

## **L Kostenoptimierte Oberflächenabdichtungen mit Dichtungsbahnen und Reststoffen**

Dipl.-Ing. Christian Witolla, Neukirchen-Vluyn

## **Kostenoptimierte Oberflächenabdichtungen mit Dichtungsbahnen und Reststoffen**

### **1. Einleitung**

Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten haben die Aufgabe, den Eintrag von Niederschlagswasser zu minimieren und Schadstoffemissionen zu verhindern.

In der Deponieverordnung (DepV) [1] vom 24. Juli 2002 wird u.a. die Stilllegung und Nachsorge von Deponien geregelt und die Möglichkeit von Ausnahmen im Einzelfall beschrieben. Die Übergangsvorschriften zur Ablagerung unvorbehandelter Siedlungsabfälle laufen zum 01.06.2005 aus. Altdeponien, die nicht den Anforderungen der TAsi [2], bzw. TAso entsprechen, müssen bis spätestens 15.07.2009 stillgelegt werden.

Stillgelegte Deponien sind gemäß § 12,14 der DepV dann mit einer Oberflächenabdichtung zu versehen. Bei noch zu erwartenden großen Hauptsetzungen kann vorerst eine temporäre Abdeckung aufgebracht werden. Altdeponien, die unter § 1, Abs. 3 DepV einzuordnen sind, unterliegen bei der Sicherung z.B. dem Rechtsbereich des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) [3], bzw. der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [4].

Den daraus zu erwartenden umfangreichen Deponieschließungen würde ein enormes Stoffstrommanagement von Bodenmassen erforderlich machen, um z.B. die Profilierung, die Trag- und Ausgleichschichten und auch die Drainage- und Rekultivierungsschicht aufbringen zu können.

Der Einsatz von Reststoffen wie Müllverbrennungsschlacken, Gießereialtsanden, Bauschutt und belasteten Böden kann bei Einhaltung der Anforderungen an die chemische Beschaffenheit und der geotechnischen Belange, zum einen zur wirtschaftlichen Optimierung der Baumaßnahme beitragen, zum anderen werden dadurch natürliche Ressourcen geschont.

Nachfolgend soll anhand von Praxisbeispielen gezeigt werden, welche Kosteneinsparungen bei Einsatz von Reststoffen in Oberflächenabdichtungen erreicht wurden und auf welche Besonderheiten beim Einbau in Verbindung mit Geokunststoffen zu achten ist.

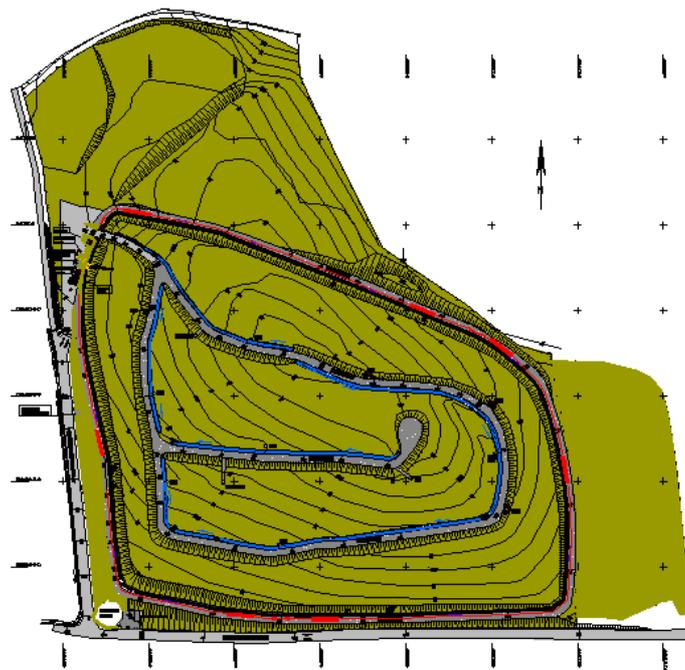
## 2. Praxisbeispiel: modifizierte Kombinationsabdichtung

Am Beispiel der Deponie des Main-Kinzig-Kreises wird ein Projekt vorgestellt, bei dem durch den Einsatz von Reststoffen beim Bau der mineralischen Dichtung eine wirtschaftliche Optimierung des Oberflächenabdichtungssystems realisiert wurde.

### 2.1 Ablagerungshistorie

Vor der Müllverfüllung wurde auf dem Standort Basalt abgebaut. Aus der Rekonstruktion vorhandener Höhenaufnahmen zum Zeitpunkt vor der Müllverfüllung lag die Sohle der ehemaligen Tagebaugrube bis etwa 14 m unter Gelände. In Verbindung mit den nach Abschluss des Deponiebetriebs erstellten Bestandsplänen ergab sich daraus die größte Müllmächtigkeit zu etwa 28 m im heutigen Plateaubereich des Deponiegeländes.

In der ehemaligen Tagebaugrube wurden nach vorliegenden Unterlagen in der Zeit von 1977 bis einschließlich 1980 ca. 800.000 t Abfall und Abdeckmaterial abgelagert. In der Zeit von 1980 bis zum Ende der Achtziger Jahre wurde darüber hinaus Erdaushub zur Abdeckung der Deponieoberfläche aufgetragen. Aufgeteilt nach den verschiedenen abgelagerten Stoffen wurden – bezogen auf die Gesamtmasse des Deponats – etwa 50% Bauschutt und Erdaushub (einschließlich der Abdeckmaterialien), etwa 35% Hausmüll und Klärschlamm sowie etwa 15% Sperrmüll und Gewerbemüll abgelagert. Die Deponie umfasst eine Fläche von ca. 6 ha.



**Bild 1:** Übersichtsplan der Deponie

Eine Basisabdichtung, Sickerwasserfassung und –ableitung nach heutigem Stand der Technik war unter und seitlich der Müllablagerungen nicht vorhanden. Im Abstrom der Deponie wurden in einzelnen Grundwassermessstellen Schadstoffbelastungen festgestellt, die vermutlich eine Folge des Sickerwassereintrags aus dem Deponiekörper sind.

Der Grundwasserspiegel im unmittelbaren Umfeld der Deponie liegt in benachbarten Grundwassermessstellen mindestens 20 m unter Gelände.

Die Deponie wurde nach § 7 AbfG zugelassen und bereits vor Inkrafttreten der 2. und 3. allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA-Abfall bzw. TA-Siedlungsabfall) stillgelegt. Nach dem Hessischen Abfallwirtschafts- und Altlastengesetz wurde die Deponie 1993 als Altlast festgestellt.

## **2.2 Ziel der Sanierungsmaßnahmen**

Ziel der Sanierungsmaßnahmen war es,

- durch die Oberflächenabdichtung die Sickerwasserneubildung und damit einen unkontrollierten Sickerwasseraustrag aus der Deponie möglichst dauerhaft zu unterbinden,
- abfließendes Niederschlagswasser zu fassen, in einem Regenrückhaltebecken zwischenzuspeichern und kontrolliert in den Vorfluter und von dort in das Kanalnetz der Gemeinde abzuleiten,
- Gasmigrationen aus dem Deponiekörper in die Umwelt möglichst zu unterbinden,
- abgesaugtes Deponiegas zu verbrennen und
- nach Einbau der technischen Bauteile die Deponieoberfläche zu rekultivieren.

In der Ausführungsplanung wurden gegenüber der Genehmigungsplanung zum Teil wesentliche Änderungen vorgenommen mit dem Ziel,

- einen langfristig hohen Sicherheitsstandard der Oberflächenabdichtung zu erreichen und zu gewährleisten,
- schadensanfällige Detaillösungen zu ersetzen,
- wartungsintensive bzw. störungsanfällige Konstruktionen zu vermeiden,
- die Baukosten durch den Einsatz mineralischer Reststoffe und durch ausführungstechnisch einfache Lösungen zu reduzieren.

Aus diesen Gründen wurde statt der ausschließlich mineralischen Oberflächenabdichtung eine Kombinationsabdichtung gewählt, bei der die Kunststoffdichtungsbahn sowohl als Konvektionssperre als auch als Sperre gegen eine Durchwurzelung der mineralischen Dichtung wirksam ist.

### 2.3 Aufbau des Dichtungssystems und Bauausführung

Der Aufbau des vorgesehenen Oberflächenabdichtungssystems entspricht weitestgehend dem Standardaufbau der TA-Siedlungsabfall. Folgender Schichtenaufbau – dargestellt von oben nach unten – wurde auf die Altdeponie aufgebracht:

- 1,5 m Rekultivierungsschicht (davon im unteren Bereich mindestens 20 cm wasserdurchlässiger Sand oder Kiessand),
- Schutz- und Dränagematte (Transmissivität entsprechend einer 30 cm dicken Flächendränage mit  $k_f \geq 10^{-3}$  m/s),
- PE-HD-Dichtungsbahn,  $d = 2,5$  mm, mit BAM-Zulassung,
- 50 cm mineralische Oberflächenabdichtung, 2-lagig,  $k_f \geq 10^{-9}$  m/s,
- Trennvlies  $\geq 200$  g/m<sup>2</sup>, Klasse 3 (falls erforderlich),
- 30 cm Gasverteilungsschicht ( $k_f \geq 5 \times 10^{-4}$  m/s),
- Profilierungsschicht (Dicke variabel).

Im Vergleich zum Standardaufbau des Oberflächenabdichtungssystems für die Deponiekategorie II (gemäß TA-Siedlungsabfall) wurde hier die Schutzschicht und die 30 cm dicke Flächendränage gegen eine Schutz- und Dränagematte zuzüglich einer mindestens 20 cm dicken Sandschicht ersetzt.

Nach Profilierung der Deponieoberfläche, im Wesentlichen mit Massen aus der vorhandenen Erdabdeckung, konnte die Gasverteilungsschicht eingebaut werden.

Bei Einsatz von Reststoffen, die hier deponiebautechnisch verwertet werden konnten, durften die Orientierungswerte Z2 der technischen Regeln der LAGA "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen" [5] nicht überschritten werden.

Zum Bau der mineralischen Dichtung wurden bentonitgebundene Gießereialtsande eingesetzt. Zum Dichtungsbau eignen sich dabei Gießereialtsande, die üblicherweise im Zuge von Gießprozessen als Formsande eingesetzt werden und nach mehrmaliger Verwendung als Reststoff anfallen. Je nach Zusammensetzung und Art der beim Gießen eingesetzten Hilfsstoffe können Gießereialtsande umwelttechnische Belastungen aufweisen. Sie werden des-

halb in der Regel gemäß LAGA-Merkblatt [5] generell mit dem Zuordnungswert Z2 eingestuft, d.h. dass sie nur eingeschränkt in hydrogeologisch günstigen Gebieten unter einer mindestens 0,5 m dicken mineralischen Dichtungsschicht mit  $k \leq 1 \times 10^{-8}$  m/s (oder gleichwertig) eingebaut werden dürfen. Diese Bedingung wurde beim Einbau auf der Altdeponie unter der BAM-zugelassenen Kunststoffdichtungsbahn erfüllt.

Die Gießereialtsande wurden trocken angeliefert. Vor Einbau des Materials musste Wasser zugegeben werden. Im Rahmen der Eignungsprüfung und des Probefeldbaus erfolgte die Aufbereitung der Gießereialtsande in einem dafür geeigneten Zwangsmischer.

Die mineralische Dichtung wurde in 2 Lagen à ca. 25 cm eingebaut und verdichtet. Die Dicke im verdichteten Zustand muss  $\geq 0,5$  m betragen.

Als Einbauparameter wurden festgelegt:

- Durchlässigkeitsbeiwert  $k \leq 10^{-9}$  m/s (bei  $i = 30$ ),
- Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \leq 97\%$ ,
- Einbauwassergehalt gemäß Eignungsuntersuchungen.

Erreicht wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k \leq 5 \times 10^{-10}$  m/s.

Wegen ihrer sehr eng gestuften Kornverteilungskurven sind Gießereialtsande baupraktisch im großflächigen Dichtungsbau bei Starkniederschlägen sehr erosionsempfindlich. Sofern zum Dichtungsbau ausschließlich Gießereialtsande verwendet werden, ist die Bauausführung darauf abzustellen, dass die obere, geglättete Lage eines fertig gestellten Teilabschnitts unverzüglich mit der Kunststoffdichtungsbahn belegt werden kann. Alternativ ist vor Niederschlägen eine Abdeckung mit Baufolie vorzunehmen.



**Bild 2:** Herstellen der Oberfläche der mineralischen Dichtung

Der Einbau der BAM-Dichtungsbahn erfolgte gemäß den Anforderungen der Zulassung und des QS-Plans. Im Gegensatz zu üblichen mineralischen Abdichtungen aus sehr kohäsiven Dichtungstonen, die – je nach Konsistenz – eine mehr oder weniger feste und geschlossene Oberfläche aufweisen, muss beim vorgesehenen Einsatz von Gießereialtsanden als mineralisches Dichtungsmaterial damit gerechnet werden, dass beim Einbau der Kunststoffdichtungsbahn wegen der geringeren Festigkeit in der Dichtungsoberfläche ungünstigere Auflager- und Schweißbedingungen vorliegen. Beim Schweißen mit Schweißautomaten ist daher durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Schweißnähte frei von Sand- und Staubpartikeln bleiben, die zu Beeinträchtigungen der Nahtqualitäten führen können [6].

Die Bauzeit erfolgte von Februar 2000 bis November 2002. Die Gesamtbaukosten beliefen sich, einschl. der Kosten für Wegebau, Entgasung, Planung, Bauleitung und Gutachter auf 3,3 Mio. €.

Das Einsparungspotenzial lag allein bei der mineralischen Dichtung bei ca. 15 - 20,-€/m<sup>2</sup>.

### **3. Praxisbeispiel: Deponie Eskesberg, Wuppertal**

#### **3.1 Historie**

Die ehemalige Deponie "Eskesberg-West" der Stadt Wuppertal wurde zwischen den Jahren 1957 und 1970 betrieben. Es wurde vorrangig Gewerbe- und Hausmüll abgelagert. Nach Ende der Nutzung als Deponie wurde das Gelände mit Boden überdeckt.

Gemäß Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) wurde von der Stadt Wuppertal die Erarbeitung eines Sanierungsplans in Auftrag gegeben, mit dem Ziel die Versickerung von Niederschlagswasser in den Deponiekörper erheblich zu reduzieren und das vorhandene Deponiegasfassungssystem anzupassen.

Folgende Elemente sind Bestandteil des Sanierungsplans, der durch die Baumaßnahme umgesetzt wird:

- Oberflächenabdichtung der Altdeponie Eskesberg-West,
- Fassung, Ableitung und Versickerung des an der Oberfläche und des nach der Bodenpassage auf der Dichtung abfließenden Niederschlagswassers,
- Anpassung des vorhandenen Deponiegasfassungssystems an die neu zu gestaltende Deponieoberfläche und an den Stand der Entgasungstechnik,

- Integration der Flächen der Altdeponie in das für den Bereich Eskesberg geplante Naturschutzgebiet.

Die ehemalige Deponie Eskesberg liegt im Nordwesten des Stadtgebiets von Wuppertal, nördlich des Stadtteils Varresbeck. Bei der ehemaligen Deponie handelt es sich um zwei nebeneinander liegende Kalksteinabgrabungen. Die westliche Abgrabung heißt Eskesberg, die östliche Dorp. Nach Stilllegung der Kalksteinbrüche begann die Wiederverfüllung der Steinbrüche ohne vorherige Herstellung einer Basisabdichtung.

Der westliche Kalksteinbruch diente der Stadt Wuppertal von 1957 bis 1970 als Mülldeponie. Hier wurden Haus-, Gewerbe und Industriemüll abgekippt. Der östliche Deponiebereich wurde hauptsächlich mit Bauschutt und Trümmerbruch, später wahrscheinlich auch mit Gewerbe- und Industriemüll verfüllt.

Getrennt werden die beiden Kalksteinbrüche durch einen Zwischenbereich, das ehemalige Tal des Varresbecker Bachs, in dem keine Abgrabungen stattgefunden haben. Der Bach wurde mit Beginn des Kalksteinabbaus verrohrt. Während des Kalksteinabbaus wurde auf dem Gelände des Zwischenbereichs der Abraum aus den Kalksteinbrüchen West und Ost abgelagert.

Nach Beendigung der Nutzung als Mülldeponie wurde der gesamte Bereich mit einer Abdeckschicht aus Bauschutt und mineralischem Material in unterschiedlicher Dicke abgedeckt.



**Bilder 3 und 4:** Deponiestandort vor und nach der Verfüllung

Die zu sanierende Altdeponie Eskesberg-West wird südlich von einer Tennisanlage und einer stillgelegten Bahnstrecke sowie im Westen und Nordwesten vom Wohngebiet "Eskes-

berg" (Krummacherstraße) begrenzt. Im Osten schließt sich die inzwischen stark begrünte östliche Deponiefläche mit Baum-, Strauch- und Grasbewuchs an. Im Norden läuft die Altdeponie in das natürlich anstehende Wald- und Wiesengelände aus.

Die Deponiefläche beträgt ca. 50.000 m<sup>2</sup>. Bei einer maximalen Deponietiefe von ca. 30 m ist ein Volumen von ca. 800.000 – 1.000.000 m<sup>3</sup> Abfall deponiert.

Die Altdeponie liegt im Hangbereich des Eskesbergs. Die Deponieoberfläche weist von Norden nach Süden überwiegend ein mäßiges Gefälle auf (i. M. ca. 10%), das allerdings in den Randbereichen – vor allem im Süden – in eine ca. 1:1,5 geneigte Böschung übergeht. Ähnlich steil ist im Norden die Böschung an der Krummacherstraße.

Der auf dem Deponiekörper vorhandene Bewuchs ist im Februar 2004 entfernt worden.

Die Altdeponie verfügt über eine in Betrieb befindliche Entgasungsanlage. Es werden 17 Gasbrunnen besaugt. Das gefasste Deponiegas wird über einen Biofilter in die Atmosphäre abgeführt.

Die Altdeponie und das Umfeld werden als Naherholungsgebiet genutzt.

### **3.2 Sanierungsziele und Maßnahmen zur Umsetzung**

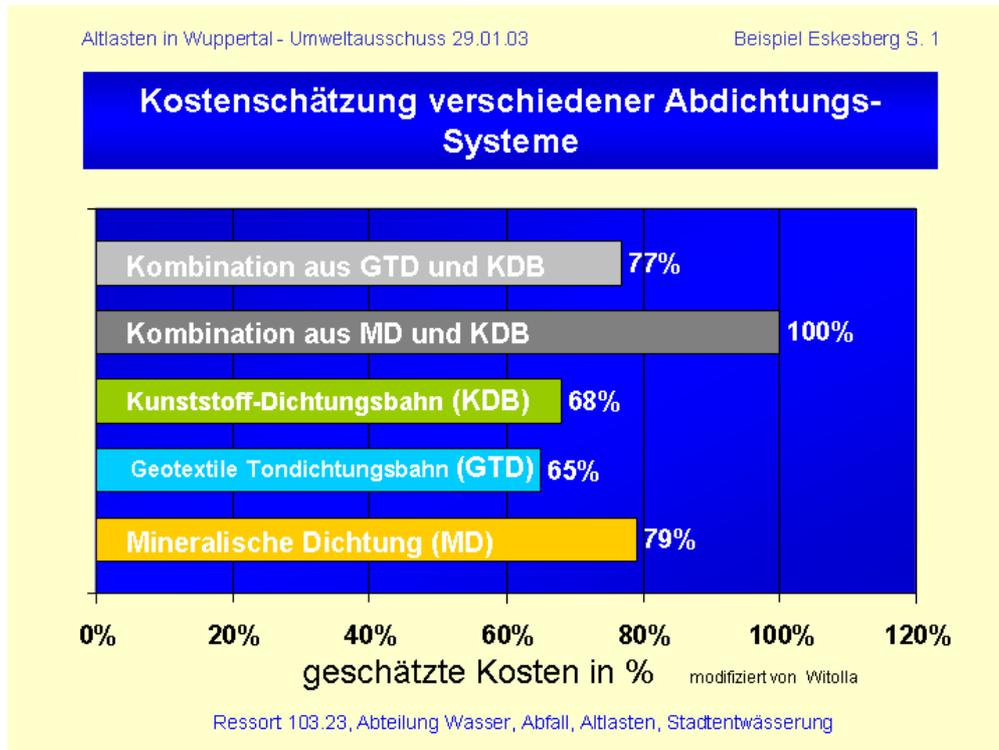
Aus den durchgeführten Sanierungsuntersuchungen und dem Sanierungsplan lassen sich folgende Ziele zur Sanierung der Altdeponie benennen:

- der Austrag von Schadstoffen aus dem Deponiekörper über das Grundwasser soll minimiert werden,
- die unmittelbar neben der Altdeponie wohnenden Menschen und die Benutzer der als Naherholungsgebiet zur Verfügung stehenden Deponieoberfläche sollen vor unkontrolliert austretendem Deponiegas geschützt werden,
- die Deponieoberfläche soll Bestandteil eines Naturschutzgebietes werden.

#### **• Grundwasserschutz durch Oberflächendichtung**

Die Altdeponie Eskesberg-West wird mit einer Oberflächenabdichtung versehen, um die Sickerwasserproduktion im Deponiekörper zu reduzieren. Durch einen Kostenvergleich von verschiedenen Abdichtungssystemen wurde eine Vorauswahl der Dichtung vorgenommen.

Letztendlich hat man sich aus technischen und wirtschaftlichen Gründen für eine Konvektionssperre entschieden. Als alleiniges Dichtungselement wurde eine Kunststoffdichtungsbahn (KDB) mit BAM-Zulassung vorgesehen.



Quelle: H. Nobis, Stadt Wuppertal

**Bild 5:** Kostenschätzung verschiedener Abdichtungssysteme

Die in der Genehmigungsphase vorgenommene Kostenberechnung ergab für die Variante KDB geschätzte Baukosten von 2,9 Mio. €.

Einhergehend mit der Oberflächenabdichtung der Deponie ist die Fassung und Ableitung des Niederschlagswassers erforderlich.

Anfallendes Niederschlagswasser wird in einer Dränmatte gefasst, die auf der KDB flächig verlegt und über eine Randdränage abgeleitet wird.

- Deponiegasfassung

Zum Schutz der Anwohner wird die Deponiegasfassung weiter betrieben. Die vorhandenen Gasbrunnen erhalten neue Brunnenköpfe und werden in das Oberflächenabdichtungssystem eingebunden. Die Gassammelleitungen werden oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn neu

verlegt und einzeln an eine neu zu bauende Gassammelstation angeschlossen. Die Gassammelstation wird an den südöstlichen Rand der Deponiefläche verlegt.

- Naturschutzgebiet

Die Oberfläche der Altdeponie soll Bestandteil eines Naturschutzgebietes werden.

Zur Umsetzung des Zieles dienen u.a. folgende Punkte:

- Auftrag verschiedener nährstoffarmer Substrate als Rekultivierungsboden,
- Erzeugung eines ungleichförmigen Reliefs auf der Oberfläche,
- ausgraben und wieder einsetzen heimischer, regional seltener Pflanzenarten.

### 3.3 Oberflächenabdichtung

Die Oberflächenabdichtung wird mit folgendem Aufbau von oben nach unten ausgebildet:

- mind. 1,0 m Rekultivierungsboden
- ca. 2,0 cm beidseitig kaschierte Dränmatte mit oberseitigem Trennvlies und unterseitigem Schutzvlies
- 2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn aus PEHD mit BAM-Zulassung
- 0,30 m Trag- und Ausgleichsschicht

Zur Herstellung eines Planums für das Oberflächenabdichtungssystem wurde vorgesehen, die Fläche der Deponie im Massenausgleich zu profilieren. Der Boden, der zur Profilierung bewegt wird, wird lagenweise eingebaut und standfest verdichtet. Die maximale Böschungneigung der geplanten Oberflächenprofilierung beträgt 1:3, die flachste Neigung der späteren Aufschüttungsoberfläche soll 8 % betragen. Bei der Profilierung wird die vorhandene Generalneigung des Geländes von Nord nach Süd übernommen und durch Ab- und Auftrag vergleichmäßig. Die im Auf- und Abtrag zu bewegenden Bodenmassen betragen ca. 34.000 m<sup>3</sup>.

Der Untergrund für das Dichtelement muss so tragfähig sein, dass er dauerhaft als stabiles Auflager für das Dichtelement dienen kann. Die Oberfläche der Trag- und Ausgleichsschicht darf keine spitzen oder scharfkantigen Gegenstände enthalten. Die Trag- und Ausgleichsschicht wird in einer Mindestdicke von 30 cm aus verdichtungsfähigem Material hergestellt und soll zusätzlich der flächigen Deponiegaserfassung dienen. Das Material der Trag- und Ausgleichsschicht kann, da es unter der Abdichtung liegt, aus Material der LAGA-Zuordnung  $\leq$  Z2 bestehen. Der Einsatz von Müllverbrennungsschlacke wurde vom Bauherrn ausgeschlossen. Als Trag- und Ausgleichsschicht wurde von der Baufirma Gießereialtsand 0/5 mm angeboten und vom Bauherrn beauftragt.

Im Hinblick auf die Naturschutzbelange wurden im landschaftspflegerischen Begleitplan Anforderungen an die Qualität des Rekultivierungsbodens formuliert. Es wurden u.a. folgende Vorgaben gemacht:

"Ziel der Rekultivierung ist es, die zurzeit auf dem Eskesberg vorhandenen Glatthaferwiesen sowie magerrasenähnliche Bestände auch nach Herstellung der Oberflächenabdichtung wieder zu entwickeln.

Als Decksustrat kann eine Bandbreite von im Raum Wuppertal verfügbarem Material verwendet werden. Es ist jedoch in jedem Fall ein mageres (= nährstoffarmes), schwach bindiges und skelettreiches Material mit hohem Kalkanteil zu verwenden."

Bezüglich der chemischen Qualität des Bodens sind die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz-Verordnung einzuhalten. Überschreitungen werden bis zur geogen vorhandenen Untergrundbelastung des Wuppertaler Raums akzeptiert [7].

Als Material wurde Kalkstein 0/200 mm aus dem anliegenden Kalksteinwerk "Rheinkalk" ausgewählt.

Zum Schutz der Kunststoffdichtungsbahn wird ein aufbereitetes Kalksteinmaterial mit einer Kornstruktur 0/56 mm in einer Schichtdicke von mind. 20 cm als Schutzlage oberhalb der Dränagematte eingebaut.

Der Rekultivierungsboden wird darauf mit einer Mindestdicke von 0,8 m ohne Verdichtung eingebaut. Baustraßen, die zum Andienen des Rehubodens eingerichtet werden, sind beim Rückbau aufzulockern.

### **3.4 Bauausführung**

Mit den Verlegearbeiten der Oberflächenabdichtung wurde im September 2004 begonnen. Witterungsbedingt wurden die Dichtungsarbeiten im Dezember eingestellt. Bisher wurde eine Fläche von ca. 30.000 m<sup>2</sup> abgedichtet. Die Fertigstellung ist bei günstigster Witterung für April/Mai 2005 vorgesehen.

Das fertig gestellte Planum mit der Trag- und Ausgleichsschicht wurde aufgrund des witterungsempfindlichen Gießereialtsandes arbeitstäglich mit der Kunststoffdichtungsbahn, der Dränagematte und der „Schutzschicht“ überbaut.

Die Gesamtkosten für die Baumaßnahme der Oberflächendichtung belaufen sich z.Z. auf ca. 1,8 Mio. €.

Die Kosteneinsparung durch Einbau des Gießereialtsandes liegt bei ca. 45.000,- €.

#### **4. Praxisbeispiel: Deponie Dechen, Neunkirchen**

##### **4.1 Projektgrundlagen**

Die Halde Dechen befindet sich in der Gemarkung Neunkirchen, Flur 30. Sie besteht aus der Filterstaubdeponie und der so genannten Naphthadeponie. Seit Ende des 19. Jahrhunderts bis zur Stilllegung im Jahre 1984 wurden in diesen Bereichen Abfälle aus der Kokerei und dem Hochofenbetrieb abgelagert. Neben diesen Rückständen wie Gichtgasstäuben, Kesselschlacken sowie Teerharzen und Naphthalin kamen auch Bauschutt, Altreifen, Hausmüll und Filtersäcke zur Ablagerung.

Besitzerin der Deponie im Sinne des KrW-/AbfG war die Firma Saarstahl AG (SAG). Diese schloss mit der Firma Spieser Sand GmbH einen Gestattungsvertrag über die eigenverantwortliche Sicherung und Schließung der Deponie. Im Jahr 2003 ging der Besitz der Deponie an die TERRAG Deponie und Verwertung GmbH als Rechtsnachfolger der Spieser Sand GmbH über.

Der Ablagerungsbereich der Halde Dechen erstreckt sich in einem etwa 100 m bis 150 m breiten Streifen nördlich entlang des ausgeuferten Heinitzbaches. Bei einer Länge von fast 400 m deckt die Deponie eine Fläche von ca. 45.000 m<sup>2</sup> ab. Davon entfallen etwa 3.000 m<sup>2</sup> auf die Naphthadeponie und die übrige Fläche auf die Filterstaubdeponie. Das Volumen der abgelagerten Abfälle beträgt ca. 360.000 m<sup>3</sup>.



**Bild 6:** Deponie Dechen vor der Oberflächenanierung

Im so genannten Haldengutachten von 1988 wurde aufgrund des erheblichen Gefährdungspotenzials, das von dieser Deponie ausgeht, von der SAG eine Sicherungs- und Sanierungsmaßnahme gefordert. Erste Anträge der SAG und der Spieser Sand wurden im Jahr 1994 als Grobkonzeption vorgelegt. Nach mehreren Teilbescheiden und Genehmigungen zum vorzeitigen Beginn bis hin zur Zwischenlagerung von Profilierungsmassen auf Grundlage einer baurechtlichen Genehmigung, regelte erst der Genehmigungsbescheid vom 23. April 2001 die Durchführung der Sicherungsmaßnahme.

Der gesamte Deponiekörper wird mit minder belastetem, inertem Material bis zu einer Belastungsgrenze Z2 nach LAGA ausprofiliert. Zur Profilierung zugelassene Stoffe sind nur MV-Schlacken, Bauschutt, Erdaushub und Gleisschotter. Als Sicherungskomponente war zuerst eine 50 cm starke mineralische Oberflächenabdichtung vorgesehen, die nach einem Änderungsantrag 2002 durch eine Kunststoffdichtungsbahn ersetzt wurde. Darüber sorgt eine Dränagematte zur schadlosen Abführung des durchgesickerten Oberflächenwassers.

#### **4.2 Rekultivierungsziel, Aufbau der Oberflächenabdichtung**

Die Sicherung der Halde Dechen wird durch ein entsprechendes Oberflächenabdichtungssystem erreicht. Die Oberflächenabdichtung dient der Vermeidung von schädlichen Expositionen und zur Abdichtung gegenüber Niederschlagswässern und reduziert somit die Bildung von belasteten Sickerwässern.

Für den gesamten Deponiekörper als auch für das Naphthabecken ist folgender Aufbau der Oberflächenabdichtung vorgesehen:

- Rohplanum des Deponiekörpers aus Profilierungsmaterial wie Bauschutt,
- mind. 0,30 m starke, verdichtete Ausgleichsschicht aus aufbereiteter MV-Schlacke,
- 10 cm Auflager aus 0/4er Kesselschlacke,
- 2,5 mm dicke beidseitig strukturierte Kunststoffdichtungsbahn mit BAM-Zulassung,
- Dränagematte,
- 30 cm Kesselschlacke als Schutzlagenmaterial,
- 1,0 m bis 1,5 m mächtige Rekultivierungsschicht aus Erdaushub und Papierschlamm.

Der Einbau der Ausgleichsschicht erfolgte einlagig in einer Mindeststärke von 0,30 m nach Verdichtung. Als Material zur Herstellung der Ausgleichsschicht kommt ausschließlich aufbereitete und ausreichend abgelagerte MV-Schlacke zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um eine entschlackte und gebrochene Hausmüllverbrennungsschlacke mit einer Körnung von 0/32 mm. Durch den Feinanteil ist die Ausbildung einer sehr ebenen Oberfläche möglich, die spröde, raue Konsistenz des Materials wirkt der Ausbildung einer kritischen Gleitfläche entgegen.

Die Schlacke hält nach LAGA die Zuordnungswerte < Z2 ein. Gleiches Material wurde bereits bei der Profilierung der Deponie eingesetzt. Die Einbautechnik mit einer Vibrationsglattmantelwalze hat sich hierbei bewährt. Es werden mit vertretbarem Aufwand Verdichtungswerte > 95% der einfachen Proctordichte erreicht. Die Oberfläche wurde als Feinplanum hergestellt. Wesentliche Beeinträchtigungen durch Überkorn > 32 mm oder anderer Fremd- und Störstoffe ist durch die gleichbleibende Aufbereitung des Materials nicht eingetreten.

Das mindestens 10 cm starke Auflager für die Kunststoffdichtungsbahn wurde aus Kesselasche hergestellt. Dieser auch als Kesselsand bezeichnete Stoff entsteht bei der Steinkohlefeuerung und besitzt ein definiertes Korn von 0/4 mm. Aufgrund seiner porösen Kornstruktur werden Reibungswinkel des Materials von bis zu 45° erzielt. Von der Belastung kann es in die Stufe Z 1.2 nach LAGA eingeteilt werden. Aufgabe dieser Auflagerschicht ist der Schutz der Kunststoffdichtungsbahn vor scharfkantigen und spitzen Bestandteilen der Ausgleichsschicht aus MV-Schlacke.

Alternativ wurde nach Eignungsprüfung und Probefeldbau dem Einsatz von MV-Schlacke 0/5 mm zugestimmt. Dabei handelt es sich um abgeseibtes Material ohne erkennbaren Anteil an Metallteilen.

Zum Schutz der Kunststoffdichtungsbahn wurde über der Dränagematte eine 30 cm starke mineralische Schutzlage aufgebracht. Hierbei handelt es sich zum einen um ein kornabgestuftes Bergematerial der Körnung 0/40 mm und zum anderen um eine Kesselschlacke aus der Holzfeuerung. Beide Stoffe wurden Vor-Kopf in einer Mächtigkeit von ca. 50 cm aufgebaut und im Nachgang auf eine Reststärke von 30 cm abgezogen. Hauptfunktion dieser Schicht ist der Schutz der Abdichtungskomponenten vor größeren Bestandteilen (Steine, Wurzelteile) der Rekultivierungsschicht.

Der Schutzlage folgt die Rekultivierungsschicht. Diese wird im gesamten Deponiebereich in einer Stärke von  $\geq 1,0$  m bis 1,50 m ausgebildet. Laut Genehmigungsbescheid können/sollen bis zu 30% Bergematerial mit in den Rekultivierungsboden eingemischt werden. Davon abgesehen darf als Rekultivierungsmaterial nur "normaler" Bodenaushub verwandt werden, der Einsatz von Oberboden ist nicht zulässig.

Der Auftrag des Rekultivierungsmaterials auf der Schutzlage erfolgt im Vor-Kopf-Verfahren. Eine Mindeststärke von 80 cm ist auch in den Fahrspuren zu gewährleisten.

Alle in der Rekultivierungsschicht zum Einsatz kommenden Materialien dürfen Schadstoffbelastungen bis maximal Z 1.2 der LAGA-Zuordnungswerte für Bodenaushub aufweisen. Ein Größtkorn von 200 mm ist einzuhalten, die Höhe des Überkornanteils darf 10-Massen-% nicht übersteigen. Eingebaut werden natürliche, mineralische Böden der Bodengruppen 2 bis 9 nach DIN 18 915 [8].

### **4.3 Bauausführung**

Mit den Dichtungsarbeiten wurde im Oktober 2003 begonnen. Die Arbeiten wurden in 2004 fortgesetzt. Eine Fläche von ca. 20.000 m<sup>2</sup> wurde bisher fertig gestellt.

Die noch abzudichtende Restfläche von ca. 25.000 m<sup>2</sup> wird voraussichtlich im Jahr 2006 abgeschlossen.

Die Baukosten, einschl. aller Nebenkosten wie Gutachter-, Planungsleistungen, Bauleitung etc. liegen bei ca. 2,6 Mio. €.

Die erzielten Einspareffekte beim Einsatz der Reststoffe belaufen sich auf ca. 3,40 €/m<sup>2</sup>.

Unberücksichtigt sind dabei die Kostenvorteile, die sich aus dem Ersatz der mineralischen Dichtung durch die KDB und der Ersatz der mineralischen Dränschicht durch die Drainagematte ergeben.

## **5. Zusammenfassung**

Der Einsatz von Reststoffen als Baustoffe für das Oberflächenabdichtungssystem von Deponien kann zu teilweise erheblichen Kosteneinsparungen im Einzelfall beitragen.

In Verbindung mit der BAM-zugelassenen Kunststoffdichtungsbahn als Einfachdichtung oder als Teil einer alternativen Kombidichtung bietet sich über das eingesparte Volumen im Dichtungsaufbau die Möglichkeit, höher belastete Materialien unterhalb der Abdichtung einzubauen mit daraus evtl. resultierenden zusätzlichen Erlösen.

Nicht außer Acht gelassen werden darf jedoch ein oft höherer Aufwand beim Einbau des Abdichtungssystems sowie bei Bauleitung und Qualitätssicherung im Vergleich zu Regelsystemen.

Ungeachtet dessen, sind bei allen Einsparmöglichkeiten die zu erreichenden Ziele, der Grundwasserschutz und das Wohl der Allgemeinheit, nicht aus den Augen zu verlieren.

## **6. Literatur**

- [1] DepV, 2003: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2807), zuletzt geändert am 26. November 2002 (BGBl. I S. 4417)
- [2] TA Siedlungsabfall: Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz, Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, Bundesanzeiger 1993
- [3] BBodSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert am 9. September 2001 (BGBl. I S. 2331).
- [4] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554)

- [5] LAGA: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen – Technische Regeln – vom 6. November 1997. In: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Heft 20/1, Erich Schmidt Verlag, Berlin (wird aktuell novelliert).
- [6] ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH  
Sanierung einer Altdeponie, Bau des Oberflächenabdichtungssystems  
- Baubeschreibung und zusätzliche technische Vertragsbedingungen (ZTV),  
Hanau, 05 August 1999
- [7] pbo Ingenieurgesellschaft mbH  
Sanierung der Altdeponie Eskesberg-West, Technische Vorbemerkungen,  
Baubeschreibung, Aachen, September 2004.
- [8] TERRAG Service und Vertrieb GmbH  
Ehemalige Filterstaubdeponie Dechen - Sicherung und Rekultivierung –  
St. Ingbert, Juli 2003