<sup>2</sup> für Lieferung frei Baustelle“
- „Preis netto pro m<sup>2</sup> für Einbau / Verlegung“
- „Sicherheit für die mehrjährige Kostenvorausplanung“
- „Besonderheiten bezüglich der Rekultivierungsschicht“
- „Erforderlichkeit eines Gleichwertigkeitsnachweises“

Die Dichtungskomponenten und ihre wesentlichen Eigenschaften wurden mit Punkten bewertet und gewichtet in Form einer Matrix ausgewertet. Anschließend wurde die Rangfolge einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, die weitgehend die Ergebnisse der Urbewertung bestätigte. Als Fazit der Sensitivitätsuntersuchung war festzustellen, dass durch keine der geprüften Annahmen die Rangfolge derart verändert wurde, dass das Ergebnis der Urbewertung in Frage zu stellen wäre.

Abschließend war festzustellen, dass gerade im Hinblick auf Dichtigkeit, mechanische Widerstandsfähigkeit, Beständigkeit sowie Qualität und Herstellbarkeit einer Oberflächenabdichtung das System mit doppelter KDB die besten Ergebnisse erwarten lässt.

## 2.2 Genehmigung

Als zentrales Element der endgültigen OFA für die Deponie Wernsdorf wurde mit dem Landesumweltamt Brandenburg (LUA) das System doppelt verlegte Kunststoffdichtungsbahnen (jede KDB 2,5 mm) mit Trennlage abgestimmt. Das System wurde vom LUA als genehmigungsfähig angesehen, da die Kunststoffdichtungsbahn gegenüber der mineralischen Dichtungsschicht als (zumindest) gleichwertige Systemkomponente bewertet wird. Bedenken wegen fehlender Redundanz wurden angesichts der Überlegenheit einer KDB gegenüber allen anderen Dichtungselementen als untergeordnet angesehen.

Das alternative Oberflächenabdichtungssystem mit einer doppelt verlegten Kunststoffdichtungsbahn (KDB) als zentralem Element der endgültigen Oberflächenabdichtung ist demnach gegenüber dem seinerzeitigen Regelsystem aus dem Deponierecht technisch zumindest gleichwertig und verglichen mit diesem kostengünstiger.

Eine dementsprechende technische Planung für den geordneten Abschluss wurde vom Ingenieurbüro ICU - Partner Ingenieure erstellt und im März 2007 erfolgte die Antragstellung bei der Genehmigungsbehörde. Nach einer umfangreichen Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange wurden die Planunterlagen im Juni 2008 genehmigt. Die technischen Anforderungen an das Abdichtungssystem wurden durch die DepV (2002) und die mitgeltenden Rechtsvorschriften bestimmt.

Der Aufbau der genehmigten endgültigen OFA oberhalb der Grobprofilierung des Deponiekörpers ergibt sich hieraus wie folgt: Gasdrän- / Tragschicht, Ausgleichsschicht – Auflager, KDB, geotextiles Trennvlies, KDB, Dränmatte, mineralische Dränschicht sowie Rekultivierungsschicht bestehend aus Unterboden- und Oberbodenschicht mit Rasenansaat.

## 3 Aufbau des endgültigen Oberflächenabdichtungssystems

Die für das Abdichtungssystem zum Einsatz vorgesehenen Materialien wurden auf Grundlage eines von der Genehmigungsbehörde bestätigten Qualitätsmanagementplanes von den einbezogenen Fremd- und Eigenprüfern auf Ihre Eignung untersucht und zur weiteren Eignungsfeststellung in Versuchsfeldern überprüft.

Die Oberflächenabdichtung ist nach den erfolgten notwendigen Eignungsuntersuchungen wie folgt aufgebaut (von unten nach oben):

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| ➤ Gasdrän- / Tragschicht          | d ≥ 0,35 m<br>Schlacke MHKW Berlin Ruhleben<br>$E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} \geq 15 \text{ MN/m}^2$<br>$k_f \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$    |
| ➤ Ausgleichsschicht / Auflager    | d ≥ 0,15 m<br>Sand 0/2 bis 0/8<br>$E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} \geq 15 \text{ MN/m}^2$<br>$k_f = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ |
| ➤ Kunststoffdichtungsbahn 1. Lage | d ≥ 2,5 mm<br>beidseitig profiliert mit BAM-Zulassung   |
| ➤ Geotextiles Trennvlies          | weiß, g = 800 g/m <sup>2</sup>  |

- Kunststoffdichtungsbahn 2. Lage d ≥ 2,5 mm  
beidseitig profiliert mit BAM-Zulassung
- Dränmatte mit Eignungsnachweis  
und Schutzwirksamkeitsnachweis  
 $k_f \geq 1 \times 10^{-2}$  m/s
- Mineralische Dränschicht d ≥ 0,15 m  
Brechsand 0/8  
 $k_f \geq 2 \times 10^{-4}$  m/s  
mechanisch und hydraulisch filterstabil  
gegenüber Drainmatte und Unterboden  
der Rekultivierungsschicht
- Rekultivierungsschicht d ≥ 1,00 m  
überhöht (10 – 15%) eingebaut
  - bestehend aus:
    - Unterboden d ≥ 0,80 m  
schwachbindiger, nährstoffarmer  
(schwachhumoser) Boden, SU – SU\*  
mechanisch und hydraulisch filterstabil  
gegenüber mineralischer Dränschicht
    - Oberboden d ≥ 0,20 m  
Unterboden vergütet mit ca. 3% Grün-  
restekompost
    - Rasenansaat Landschaftsrasenmischung ergänzt mit  
Nektarpflanzensamen für Schmetterlinge  
und mit Winterroggenanteilen
    - Erosionsschutzmatte Strohmatte  
im unteren Drittel der Böschung
    - Böschungsfußkeil L = 2,50 - 3,00 m  
Körnung 16/45  
gegenüber Rekuschicht und Dränschicht  
filterstabil mittels geotextilem Filtervlies

### 3.1 Einsatz von Alt- Schlacke für die Trag-/ Ausgleichschicht

Auf den profilierten Deponiekörper wurde zunächst in Eigenleistung durch die BSR eine gasdränfähige Ausgleichs- und Tragschicht eingebaut. Nach Eignungsfeststellung konnten hierfür die Schlacken aus dem BSR-Müllheizkraftwerk (MHKW) in Berlin Ruhleben als Deponieersatzbaustoff zum Einsatz kommen.

#### 3.1.1 Eignungsnachweis für die zum Einsatz kommende Alt- Schlacke

Am MHKW- Ruhleben fallen täglich ca. 500 Tonnen Schlacke an. Nach einer Störstoffabtrennung, dem Abscheiden von Eisen- und Nichteisenmetallen sowie einer Alterung bzw. Reifezeit von mindestens drei Monaten konnte die Schlacke bei Einhaltung der festgelegten Parameter als Baustoff für die Trag-/ Ausgleichschicht verwertet werden. Im Rahmen der Qualitätssicherung wurde diese BSR-Eigenleistung durch einen externen Eigenüberwacher begleitet.

Für den Einsatz der Schlacke war zunächst von der Eigen- und der Fremdüberwachung ein Eignungsnachweis bestehend aus der Eignungsprüfung sowie Versuchsfelduntersuchungen zu führen. Für die Eignungsprüfung wurde Altschlacke (= mindestens drei Monate alt) verwendet und gemäß Qualitätsmanagementplan (QMP) insbesondere auf folgende Materialeigenschaften untersucht:

- Wasserdurchlässigkeit,
- Korngrößenverteilung,
- Glühverlust,
- Kalkgehalt,
- Proctorversuch,
- Scherfestigkeit,
- Schadstoffgehalt.

Im Hinblick auf den Schadstoffgehalt war die DepVerwV, Tabelle 2, Spalte 6 in Verbindung mit Ausnahmegenehmigungen zu den Zuordnungswerten für die Eluat-Parameter Leitfähigkeit, DOC, Kupfer, Chrom VI und Antimon, die auch nach Inkrafttreten der „neuen DepV“ Bestandsschutz haben, einzuhalten.

Nach erfolgter Eignungsprüfung der Altschlacke (Schlacke aus dem Vorhaltebereich auf der Deponie Wernsdorf, mind. 3 Monate alt) erfolgte der Einbau in einem Versuchsfeld nach einer zuvor zwischen Eigen- und Fremdüberwachung sowie LUA Brandenburg abgestimmten Einbauanweisung. Im Versuchsfeld wurde insbesondere der Zusammenhang zwischen Verdichtungsenergie und Wasserdurchlässigkeit untersucht. Das Versuchsfeld mit einer Größe von ca. 24 x 30 m wurde im Oktober 2008 an der Ostböschung mit einer Böschungeneigung von 1:3 hergestellt. Die durchgeführten Untersuchungen der Eigen- und Fremdüberwachung führten zum Eignungsnachweis.

### **3.2 Weitere Schichten der Oberflächenabdichtung**

Die Vergabe zur „Sicherung und Rekultivierung der Deponie Wernsdorf mittels Oberflächenabdichtung, Oberflächenwasserefassung und -ableitung inkl. technischer Systeme“ erfolgte auf Grundlage einer europaweiten Ausschreibung im offenen Verfahren gemäß VOB/A. Zum Submissionstermin gingen 13 Angebote bei den BSR ein. Nach Prüfung der Vollständigkeit mussten sechs Angebote ausgeschlossen werden. Den Zuschlag erhielt das Angebot des Bieters HEILIT Umwelttechnik GmbH (HUT).

Zum Nachweis des qualitätsgerechten Einbaus der vorgesehenen mineralischen und polymeren/ geotextilen Komponenten unter Baustellenbedingungen war von HUT oberhalb der Gasdrän-/Tragschicht ein weiteres Versuchsfeld für die Komponenten vom KDB- Auflager bis zur Rekultivierungsschicht herzustellen. Das Versuchsfeld wurde im Juni 2009 im östlichen Bereich der Deponie errichtet. Es war ca. 40 m lang, ca. 25 m breit und befindet sich im Böschungsbereich mit einer Neigung von 1:3. Zum Einsatz kamen nur zuvor eignungsgeprüfte und freigegebene Materialien.

Vor der Herstellung der Auflagerschicht wurde die Oberfläche der bereits vorhandenen und abgenommenen Gasdrän-/Tragschicht gemeinsam von der Eigen- und Fremdüberwachung visuell auf Schadstellen und Fremdkörper geprüft. Es wurden keine Auffälligkeiten festgestellt, so dass im Bereich des Versuchsfeldes der Aufbau der Auflagerschicht freigegeben werden konnte. Im Rahmen der Versuchsfelduntersuchungen zeigte sich, dass für alle weiteren Schichten/ Materialien die Anforderungen des Qualitätsmanagementplanes erfüllt werden.

## 4 Bauablauf

Die Abbildung 2 zeigt die vier Bauabschnitte, die in den kommenden Jahren gedichtet werden. Um gleich das endgültige Oberflächenabdichtungssystem schadfrei aufbringen zu können, werden zunächst die unteren Böschungen abgedichtet, da hier die Setzungen weitestgehend abgeklungen sind. Der 1. Bauabschnitt mit ca. 4,3 ha Fläche wurde in 2009 realisiert.

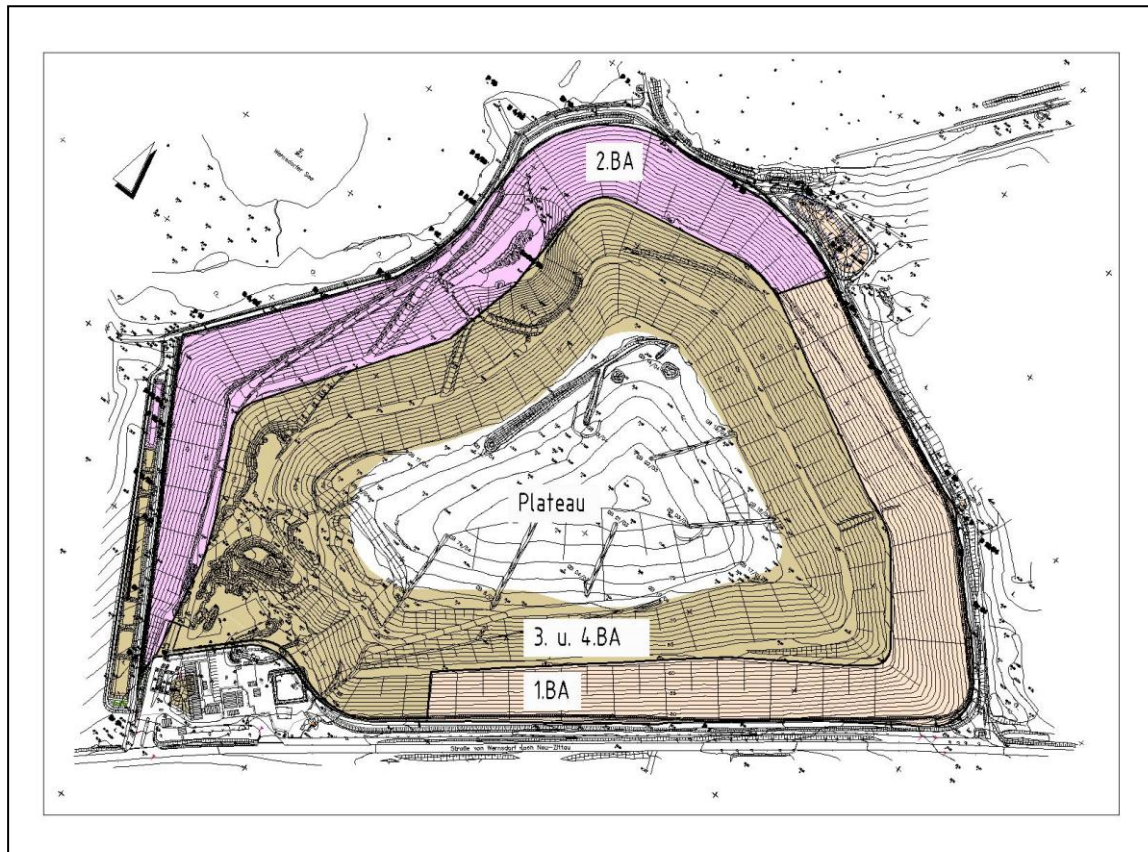


Abb. 2: Einteilung der Bauabschnitte 1 bis 4 für die endgültige Oberflächenabdichtung

### 4.1 Einbau Gasdrän-/ Tragschicht

Nach der Herstellung und Freigabe des Versuchsfeldes „Altschlacke“ sowie des Grobplans wurde seitens der BSR in der Zeit von Anfang März bis Ende April 2009 im 1. BA die Gasdrän-/Tragschicht eingebaut. Vor dem Einbau erfolgte die Einteilung des 1. BA in einzelne Baufelder sowie deren vermessungstechnische Absteckung. Die Prüfungen der Eigen- und Fremdüberwachung wurden nach den Vorgaben des Qualitätsmanagementplanes vorgenommen. Die Tragfähigkeiten liegen beim Grobplan sowie der OK der Gasdrän-/Tragschicht oberhalb der Mindestanforderung von  $30,0 \text{ MN/m}^2$ . In gleicher Weise ist die Einhaltung der Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  und des Glühverlustes von max. 5 % gegeben. Die Anforderungen hinsichtlich des Schadstoffgehalt werden nach den Vorgaben der DepVerwV, Tabelle 2, Spalte 6 unter Berücksichtigung der vorgenannten Ausnahmegenehmigungen für einzelne Zuordnungswerte der Eluat-Parameter ebenfalls eingehalten. Der Störstoffanteil (Kantenlängen  $> 30 \text{ mm}$ ) in der Gasdrän-/Tragschicht liegt bei  $\leq 5 \%$ . Die ermittelten Schichtstärken im eingebauten Zustand lagen zwischen  $0,38 \text{ m}$  und  $0,63 \text{ m}$  und erfüllten somit die Anforderung an die Mindestschichtstärke von  $d \geq 0,35 \text{ m}$ .

Nach Fertigstellung der Gasdrän-/Tragschicht im 1. BA der Deponie Wernsdorf erfolgte die Abschlussvermessung dieser Schicht durch den FÜ-Vermessung. Auf der Grundlage der ermittelten Prüfergebnisse seitens der Fremdüberwachung bestanden keine Bedenken, die hergestellte Gasdrän-/Tragschicht im Zuge der anstehenden Baumaßnahme mit den weiteren Schichten des Oberflächenabdichtungssystems zu überbauen. Um das mit der „Sicherung und Rekultivierung der Deponie mittels Oberflächenabdichtung, Oberflächenwasserfassung und -ableitung inkl. technischer Systeme“ beauftragte Unternehmen hinsichtlich des vorgesehenen Bauablaufs nicht einzuschränken, wurde zunächst im gesamten 1. BA die TAS durch die BSR hergestellt und im Juni 2009 an die externe Baufirma übergeben.

#### 4.2 Einbautechnik des Dichtungssystems

Generell wurde eine eingebaute Schicht erst nach Prüfung und Freigabe durch die Fremd- und Eigenüberwachung zur Überbauung freigegeben. Die einzubauenden Materialien wurden mittels Sattelzug über die 1. Berme auf den Deponiekörper geliefert und abgekippt, anschließend mittels einer Planierraupe überhöht eingeschoben und dann profilgerecht eingebaut. Nach Abnahme des KDB-Auflagers erfolgte die Verlegung der ersten Kunststoffdichtungsbahn,  $d = 2,5 \text{ mm}$ , beidseitig strukturiert, mit BAM-Zulassung. Die KDB wurde mittels Bagger hangabwärts abgerollt und durch Sandsäcke im gleichen Arbeitsgang windgesichert. Die KDB-Rolle wurde mit der Baggerschaufel gegen unkontrolliertes Abwickeln gesichert bzw. gehalten und geführt. Die entstandene Baggerspur auf dem vorab erstellten Planum wurde anschließend händisch mittels Asphaltchiebern planungsgenau wiederhergestellt.



Abb. 3: Verlegen der oberen Kunststoffdichtungsbahn auf dem Trennvlies.



Nach Verschweißung zweier Kunststoffdichtungsbahnen und dem Prüfen der Doppelnaht durch den FÜ Kunststoff wurden die gefügten Kunststoffdichtungsbahnen zur Belegung mit der geotextilen Trennlage freigegeben. Die Verlegung des Geotextils erfolgte unmittelbar nach Freigabe der KDB durch einen zweiten separaten Verlegetrupp. Das verlegte Geotextil wurde an den Längsstößen und den Querstößen untereinander thermisch mittels Warmgasgerät geheftet, um ein Verrutschen der einzelnen Bahnen zu verhindern. Die 2. Lage Kunststoffdichtungsbahn wurde unter einem seitlichen Versatz von mindestens 50 cm wie vor beschrieben verlegt, um die Anbindungen der weiteren Bahnen ohne eine linienförmige Konzentration von Schweißnähten zu gewährleisten. Nach Freigabe durch den FÜ Kunststoff erfolgte die Verlegung der Drainmatte auf der 2. Lage der Kunststoffdichtungsbahn. Diese wurde ebenfalls mittels Warmgasheftung gegen Windangriff und Verrutschen gesichert. Eine temporäre zusätzliche Windsicherung erfolgt durch gefüllte Sandsäcke.

Für die Herstellung der Entwässerungsschicht wurde das einzubauende Material zunächst in einer Spur überhöht in das Einbaufeld gelegt, mittels eines Hydraulikbagger auf die polymeren Dichtungselemente (KDB, Trennvlies, Dränmatte) weiter vorgelegt und anschließend profilgerecht hergestellt.

Der Einbau der Rekultivierungsschicht erfolgte einlagig mittels einer Planierraupe. Nach dem Prüfen der Fremd- bzw. der Eigenüberwachung wurde die eingebaute Schicht zur nachhaltigen Bodenverbesserung der obersten 0,20 m freigegeben. Hierzu wurde ein definierter Kompostanteil mit einem Dungstreuer aufgebracht und nachfolgend mittels Fräse eingearbeitet sowie tiefengelockert. Nach Ausbringung des Saatgutes wurde die Rekultivierungsschicht zur Erosionssicherung mit der Raupe abgekettet.

Die wesentlichen Arbeiten am Dichtungssystem erfolgten im 1.BA termingerecht mit der Raseneinsaat bis Ende September. Dennoch entstanden Anfang Oktober noch vor Aufbringen der vorgesehenen Erosionsschutzmatte im unteren Böschungsdrittel durch andauernde Niederschläge Erosionsschäden auf den hergestellten Böschungsflächen. Der Genehmigungsbehörde wurde hierzu eine Dokumentation und ein Konzept zur Behebung der Schäden vorgelegt. Nach Zustimmung seitens des LUA wurden im Zusammenhang mit der Schadensbehebung die Erosionsrinnen ab ca. Böschungsmitte geglättet, der Böschungsfußgraben entschlammt und am Böschungsfuß Erosionsschutzmatten (3 Bahnen mit Rasensaat) verlegt. Des Weiteren wurden zur Sicherung der Böschungsoberfläche in Hinblick auf eine Verminderung weiterer Erosionen bis zum Erreichen eines abnahmefähigen Zustandes böschungsmittig temporäre (Pendel-) Mulden mit Rohrabschlägen zum Böschungsfußgraben hergestellt.

### **4.3 Herstellbarkeit**

Der Bauablauf zeigte sich bezüglich des Verlegens der beiden Kunststoffdichtungsbahn als relativ unproblematisch. Befürchtungen, dass sich durch die beidseitig rauen Kunststoffdichtungsbahnen durch eine Art „Klettverschluss“ Probleme hinsichtlich der plangerechten Auslegung der oberen KDB ergeben könnten, traten nicht auf. Die Verlegeleistung der polymeren Elemente (1.KDB/ Vlies/ 2.KDB/ Dränmatte) betrug ca. 1000 m<sup>2</sup> pro Tag. Grundlage war der zuvor mit allen Beteiligten abgestimmte Verlegeplan der 1. und der 2. KDB-Lage. Insgesamt zeigte sich das System bei den sorgfältig durchgeführten Abläufen für die fachgerechte Herstellung als gut umsetzbar.

Witterungsbedingt gab es nahezu keine Einschränkung hinsichtlich des Bauablaufs. Nur an einem Tag konnten wegen zu hoher Luftfeuchtigkeit in den ersten Morgenstunden keine

Schweißarbeiten durchgeführt werden. Beim Einsatz des Systems KDB/KDB waren hinsichtlich der Handhabbarkeit und Fehlerempfindlichkeit der Dichtungskomponenten „nur“ die Ansprüche des Systems „KDB“ zu beachten. Im Falle von Beschädigung der polymeren Dichtungselemente während des Bauablaufs z.B. durch Überfahung von Anlieferfahrzeugen zeigte sich eine gute und klar überprüfbare Reparierbarkeit.

#### **4 Fazit**

Das alternative Oberflächenabdichtungssystem mit doppelt verlegten Kunststoffdichtungsbahnen erwies sich während des ersten Bauabschnitts als bautechnisch gut umsetzbar. Die Erwartungen gerade im Hinblick auf Dichtigkeit (Konvektionssperre), mechanische Widerstandsfähigkeit, Qualität und Herstellbarkeit wurden bestätigt.

Die von der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ (2005) für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Oberflächenabdichtungssysteme benannten Faktoren wie Herstellungsvoraussetzungen (z.B. Witterung), Handhabbarkeit, Fehlerempfindlichkeit des Herstellungsverfahrens, Prüfbarkeit sowie Reparierbarkeit sind für das System positiv zu bewerten.

Hinsichtlich des Kriteriums Dichtigkeit wird das System doppelte verlegte KDB langfristig als sehr günstig bewertet. Aufgrund der hohen Qualität des Systems sind die Risiken gegen Versagen minimiert und die Funktionsdauer somit maximiert. Dies wird als gute Voraussetzung gesehen, um z.B. in 30 Jahren aus der Nachsorge entlassen zu werden, wobei die Kosten des Systems gegenüber denen der klassisch „mineralischen“ Kombidichtung geringer sind.