

Praxisbezogene Auswahl von Dichtungssystemen für die DK I - Deponie für Abfälle mineralischen Ursprungs im Steinbruch Homberg

Dipl.-Geologe Michael Woisnitza

Gliederung:

- 1. Vorstellung der HIM GmbH**
- 2. Daten und Fakten zur Deponie**
- 3. Betrieb**
- 4. Gesamtkonzept**
- 5. Auswahl der Dichtungssysteme**
- 6. Anforderungen an den Arbeitsschutz**
- 7. Realisation der Deponieerweiterung in Bauabschnitten**

1. Vorstellung der HIM GmbH:

Das Unternehmen HIM GmbH wurde 1972 als „Hessische Industriemüll GmbH“ gegründet und mit der landesweiten Entsorgung von Sonderabfällen betraut.

Die HIM betreibt, gemeinsam mit der AVG Hamburg, heute als Teil der INDAVER-Gruppe, bundesweit zahlreiche Sonderabfall-Entsorgungsanlagen, chemisch-physikalische Behandlungsanlagen, Zwischenlager sowie mit ihren Tochterunternehmen Frassur, GAREG und Panse die Transportlogistik für die Sonderabfallentsorgung.

Als Generalunternehmer übernimmt die HIM die Sanierung und Entsorgung von komplexen Altlasten unter schwierigen Rahmenbedingungen.

Die HIM GmbH betreibt auf dem Deponiesektor seit den 1980er Jahren im Steinbruch Homberg (Ohm) eine Monodeponie für nicht überwachungsbedürftige Abfälle mineralischen Ursprungs der Deponieklasse I zur Einlagerung von Gießereiabfällen.

Der Deponiebetrieb Homberg ist im Netzwerk der Entsorgungsanlagen der Dienstleistungssparte „Deponietechnik und Deponieservice“ zugeordnet.

Seit 1989 ist die HIM GmbH darüber hinaus im Auftrag des Landes Hessen als Träger der Altlastensanierung tätig. Ehemalige Industrie-, Gewerbe- und Militärstandorte, die mit Schadstoffen belastet sind und für die der Verantwortliche nicht oder nicht rechtzeitig herangezogen werden kann, werden der HIM-Bereich Altlastensanierung (HIM-ASG) zur Projektabwicklung übertragen.



Abbildung 1: Übersicht der Deponie, links: aktive Abschnitte / rechts: Erweiterungsbereiche

2. Daten und Fakten zur Deponie:

Die Monodeponie liegt innerhalb der Grenzen eines aktiven Basaltsteinbruches. Der anstehende tertiäre Basalt (Alter ca. 15 - 20 Mio. Jahre) wurde in einer Mächtigkeit von etwa 70 m im Tagebau aufgeschlossen. Die Basaltbasis besteht aus Pyroklastika (Bimstuffstein) mit Mächtigkeiten von bis zu mehreren Metern. Der Bimstuff wird unterlagert von sedimentären Tonen und feinkörnigen Schluffen des Tertiärs.



Abbildung 2: Mechanischer Einbau der mineralischen Abfälle

Nach dem Prinzip der „Entsorgungsnähe“ werden nicht weiter aufbereitungsfähige bzw. verwertbare mineralische Massenschüttgüter eines regionalen Giessereibetriebes zur Ablagerung auf die DK I -Deponie Homberg verbracht. Die Deponie als naher Entsorgungsort ist hierbei ein wichtiger Bestandteil der Entsorgungssicherheit und der Zukunftssicherung des Betriebes.

Gleichzeitig bietet die Annahme/Einlagerung der mineralischen Abfälle dem Steinbruchbetrieb die Grundlage für die Wiederverfüllung und Rekultivierung der ausgesteinten Abbaubereiche.

Der gemeinsame Betrieb eines aktiven Steinbruches und der Monodeponie hat einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz in der Region.

Der derzeit aktive Einlagerungsabschnitt DA II im Westteil des Steinbruches wurde 2008 seiner Bestimmung übergeben.

Die in den letzten 3 Jahrzehnten betriebenen Deponieabschnitte DA I und DA II wurden, auf einer Fläche von rund 30.000 m², mit bislang etwa 4,7 Mio. Tonnen Abfällen verfüllt. Zur langfristigen Gewährleistung der Deponiekapazität, wurde die Erweiterung der Deponie auf einer Fläche von rund 33.000 m², um weitere Deponieabschnitte (DA III/IV) mit einer Kapazität von weiteren ca. 4,1 Mio. Tonnen vorgesehen.

Bereits im Zuge der Herstellung dieses Deponieabschnittes wurden die nachstehend beschriebenen Deponie-Abdichtungssysteme erfolgreich erprobt.



Abbildung 3: Übersicht der Deponieerweiterungsabschnitte

3. Betrieb:

Im laufenden Ablagerungsbetrieb werden in den betriebenen Einlagerungsbereichen arbeitstäglich etwa 500 bis 600 t Abfälle mineralischen Ursprungs auf der Deponie eingebaut.

Die Anforderungen des Sicherheits- und Arbeitsschutzes der Deponie orientieren sich an den Rahmenbedingungen in einem aktiven Steinbruchbetrieb, an der BGR 127 sowie der DEKVO:

- Belehrung betriebsfremder Personen
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA) obligatorisch
- Einbau nicht gefährlicher Abfälle
- Eingangskontrollen der Abfälle
- Einbaukontrollen (mechanischer Einbau)
- Kontrolle und Doku der Entwässerung (gem. DEKVO)
- Besondere Anforderungen/Maßnahmen in Entwässerungsbauwerken
- Besondere Anforderungen/Maßnahmen an den Steilwänden
- Anforderungen/Maßnahmen bei Sprengarbeiten im Steinbruch
- Regelmäßige Schulung des Personals

Die Abfalleinlagerung und Überwachung der Deponieentwässerung wird gem. DEKVO begleitet und dokumentiert.



Abbildung 4: Tanklager am Ausgang des Entwässerungstollens

Die Deponieentwässerung, getrennt nach den einzelnen Deponieabschnitten sowie nach Grundwasser und Sickerwasser, führt über die Drainagesysteme/ Kontrollschächte der Deponie in den Entwässerungsstollen („Ursula-Stollen“) und zur kontrollierten Direkteinleitung in den Vorfluter. Sog. „Schwarzwässer“ d. h. Oberflächenwasser mit Kontakt zum Deponat, werden in temporären Oberflächenbecken bzw. in einem Sickerwasser-Tanklager gespeichert und dem abfallerzeugenden Industriebetrieb zur Verwendung als Kühlwasser zugeführt.

4. Gesamtkonzept:

Der Deponiebetrieb begann Anfang der 80er Jahre im Deponieabschnitt DA I, in einem Bereich am Westrand des offen gelassenen Steinbruches. Der seit 2008 aktive Deponieabschnitt DA II erfährt eine Einlagerung von 120 Mg/a.

Die Planung zur Deponieerweiterung baut auf dem Gesamtkonzept einer nach Osten (nach erfolgtem Basaltabbau) zu erweiternden Deponie, im Anschluss an die bestehenden Deponieabschnitte auf. Die Deponieabschnitte werden in Analogie zur Sandwichbauweise von Westen nach Osten aneinander gebaut.



Abbildung 5: Aussteinerung für die Deponieerweiterung

Die Entwässerung der Deponiebereiche erfolgt über Drainagesysteme mit Kontrollbauwerk und ein bergmännisch hergestelltes Stollenbauwerk (Länge: 202 m) mit einem angeschlossenen Sickerwassertanklager.

Der laufende Deponieeinlagerungsbetrieb und der Steinbruchbetrieb darf durch die baulichen Erweiterungsmaßnahmen nicht behindert werden. Ferner ist die in 3-jährigem Rhythmus auf dem Steinbruchgelände stattfindende Fachmesse „Stein-Expo“ zu berücksichtigen.

5. Auswahl der Dichtungssysteme:

Die besondere Lage der Deponie in einem aktiven Steinbruch erfordert, neben der Lösung logistischer Fragestellungen innerhalb des Betriebsgeländes parallel zum laufenden Gesteinsabbau, eine auf die besonderen Anforderungen der Geometrie des Steinbruches (z. B. hohe Steilwände, Transporte im Abbaubetrieb, Gewinnungssprengungen sowie die erforderliche Trennung der Entwässerung der einzelnen Deponieabschnitte) angepasste Auswahl an Dichtungssystemen für die jeweiligen Bauabschnitte. Die bis zu 50 m hohen Steilwände des Steinbruches stellen hohe Ansprüche an die Verarbeitung der Dichtungsmaterialien und den Arbeitsschutz bei der Herstellung der Dichtungssysteme.

Die für die neuen Deponieabschnitte erforderlichen Abdichtungssysteme (Basisabdichtung, Zwischenabdichtung; Felswandabdichtung, Temporäre Oberflächenabdeckung) und Peripheriebauwerke sollen vorgestellt werden:

1. **Basisabdichtung** (konventionell) mit Abdichtung des Kontrollgangs und Entwässerungs-Sammelschachtes aus Beton,
2. **Peripheriebauwerke** (Kontrollgang mit Anschlüssen),
3. **Zwischenabdichtung** (mit geotextilen Tondichtungsbahnen),
4. **Felswandabdichtung** (mit Spritzbetonlagen und KMB),
5. **Oberflächenabdichtung** (mit geotextilen Tondichtungsbahnen),
6. **Temporäre Oberflächenabdeckung** (mit Anspritzbegrünung / Erosionsschutzmatten).

5.1 Basisabdichtung

Als Unterbau der Basisabdichtung wird zur Herstellung der Wasserwegsamkeit für das Grundwasser bzw. Abführung der „Rösche“ unterhalb der geologischen Barriere bzw. der Basisabdichtung in die Stollenentwässerung eine „wasserwegsame Auffüllung“ aus Basaltschotter (Kantenlänge 32 – 150 mm) in einer Mächtigkeit von $\geq 0,5$ m eingebaut. Durch ein Trennvlies (300 g/m²) von der „wasserwegsamem Auffüllung“ getrennt, folgt darüber das eigentliche Deponieplanum als Dachprofil.



Abbildung 6: Einbau der geologischen Barriere (Ton)

Die „Geologische Barriere“ wird als technischen Maßnahme durch Einbau einer zweilagigen Dichtungsschicht in einer Mächtigkeit von 0,5 m ($k_f \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei $i = 30$) aus natürlichem Tonmaterial (sog. „Knüllwalder Ton“) auf dem Deponieplanum hergestellt.

Darauf liegt die 2,5 mm starke PEHD- Kunststoffdichtungsbahn (KDB rau), die mit einem Schutzvlies (1.200 g/m²), sowie mit einer 0,2 m dicken Schutzschicht aus störstofffreien Giessereialtsanden (Körnung 0/8) überbaut wird.



Abbildung 7: Verlegung der KDB (rauh)

5.2 Peripheriebauwerke (Kontrollgang mit Drainageanschlüssen)

Zur Fassung und Ableitung der Sickerwasser-Drainageleitungen des DA III/IV wurde auf einer Länge von 135 m zwischen den beiden Deponieabschnitten ein Stahlbetonbauwerk im Kastenprofil errichtet und an den vorhandenen Sickerwasserübergabeschacht angeschlossen. Die Herstellung des Bauwerks „Kontrollgang“ aus Stahlbeton erfolgte in offener Bauweise in 13 einzeln auf- einander folgenden Blockabschnitten.

Die Kontrollgangblöcke wurden als wasserdichte Betonkonstruktion in Anlehnung an DIN 18195 „weiße Wanne“ mit innenliegenden Arbeits- und Blockfugenbändern ausgestattet.



Abbildung 8: Peripheriebauwerk- Kontrollgang für die Deponieentwässerung

Das lichte Innenmaß des Kontrollgangs beträgt 2,8 m x 2,8 m, die Sohlen- und Deckenstärke beträgt 0,95 m, die Wanddicke liegt bei 0,75 m.

Bei Herstellung der Basisabdichtung wird der Kontrollgang mit Kunststoffdichtungsbahnen vollständig eingekleidet bzw. abgedichtet. Im Verlaufe des späteren Einbaus der Abfälle wird das Stahlbetonbauwerk bis zu 50 m überbaut

5.3 Zwischenabdichtung (mit geotextilen Tondichtungsbahnen)

Die Zwischenabdichtungssysteme stellen die Trennung des „alten“ Deponieabschnittes DA I von dem derzeit aktiven, Abschnitt DA II bzw. der beiden älteren von dem neuen Deponieabschnitt DA III dar.

Als Dichtungssystem dient die GTD (Geotextile Tondichtungsbahn), die gemäß der Verlegeanleitung des Herstellers verbaut wird.

Die verschiedenen Dichtungssysteme (Felswand-/Zwischenabdichtung) werden gegeneinander in überlappender Bauweise mit einem Überlappungsbereich von ≥ 0.5 m Breite hergestellt.

5.4 Felswandabdichtung (mit Spritzbeton und KMB)

Die Felswand des ausgesteinten Steinbruchbereiches wurde vor Baubeginn komplett visuell kontrolliert und während der frostfreien Zeit maschinell bzw. bedarfsweise manuell von losen Felsbrocken beräumt.

Der flächenhafte Ausgleich der geometrischen Unebenheiten und Versprüngen in der Wandfläche des Basaltabbaus, wurde mit einer Lage (Dicke ≥ 5 cm über Felswandspitzen gemessen) aus Spritzbeton C 25/30 (Körnung 0/8) vorgenommen. Als Deckschicht folgte darüber eine weitere Lage (Dicke ≥ 1 cm über Spitzen gemessen) mit Spritzbeton C 25/30 der Körnung 0/4 und einer Rauigkeit von ≤ 2 mm.



Abbildung 9: Spritzbetonarbeiten zur Versiegelung der Felswand

Zum Abführen von Kluftwasser aus dem anstehenden Fels (Übergang Basalt-fels/Tuff), wurde an die beräumte und gesicherte Steilwand eine Kluftwasserdrainage (Verkleidung mit Kunststoffnoppenbahn) angebracht.

Die eigentliche Dichtungsschicht wurde durch Aufbringen einer kunststoff-modifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) auf die Spritzbeton-Deckschicht, gem. den Anforderungen der DIN 18196, Teil 6, als Vertikalabdichtung zwei-lagig in einer Mindestdicke von 4 mm hergestellt. Es handelt sich hierbei um eine lösemittelfreie, hochflexible kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung zur Bauwerksabdichtung.



Abbildung 10: Herstellung der Felswandabdichtung mit KMB

Nach Herstellung der Dichtung und Durchtrocknung der KMB wurde der abgedichtete Bereich mit einer ca. 3,0 m dicken Schutzschicht aus störstofffreien Giessereisanden (Körnung 0/8) belegt.

5.5 Oberflächenabdichtung (mit geotextilen Tondichtungsbahnen - GTD)

Die GTD wurde gemäß den Verlegeanleitungen des Herstellers auf einer 0,25 m mächtigen Vorschüttung aus Giessereisanden (Körnung 0/1 mm) eingebaut. Zum Einsatz kamen bisher im DA I, auf einer Fläche von rund 14.000 m², BAM zugelassene Bentofix-Produkte (Fa. Naue). Bei der Verlegung wurden die Längsstöße generell mit mind. 0,3 m bzw. die Querstöße mit mind. 0,5 m überlappt und in den Überlappungsbereichen verspachtelt. Das direkte Befahren der GTD ist nicht gestattet. Die GTD wurden mit einer mind. 0,3 m dicken Schutzschicht (Größtkorn 16 mm od. 32 mm bei $U \geq 5$) profiligerecht überbaut. Darauf folgt eine Lage von $\geq 2,3$ m rekultivierungsfähiger Boden.

5.6 Temporäre Oberflächenabdeckung (mit Anspritzbegrünung/ Erosionsschutzmatten)

Die temporäre Abdeckung der noch nicht abschließend belegten Ost-Böschungen der Deponie wird mit Erosionsschutzmatten bzw. die Böschungssicherung mit einer Anspritzbegrünung im Naß-Saat-Verfahren (ähnlich denen an BABen) vorgenommen.

Als Erosionsschutzmatten wurden Rasenmatten verlegt. Das direkte Befahren der Matten ist nicht gestattet:

Für die Anspritzbegrünung wurde eine spezielle Saatgutmischung mit Langzeitdünger zum Einsatz gebracht.

Für die Herstellung der einzelnen Dichtungsabschnitte wurde vom Fremd/ Behördenüberwacher ein **QS-Plan** nach den GDA-Empfehlungen der DGGT aufgestellt und umgesetzt.

Die Verlegung der Dichtungssysteme erfolgte zunächst in Versuchsfeldern im Probebau in dem jeweiligen Bauabschnitt (z. B. Steilwand Ost) und nach Freigabe der FÜ über die vorgesehenen Bauabschnittsflächen im Feldeinbau.

6. Anforderungen an den Arbeitsschutz

Die Anforderungen an den Sicherheits- und Arbeitsschutz beziehen sich insbesondere auf die Randbedingungen des aktiven Steinbruchbetriebes, sowie aufgrund der eingelagerten Abfallarten (Inertabfälle) nachrangig auf die BGR 127 sowie die DEKVO:

- Belehrung betriebsfremder Personen
- PSA obligatorisch
- Einbau nicht gefährlicher Abfälle
- Eingangskontrollen der Abfälle
- Einbaukontrollen (mechanischer Einbau)
- Kontrolle und Doku der Entwässerung (gem. DEKVO)
- Besondere Anforderungen/Maßnahmen in Entwässerungsbauwerken
- Besondere Anforderungen/Maßnahmen an den Steilwänden
- Anforderungen/Maßnahmen bei Sprengarbeiten im Steinbruch
- Regelmäßige Schulung des Personals

➤ **Belehrung betriebsfremder Personen**

Betriebsfremde Personen (Servicefirmen, Vermesser, Baufirmen, Transporteure) erhalten generell, vor Aufnahme von Arbeiten im Steinbruchs- bzw. Deponiebereich, eine gesonderte Sicherheitsbelehrung durch die Sicherheitsfachkraft des Steinbruchbetriebes.

➤ **Benutzung der PSA obligatorisch**

Die Benutzung der PSA (Persönliche Schutzausrüstung) bestehend aus Schutzhelm, Arbeitskleidung mit Signalfarben, Sicherheitsweste, knöchelhohe rutschfeste Arbeitsschuhe, Handschuhe, gem. BGR 127 im gesamten Steinbruchbereich bzw. Deponiebereich (auch in den Entwässerungsbauwerken) ist obligatorisch.

➤ **Einbau nicht gefährlicher Abfälle**

Der Abfalleinbau erfolgt mit Sattel-LKW und Raupe (z. B. Caterpillar D 6 \leq 16 t) vor Kopf in horizontalen Lagen von 0,3 - 0,5 m mit hohem Verdichtungsgrad.

Beim Einbau der Abfälle ist eine maximale Böschungsneigung von 1:2 (Ostböschung) und von maximal 1:3 (Südböschung) einzuhalten.

➤ **Besondere Anforderungen / Maßnahmen an den Steilwänden**

Da oberhalb der Einbaubereiche teilweise unberäumte Felswände liegen, ist bei Arbeiten in Steilwandbereichen generell ein Mindestabstand von \geq 15 m von der Felswand einzuhalten. Der Abfalleinbau darf im Bereich der Steilwand nicht während und unmittelbar nach Sprengungen, während und unmittelbar nach Niederschlägen / Gewittern und bei Frost/Tauwechsel vorgenommen werden.



Abbildung 11: Steinschlag-Sicherung mit Autokran und Schutznetz

Die Herstellung von Felswand- und Basisabdichtungen an den steilen Felswandbereichen findet mit schutzverstärkten Erdbaumaschinen oder mit Hilfe eines speziellen Stahlschutznetzes statt. Das Sicherungsnetz gegen Steinschlag wird arbeitstäglich, unter ständiger Beobachtung des eingesetzten Personals, mittels Autokran angehoben und gegen die Felswand geführt. Bei starken Niederschlägen, stärkerem Wind bzw. Windböen werden die Arbeiten an der Felswand temporär bis zur Freigabe durch den SiGeKo unterbrochen.

Die Oberkante und Teilbereiche einer 50 m hohen Steilwand wurden im Vorfeld der Bauarbeiten an den Dichtungselementen gesondert durch Setzen von Felsankern und Aufbringen von Spritzbetonschalen gesichert.



Abbildung 12: Steinschlag-Sicherung / Aufbringen von Spritzbeton an Steilwand

➤ **Besondere Anforderungen / Maßnahmen in den Entwässerungsbauwerken**

In den Entwässerungsbauwerken (Stollen/Kontrollgang) ist jeweils eine ausreichend dimensionierte, drückende Bewetterung für die Frischluftzufuhr am hinteren blinden Stollenende und eine ausreichende Innenbeleuchtung installiert. Die Bewetterung und Beleuchtung ist mit einem Vorlauf von mindestens 15 Min. vor Betreten des Bauwerks einzuschalten und in Betrieb zu halten. Bei allein Betreten des Stollens ist die HIM-Leitstelle telefonisch vor und nach Abschluss der Arbeiten zu informieren. Eine autarke Beleuchtung (Handlampe, Stirnlampe) ist immer mitzuführen. Bei länger andauernden Arbeiten ist ein geeigneter Gehörschutz zu tragen.

Aufgrund der eingelagerten Abfallarten (Inertabfälle) sind besondere Arbeitsschutzvorkehrungen gegenüber Gasbildung (Ausnahme von der BGR 127) nicht erforderlich.

➤ **Anforderungen / Maßnahmen bei Sprengarbeiten im Steinbruch**

Der Einbaubetrieb bzw. Baustellenbetrieb wird für die Dauer von Sprengarbeiten komplett unterbrochen. Während Sprengarbeiten finden keine Tätigkeiten in den Entwässerungs- und Kontrollbauwerken statt. Nach Information durch den Sprengmeister des Steinbruchbetriebes, findet sich das gesamte Personal unmittelbar am dafür vorgesehenen Sammelpunkt außerhalb des Abbau- bzw. Sprengbereiches im sicheren Aufenthaltsbereich ein. Nach Abschluss der Sprengung werden die Arbeitsbereiche wieder frei gegeben.

➤ **Regelmäßige Schulung des Personals**

Das im Deponiebereich (-service) eingesetzte Personal erhält regelmäßige Fachschulungen bzw. -lehrgänge zur fachlichen Fortbildung. Das Leitungspersonal erhält regelmäßige Fortbildungen zum Nachweis der Sachkunde gem. DepV. Besonderes Augenmerk bei Organisation des Betriebes und der Schulung der Mitarbeiter, wird auf Unfallvermeidung durch das frühzeitige Erkennen und Abstellen von „unsicheren Situationen“ bzw. gelegt.

7. Realisation der Deponieerweiterung in Bauabschnitten:

Die Planungen für die Deponieerweiterung im Osten (Deponieabschnitte III und IV) wurden im November 2010 begonnen und im bergrechtlichen Plangenehmigungsverfahren mit Bescheid vom 29.05.2013 durch das Regierungspräsidium Gießen genehmigt

Die Baugrube für den Kontrollgang und die Grundwasserrigole wurde im Juli / August 2012 ausgehoben. Die Rigole wurde mit Basaltstücksteinen (Kantenlänge 50 - 250 mm) hergestellt.



Abbildung 13: Dichtungsbau im Baufeld 5, Bildmitte: Kontrollgang (L=135 m)

Im Oktober 2012 bis April 2013 wurde der Kontrollgang aus Stahlbeton auf einer Länge von 135 m, in 13 Blockabschnitten in offener Bauweise, an der Basis der neuen Deponieabschnitte hergestellt und an den vorhandenen Sickerwassersammelschacht SS1/SS2 angeschlossen.

Die Herstellung der Basisabdichtung sowie der Felswand- und Zwischenabdichtung in den Deponieabschnitten DA III/IV hat im Juni 2013 begonnen und wird bis spätestens Oktober 2014 abgeschlossen.