

Sicherung der Deponie Haslbach durch Dränagen, Dichtwände und ein Leckagekontrollsystem in der Oberflächenabdichtung sowie unter Verwertung von Schlacken in der Gasdränage

Norbert Strunk

DORSCH Consult Ingenieurgesellschaft mbH, München

Abstract

Der Untergrund der Deponie Haslbach wird von verkarsteten Malmkalken der Fränkischen Alb gebildet, die auch ein wichtiges Grundwasserreservoir der Region darstellen. Das Deponiegelände wird von einer ausgeprägten und stark verkarsteten Störungszone durchzogen.

Der geologisch komplizierte Aufbau des Untergrundes machten eine aufwendige Sicherung des Deponiekörpers mittels vertikaler und horizontaler Drainage- und Abdichtungssysteme erforderlich, die auf die jeweiligen geologischen Untergrundverhältnisse abgestimmt werden mussten. So wurde neben einer Einphasenschlitzwand auch eine Dichtwand aus mineralischem Ton erstellt.

Die zur Abschirmung des Deponiekörpers gegen Sicker- und Schichtwasser aus den umliegenden Flächen erstellten Dränagen und Dichtwände wurden ergänzt durch eine Oberflächenabdichtung gemäß TA Siedlungsabfall kombiniert mit einem Leckagekontrollsystem.

Für die Gasdränage der Oberflächenabdichtung wurden neben Granodiorit-Schotter und Hochofenstückschlacken (HOS-Schlacken) auch Schlacken aus der Hausmüllverbrennung (HMV-Schlacken) verwendet. Dabei zeigten sich bei den verschiedenen Materialien prägnante Unterschiede hinsichtlich ihrer Einbauqualitäten. Kurze Inhaltsangabe Ihres Beitrages.

Keywords

Einphasendichtwand, Tondichtwand, Leckagekontrollsystem, HMV-Schlacken, Hochofenstückschlacken (HOS), Gasdränage

1 Geschichte und geologische Verhältnisse der Deponie Haslbach

Von 1968 bis 1988 wurde die wenige Kilometer nördlich der Stadt Regensburg gelegene Deponie Haslbach als Abfalldeponie für Hausmüll, Industrieabfälle sowie Bauschutt von der Stadt Regensburg genutzt. Eine künstliche Basisabdichtung wurde nicht herge-

stellt, eine natürliche geologische Barriere ist nur zum Teil vorhanden. Die Deponie wurde als Hangdeponie angelegt.

In einem 1987 erstellten Gutachten wurde eine zum Teil erhebliche Kontamination des oberen, nicht für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwassers im Umfeld der Deponie festgestellt. Daraufhin wurden ab 1988 nur noch begrenzte Mengen an unbelastetem Erdaushub abgelagert. Insgesamt wurden mehr als 1,8 Millionen m³ Müll und Bauschutt auf einer Verfüllfläche von ca. 14 ha deponiert.

Da die Deponie keine künstliche Basisabdichtung besitzt und eine natürliche Dichtschicht in Form kreidezeitlicher und tertiärer Tone nur zum Teil vorliegt, musste durch bauliche Maßnahmen eine Gefährdung der ca. 2 km entfernt gelegenen Trinkwasserbrunnen des Wasserwerkes Sallern für die Zukunft ausgeschlossen werden.

Der Untergrund der Deponie Haslbach wird von verkarsteten Jurakalken (Malm) der Fränkischen Alb gebildet, die mit einer Mächtigkeit von 180 bis 200 m auch einen wichtigen Grundwasserleiter darstellen: Die Stadt Regensburg entnimmt hier ihr Trinkwasser.

Der Untergrund der Deponie wird von einer aus mehreren Verwerfungen bestehenden, Nord-Süd streichenden Störungszone durchzogen. Diese Zone weist im Bereich des Malmkalkes erhebliche Verkarstungen auf.

Auf dem größten Teil der Deponiefläche folgen auf die Kalke des Jura kreidezeitliche Deckschichten.

Als bautechnisch relevante Kreideschichtglieder sind in Hinblick auf die Dichtwände und Dränagen im Westen der Deponie die Reinhausener Schichten, ein stark klüftiger Kalksandstein, und die Eibrunner Mergel zu nennen. Diese Schichten fallen alle mit 2 bis 5 ° nach Ost-südost zur Deponie hin ein.

Die Eibrunner Mergel haben eine Mächtigkeit von 3,5 bis 10,3 m. Sie bilden den Stauer für den zum Hangenden ausgebildeten, 2,0 bis 15,0 mächtigen Schichtwasserleiter der Reinhausener Sandsteine. Aufgrund der geologischen und morphologischen Situation fließt das im Deckschichtenprofil anfallende Schichtwasser von Westen und Nordwesten der Deponie zu. Aus den Probennahmeprotokollen ergibt sich, dass verschiedene Deckschichtpegel in unterschiedlicher und voneinander relativ unabhängiger Konstellation Wasserstände bis zu etwa 2,0 m aufweisen können, jedoch auch über längere Zeiträume hinweg trocken fallen.

Lediglich im Bereich des Pumpschachtes der Drainage West konnte in einem Pegel ständig Grundwasser angetroffen wurde. Hier sind die stauenden Schichten der Eibrunner Mergel durch Hangerosion vollständig abgetragen worden.

Die Reinhausener Schichten werden von pleistozänen Sanden und Schluffen mit Mächtigkeiten von 1,6 bis 3,7 m überlagert. Die Schichtgrenze zwischen beiden Schichtgliedern stellt einen potentiellen Sickerwasserweg dar.

In Abhängigkeit von Wasserdargebot (Niederschlagsmenge und -dauer) im Deckschichtenprofil und den jeweiligen geologischen Bedingungen vor Ort kommt es hauptsächlich entlang der Schichtgrenzen Eibrunner Mergel/Reinhausener Schichten und Reinhausener Schichten/Quartärer Sand zu wechselnden Sickerwasseraufkommen an der Deponiewestseite.

Entlang der heutigen Tiefdränage hangabwärts am Ostrand der Deponie sind die kreidezeitlichen Deckschichten durch quartäre Sande und tertiäre Tone von erheblicher Mächtigkeit ersetzt. Hier traten die Deponiesickerwasser über die Sande aus der Deponie aus.

2 Technische Sicherungsmaßnahmen

2.1 Dichtwand

Die Dichtwand wurde in zwei voneinander getrennten Abschnitten von 380 m Länge im Südwesten und von 152 m Länge im Nordwesten der Deponie, dem Verlauf der ebenfalls neu errichteten Deponiestraße folgend, hergestellt.

Der größte Teil der ca. 3.550 m² Dichtwand wurde als Einphasenschlitzwand mit einer Wanddicke von 0,8 m und Endtiefen von 2,2 bis 12,0 m hergestellt. Die Wände binden in die stauenden Eibrunner Mergel ein; die Einbindetiefe beträgt mindestens 1,0 m.

Die ursprüngliche Planung, die gesamte Schlitzwandlänge mit Dichtwand-Suspension herzustellen, musste bei einem im Westen bzw. Südwesten der Deponie verbleibenden Teilstück nach mehreren Versuchen vor Ort aufgegeben werden: Durch die in diesem Bereich stark mit offenen Klüften durchsetzten Reinhausener Schichten versickerte die Suspension so schnell, dass diese nicht abbinden konnte.

Dieses ca. 160 m lange Teilstück der Dichtwandsystems wurde nach Rücksprache mit Fachbehörden, Bauherr und bauausführende Firma als Tondichtwand ausgeführt und beidseitig an die bereits bestehende und für diesen Zweck freigelegte Suspensions-Schlitzwand angeschlossen.

Zu diesem Zweck wurden die Eibrunner Mergel mittels eines geböschten Baugrabens freigelegt, der Mergel zur Einbindung der Tondichtwand mit einem ca. 1,0 m tiefen Graben versehen. Der Einbindegraben hatte in der unteren Hälfte eine Breite von 0,8 m, in der oberen Hälfte eine Breite von 1,5 m. Die Eignung des Mergels wurde durch Bau- und Fremdüberwachung festgestellt, im Bedarfsfall (bei zu hohen Sand- und Mergel-

steingehalten) wäre die Einbindetiefe angepasst worden, was aber an keiner Stelle notwendig war. Erst danach begann der Aufbau der Tondichtwand in einer Breite von 2,5 m (Walzenbreite).

Der Einbau erfolgte in Lagen von maximal 0,25 m. für eine durchschnittliche Wandhöhe von 5 m wurden etwa 20 Lagen aufgebracht werden. Als Ton wurde das bereits bei der Oberflächenabdichtung eingesetzte Material aufbereitet und eingebaut.

An die Qualitätssicherung wurden in Absprache mit allen Beteiligten die gleichen Anforderungen gestellt wie beim Bau der Oberflächenabdichtung, lediglich der Umfang der Untersuchungen wurde den neuen Gegebenheiten angepasst.

Um genügend Verdichtungsenergie in den Boden einbringen zu können, wurde der Wassergehalt exakt eingestellt werden. Für einen innigen Verbund der einzelnen Lagen war es nötig, das Material – wie bei der mineralischen Oberflächenabdichtung - mit einer Schafffußwalze zu bearbeiten.

Aufgrund der Platzverhältnisse war es möglich, für den lagenweisen Einbau zumindest im oberen und mittleren Wandbereich Baugeräte einzusetzen, nur im Einbinde- und Anbindebereichen musste hauptsächlich händisch gearbeitet werden.

Für die Anbindung der Tondichtwand an die Einphasen-Schlitzwand wurde diese auf eine Länge von 3 bis 4 m beidseitig freigelegt, gereinigt und gegen Austrocknung geschützt. Danach wurde der Ton zu beiden Seiten auf einer Länge von 2,5 m gegen die Suspensionswand gebaut. An der westlichen Anbindung der Tondichtwand konnte lediglich der deponieseitige Ast in voller Länge eingebaut werden, da sich bei der Freilegung der Außenseite der Suspensionswand zeigte, dass einige Sandstein-Brocken der Reinhausener Schichten in die Suspension gerutscht waren, so dass bei einer Freilegung erheblichen Zerstörungen der Wand zu befürchten gewesen wären. Die Anbindung auf der deponieabgewandten Seite konnte somit nur auf einer Länge von 1,0 m hergestellt werden. Die Breite des jeweiligen Astes der Anbindung betrug mindestens 0,8 m.

Zusammen mit dem Aufbau der Tondichtwand erfolgten die Rückverfüllung und die Verdichtung des Aushubs zwischen Wand und Grabenböschung. Diese Arbeiten mussten fast zeitgleich mit dem Einbau der Tonlage erfolgen, um ein seitliches Ausweichen des Tones zu verhindern. An der Außenseite der Dichtwand wurde ein Geotextil zwischen Ton und Auffüllmaterial eingelegt: Es soll Auswaschungen der Tonmatrix durch Sicker- und Schichtwasser unterbinden bzw. minimieren.

Ein ausreichender Schutz der Dichtwand vor Sickerwasser von oben ist durch darüber folgende asphaltierte Deponiestraße gewährleistet.

Als Vorteile einer Tondichtwand sind die folgende Punkte zu sehen:

- Exakte Einbindung in die stauende Schicht möglich
- Durchgehende Qualitätskontrolle
- Flexible Anpassung an die vorgefundenen Bodenverhältnisse möglich

Als Nachteile sind zu sehen:

- Im Vergleich zu anderen vertikalen Dichtungssystemen erheblicher Platzbedarf
- Kostengünstig nur in Bereichen mit geringen Grundwasser- und Schichtwasseranfall durchführbar
- Dichtungsmaterial nicht immer in der gewünschten Qualität vorhanden und muss aufwendig aufbereitet werden.

2.2 Dränagegräben

Im Rahmen der Deponiesanierung wurden zwei Dränagegräben in einer Breite von 1,50 m, einer im Westteil und einer im Ostteil der Deponie, erstellt. Die Länge des westlichen Dränagegrabens beträgt ca. 190 m mit 4 Haltungen, die des östlichen Dränagegrabens ca. 326 m mit 7 Haltungen.

Der im Westen zwischen den Dichtwänden erstellte 190 m lange Dränagegraben (Dränage West) erfasst und sammelt das der Deponie von den landwirtschaftlichen Flächen im Norden und Westen zufließende Schicht- und Sickerwasser vor dem Eintritt in den Müllkörper über die gesamte Länge und Grabentiefe (2 bis 11 m tief). Das gesammelte Wasser (Schichtwasser sowie ein Teil der Oberflächenentwässerung der abgedichteten Deponie) wird vom Tiefpunkt des Grabens (Pumpschacht West) abgepumpt und über eine Druckleitung weggeführt. An der nordwestlichen Ecke der Deponie wurde die Druckleitung an die Oberflächenentwässerung angeschlossen.

Am Ostrand der Deponie befindet sich eine ca. 326 m langen Tiefendränage (5 bis 10 m tief) zur Erfassung von belasteten Sickerwässern, die bisher über die bereits erwähnten quartären Sande aus dem Deponiekörper austraten. In Abstimmung mit den Fachbehörden wurde auf der deponieabgewandten Seite der Dränage eine Kunststoffdichtungsbahn (HDPE-Folie) senkrecht eingestellt und mit Dichtungsbändern wasserundurchlässig verbunden. Diese soll den Zustrom des eventuell von Osten zusickernden Schichtenwassers (Umläufigkeiten) unterbinden. Die Arbeiten an der Dränage haben aber gezeigt, dass es in keinem Bereich des Grabens zu auffälligen bzw. langwierigen Wassereintritten auf der deponieabgewandten Seite gekommen ist.

Das aus dem Deponiekörper zufließende Sickerwasser wird dem im südlichen Tiefpunkt liegenden Pumpenschacht Ost über eine Freispiegelleitung zugeführt. Von dort aus wird das Sickerwasser über ein weiteres Schachtbauwerk dem städtischen Abwasserkanal zugeführt.

Wie auch bei der Dichtwand folgen die Dränagegräben unmittelbar dem Verlauf der zu errichtenden Deponiestraße bzw. liegen darunter. Beiden Gräben gemein ist eine auf gewachsenem Boden herzustellende Sohldichtungsschicht ($k_f = 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$), wobei die der östlichen Dränage zudem in den anstehenden tertiären Ton eingebunden wurde.

Der Einbau der Sohldichtungsschicht in der Tiefendränage am Ostrand der Deponie machte einige Schwierigkeiten: Der anstehende Ton wurde im Laufe der Grabungs- und Verbauarbeiten durch Niederschläge und Sickerwasser so aufgeweicht, dass dieser nicht mehr als Unterbau zum Einbau der Sohldichtungsschicht geeignet war. Es musste vorab eine ca. 0,3 cm starke Kalkschotterlage eingebaut werden. Da die Gefahr bestand, das sich mit der Zeit Sickerwasser in der Schotterlage sammelte und die Sohldichtung aufweichen würde, wurde an jeder der 7 Wasserhaltungen ein Überlauf, bestehend aus einem KG-Rohr, geschaffen. Über diesen konnte ein großer Teil des Sickerwassers aus der Schotterlage austreten und der Freispiegelleitung der Dränage zugeführt werden.

2.3 Leckortungssystem und Gasdränage der Oberflächenabdichtung

Parallel zu den geschilderten Arbeiten wurde der gesamte Deponiekörper mit einer Oberflächenabdichtung gemäß TA Siedlungsabfall versehen. In diese Oberflächenabdichtung wurde ein Leckagekontrollsystem integriert. Diese zusätzliche Sicherungsmaßnahme war eine Forderung der Fachbehörden, da aufgrund der geringen Entfernung zur Trinkwassergewinnung der Stadt Regensburg die Funktionsfähigkeit der Oberflächenabdichtung unbedingt gewährleistet sein musste. Nach Profilierung des Müllkörpers und Verdichtung der Mülloberfläche wurde die Gasdränage eingebaut.

Für die Gasdränage wurden neben Granodiorit-Schotter hauptsächlich Schlacken der Hausmüllverbrennungsanlagen Schwandorf und Burgkirchen und in geringerem Umfang auch Hochofenstückschlacken der Neuen Maxhütte in Sulzbach-Rosenberg verwendet. Der Einbau solch verschiedener Materialien in die gaswegsame Schicht - speziell des Granodiorit-Schotters mit der Korngröße 16/32 mm als relativ teurem Naturprodukt - erfolgte aus terminlichen bzw. logistischen Gründen.

So unterschiedlich die Materialien waren, so unterschiedlich waren auch ihre Eigenschaften:

Allein die HMV-Schlacken mit einer Korngröße von 8/40 mm aus zwei verschiedenen Verbrennungsanlagen wiesen deutliche Unterschiede auf. Die Schlacke aus Schwandorf war weicher und enthielt teilweise noch unverbrannte Reste von Kunststoff. Der Feinanteil war im Vergleich zu Burgkirchen größer. Bei mehrmaliger Befahrung durch Baustellenfahrzeuge wurde die Schlacke relativ rasch zermahlen und verdichtet.

HMV-Schlacken aus Burgkirchen waren wesentlich härter und stärker mineralisiert. Aufgrund der größeren Härte ließen sie sich auch ohne große Qualitätsverluste befahren. Als Ursache dafür sind die unterschiedliche thermische Prozessführung (unterschiedliche Verbrennungstemperaturen, Verweildauer, Luftzufuhr zur Steuerung der vollständigen Verbrennung) zu sehen.

Bei den qualitativen Unterschieden zwischen den Schlacken verschiedener Herkunft spielt die Aufbereitung des Mülls vor der Aufgabe in den Brennofen ebenso eine Rolle: Dieser wird teilweise auf der Schiene in Presscontainern angeliefert und in dieser Form in die Verbrennung gegeben. Die Folge ist, dass je nach Anteil der Pressballen an der gesamten Müllmenge das Material teilweise unvollständig verbrennt (Folienreste) und dadurch sehr heterogene Eigenschaften aufweist. Dies war bei der HMV-Schlacke aus Schwandorf zu beobachten.

Eine ebenso große Rolle spielt die Aufbereitung und Behandlung der Schlacke nach dem thermischen Prozess. Müllverbrennungsschlacken aus Rostfeuerungen weisen eine chemische Restreaktivität auf. Dies zeigte sich bei den HMV-Schlacken aus Burgkirchen, die noch nach der Anlieferung auf der Deponie mit der Luftfeuchtigkeit bzw. Regen reagierte. Dabei wurden auf der Deponie Haslbach in angelieferten Chargen Temperaturen bis zu + 50 °C gemessen. Unerwünschter Nebeneffekt war, dass die Schlackenkörner teilweise miteinander verbacken wurden. Das neu auf die Deponie Haslbach angelieferte Material wurde deshalb auf einem Zwischenlager bis zum vollständigen Abklingen der Reaktionen deponiert.

Aufgrund seiner durch die raue Oberfläche verzahnt sich HMV-Schlacke sehr gut und ist deshalb besonders für Böschungsbereiche geeignet. Hinsichtlich der Gaswegsamkeit der HMV-Schlacken beider Standorte ergaben die Untersuchungen auf der Deponie Haslbach keine gravierenden Unterschiede.

Im Vergleich dazu wiesen Hochofenstückschlacken (HOS-Schlacken) sehr hohe Kornstabilität auf. Die im Vergleich zu HMV-Schlacken glattere Oberfläche verhindert, dass sich die Körner weniger verzahnen können und damit eine geringere Tragfähigkeit aufweisen. Bei der gelieferten Korngröße von 0/56 mm wurde vom Lieferanten eine Durchlässigkeit von $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ angegeben, der Karbonatgehalt liegt bei < 10 %. Unserer

Erfahrung nach enthielt die HOS-Schlacke im Vergleich zum Granodiorit-Schotter einen zu beachtenden Überkornanteil.

Sowohl bei den stark alkalischen HMV-Schlacken als auch bei den Hochofenstückschlacken ist die Kontrolle der chemischen Inhaltsstoffe (Schwermetalle) sowie deren Auslaugverhalten erforderlich.

Einfluss auf den Stoffbestand und die Eluierbarkeit von HMV-Schlacken hat neben der Müllzusammensetzung und den Verbrennungsbedingungen an den jeweiligen Standorten auch das Alter und die Lagerungsbedingungen der Schlacken und die damit verbundenen Prozesse wie

- Verfestigungsreaktionen (Karbonatisierung)
- Korrosion von Metallen (Oxidation)
- Lösungs- und Fällungsprozesse.

Im Fall der Deponie Haslbach ergaben sich aus den Analysen von Schlackenproben aus beiden Standorten keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich des Stoffbestandes und des Auslaugverhaltens.

Ein großer Nachteil von HMV-Schlacken ist auch unter dem Aspekt des Schadstoffbestandes die Staubentwicklung während des Einbaus, was speziell bei Baustellen mit sensibler Nachbarschaft zu Problemen und zusätzlichen Aufwendungen führen kann.

Granodiorit-Schotter, der sich aus bautechnischer Sicht am besten für eine Gasdränage eignet, ist aus Sicht des Umweltschutzes und der nachhaltigen Abfallverwertung das am wenigsten geeignete Material. Trotz des Überkornanteils ist HOS-Schlacke die beste Alternative zum Schotter. Bei den HMV-Schlacken sind die Qualitäten in erster Linie abhängig von der thermischen Prozessführung sowie der nachfolgenden Aufbereitung der Schlacken der jeweiligen Verbrennungsanlage.

3 Zusammenfassung

Im Rahmen der Sicherungsmaßnahme der Deponie Haslbach mussten aufgrund der komplexen geologischen Verhältnisse verschiedene vertikale Dichtungs- und Dränagesysteme miteinander kombiniert werden.

Einige Informationen hinsichtlich der geologischen Verhältnisse konnten im Rahmen der Ausführungsphase gewonnen werden, so dass entsprechende Planungsergänzungen erst vor Ort vorgenommen werden konnten. Dies war auch aufgrund der engen Zusammenarbeit zwischen Bauherr, Behörden, Planer und ausführendem Unternehmen ohne Probleme möglich.

Der Einbau verschiedener Materialien als gaswegsame Schicht auf der Deponieoberfläche ermöglichte einen direkten Vergleich der verschiedenen Materialien hinsichtlich Qualität und Einbaueigenschaften.

Will man Naturprodukte wie Granodiorit-Schotter durch Recycling-Material ersetzen, ist eine genaue Prüfung der Materialeigenschaften sowie die Eignung des Produkts für den jeweiligen Zweck durchzuführen. Wie auf der Deponie Haslbach geschehen, kann es aus finanzieller und logistischer Sicht notwendig sein, unterschiedliche Materialien einzusetzen.

4 Literatur

- | | | |
|---|------|--|
| Huber, H.; Jaroš, M.;
Lechner, P.; | 1998 | Langfristiges Emissionsverhalten von MVA-Schlacke - Wasser & Boden, 50. Jahrgang Heft 2. |
| Bayer. Landesamt für
Umweltschutz (Hrsg.) | 2002 | Verwertung von Rostschlacken aus der thermischen Abfallbehandlung im Rahmen von Bauvorhaben: Geotechnische und umweltrelevante Eigenschaften des Schlackekörpers unter den in der Verwertungspraxis üblichen Einbaubedingungen |
| MH - Dienstleistungen
GmbH & Co. KG (Hrsg.); | | Technisches Handbuch für Planer |

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Geologe Norbert Strunk
DORSCH Consult Ingenieurgesellschaft mbH
Hansastraße 20
D-80686 München
Telefon +49 89 5797-370
Email: Norbert.Strunk@dorsch.de
Website: www.dorsch.de