

**G Bau einer steilen Böschungsabdichtung
mit Dichtungsbahnen aus PE-HD auf der
Zentraldeponie Münster II**

Dipl.-Ing. Christian Witolla, Duisburg

Bau einer steilen Böschungsabdichtung mit Dichtungsbahnen aus PE-HD auf der Zentraldeponie Münster II

1. Einleitung

Die Zentraldeponie II der Stadt Münster ist seit 1980 gemäß Planfeststellungsbeschluss vom 22.01.1979 in Betrieb. Die Deponie dient zur Ablagerung von Siedlungsabfällen und Inertstoffen. Von den insgesamt geplanten 3 Deponieabschnitten ist der 1. Deponieabschnitt innerhalb der vorgesehenen Grenzen nahezu belegt. Insgesamt wurden für den 1. Deponieabschnitt ca. 11 ha mit Kunststoffdichtungsbahnen aus PE-HD 2,0 mm und ECB 1,5 mm in zwei Abschnitten abgedichtet.

In den Jahren 1989 bis 1992 wurde der 2. Deponieabschnitt mit einer Kombinationsdichtung bestehend aus einer mineralischen Dichtung und einer Kunststoffdichtungsbahn aus PE-HD 2,5 mm geplant und hergestellt. Für den 3. Deponieabschnitt steht eine Fläche von 7,8 ha zur Verfügung von der zunächst 1,5 ha mit Bauabschnitt 3.1 in den kommenden Jahren für die Müllablagerung benötigt werden.

Bild 1 zeigt die Bauabschnitte mit dem im Bau befindlichen Abschnitt 3.1.

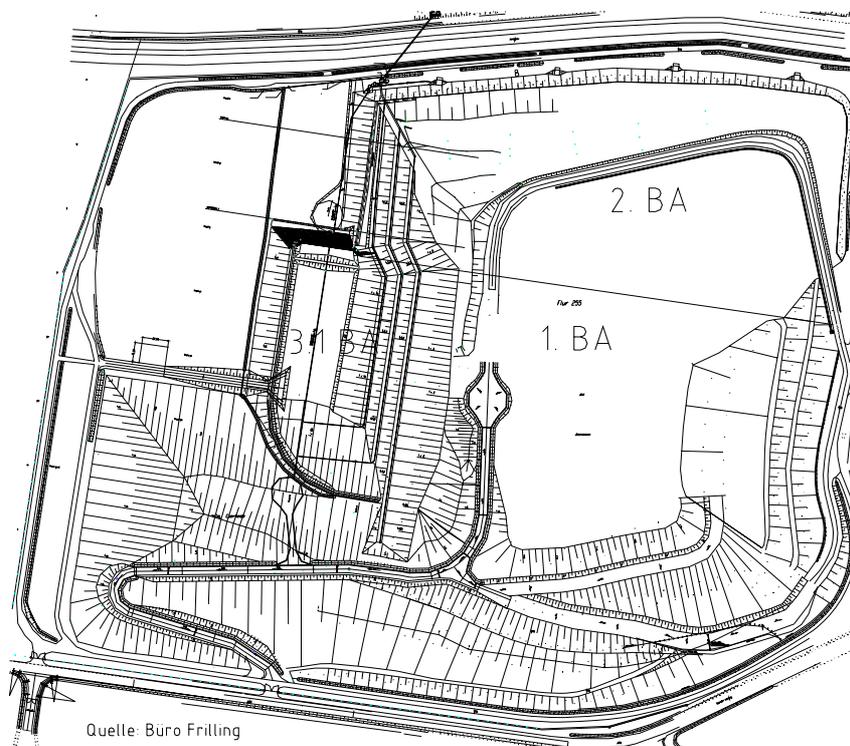


Bild 1: Lageplan mit Bauabschnitten

Die Basisabdichtung des 3. Deponieabschnitts sieht einen Schichtenaufbau nach TA-Siedlungsabfall von unten nach oben wie folgt vor:

- Auffüllung bzw. technische Barriere
(mit einer Durchlässigkeit von $k_f \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s)
- Mineralische Dichtung, eingebaut in 3 Lagen à 25 cm
(verdichtet) mit einer Durchlässigkeit $k_f \leq 1 \times 10^{-10}$ m/s
- PE-HD Dichtungsbahn d = 2,5 mm
- MDDS-Schutzbahn
- Flächenfilter – Kies, Körnung 16/32 mm, 50 cm
- Trennvlies PP, 500 g/m²
- Schutzschicht – aus vorbehandelten Abfällen – 1,00 m

Auf dem südlichen Teil des geplanten 3. Deponieabschnittes sind seit Anfang der 80-er Jahre Inertstoffe abgelagert worden, von denen noch ca. 460.000 m³ verblieben sind. Die Inertstoffe bestehen zu ca. 80 % aus Bodenaushub, der Rest aus Bauschutt.

Aufgrund der vorgesehenen Fläche für den 3. Deponieabschnitt ist eine Räumung der Inertstoffe nur in einem geringen Umfang erforderlich.

Um die Anforderung an eine geschlossene Basisabdichtung der Gesamtdeponie zu realisieren, ist es erforderlich die Erweiterungsfläche an die bestehenden Deponieabschnitte anzubinden. Dazu müssen die Kunststoffdichtungsbahnen des 1. und 2. Deponieabschnittes an der Westseite freigelegt werden. Dies erfordert einen Abtrag von

- 76.000 m³ Inertstoffen und
- 95.000 m³ Abfällen.

1.1 Westböschung

Da eine endgültige Rekultivierung der offenen Westböschung erst nach der Verfüllung des 3. Deponieabschnittes möglich ist, wird eine Zwischenabdichtung zur Überbrückung dieses Zeitraumes notwendig.

Die Herstellung einer standsicheren Böschungsneigung der eingelagerten Abfälle des 1. und 2. Deponieabschnittes von 1 : 1,2 – entsprechend 40° - im Übergangsbereich führt zur Umlagerung von Abfallmengen in einer Größenordnung von 95.000 m³.

Um eine unkontrollierte Gasemission und das Eindringen von Niederschlagswasser zu minimieren ist die Abdichtung unverzüglich nach Abtrag der Abfälle aufzubringen.

Der Abtrag erfolgt von der oberen Böschungskante aus beginnend nach unten mit Ausbildung von insgesamt 3 Bermen, die eine Breite von 4,0 m und ein Längsgefälle von 0,5 und 1,5 % aufweisen.

2. Projektbeteiligte

- Bauherr: Stadt Münster
Abfallwirtschaftsbetriebe
- Genehmigungsbehörde: Bezirksregierung Münster
- Überwachungsbehörde: Staatliches Umweltamt Münster
- Planung/Bauleitung: Ingenieurbüro Frilling, Vechta
- Fremdprüfung: ARGE Götte + Sehrbrock / Geoplan
Braunschweig / Duisburg
- Ausführung: ARGE Matthäi / Wittfeld
Westerstede / Wallenhorst
- KDB: UTG, Großefehn
- Sandmatte: Gebr. Friedrich, Salzgitter

3. Anforderungen an das Abdichtungssystem der Westböschung

Nach Profilierung der Westböschung ergeben sich folgende Böschungsgeometrien:

- Fußpunkt bis zur 1. Berme
- 1. Berme bis zur 2. Berme
Böschungsneigung 1:1,2 Länge max. 15 m
- 2. Berme bis 3. Berme
Böschungsneigung 1:1,2 Länge max. 15 m
- 3. Berme bis OK Aufschütthöhe
Böschungsneigung 1:2 Länge max. 32 m

Die Gesamtfläche der Westböschung beträgt ca. 18.000 m².

Die Abdichtung der Westböschung hat die Aufgabe:

- als Zwischenabdichtung mittelfristig das Eindringen von Oberflächenwasser in den vorhandenen Altmüllkörper zu verhindern
- und darüber hinaus langfristig als Trennung zwischen vorbehandelten und den nicht vorbehandelten Abfällen zu fungieren.

Als Abdichtungssystem wurde eine PE-HD Kunststoffdichtungsbahn, 2,5 mm mit darunter liegender Sandschutzmatte, gewählt.

Als wesentliche Anforderungen an das Dichtungssystem lassen sich zusammenfassen:

- ausreichende Standsicherheit und geringe Materialbeanspruchung durch Eigenlast,
- dauerhafte Schutz- und Trennfunktion,
- notwendige Verankerung im Bermenbereich,
- Witterungsbeständigkeit der KDB,
- ausreichende Sicherheit gegen Windlasten.

Durch eine sachverständige Begutachtung wurde im Rahmen der Vorplanung die grundsätzliche Eignung des vorgesehenen Dichtungssystems unter Berücksichtigung o.g. Anforderungen festgestellt.

4. Nachweis der Standsicherheit

In der Genehmigungs- und Planungsphase wurden Standsicherheitsberechnungen durchgeführt, die die Standsicherheit des bestehenden Deponiekörpers und andererseits den auf die Westböschung aufzubringenden mehrschichtigen Dichtungsaufbau nachweisen sollten.

In diese Berechnungen wurde auch ein Standsicherheitsnachweis für den späteren endgültigen Ausbauzustand einbezogen.

Im Rahmen der Eignungsprüfung waren von der bauausführenden ARGE Nachweise zu erbringen, dass die angebotenen Materialien den aus den Standsicherheitsberechnungen abgeleiteten Forderungen entsprachen.

Der Abfallkörper der Westböschung wurde nach Umlagerung und Profilierung hinsichtlich der Standsicherheit begutachtet. Die der Standsicherheitsberechnung zugrunde gelegten Scherparameter konnten auf der sicheren Seite liegend durch Prüfung und Begutachtung am profilierten Abfallkörper bestätigt werden. Festgestellte Sickerwasseraustritte in den Böschungsf lächen wurden durch Einzug von Rigolen gefasst und über die Anordnung von Dränagen am bergseitigen Rand der Zwischenbermen abgeführt.

Für das Abdichtungssystem der Westböschung ergaben sich Anforderungen an die Scherparameter der Schichten bzw. Schichtgrenzen unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes von $\gamma_r = 1,2$, die durch entsprechende Scherparameter aus Laborversuchen nachgewiesen werden mussten.

In der Tabelle 1 sind die erforderlichen und nachgewiesenen Scherparameter gegenübergestellt:

Material / Trennfuge	erforderlicher Wert	nachgewiesener Wert
Ausgleichsschicht		
Glasbruch, Böschung 1 : 2	$\varphi \geq 31^\circ$	$\varphi = 34,9^\circ$
Splitt 5/8, Böschung 1 : 1,2	$\varphi \geq 45^\circ$	$\varphi = 45,0^\circ$
Ausgleichsschicht/Sandmatte		
Glasbruch, Böschung 1 : 2	$\delta \geq 30,1^\circ$	$\delta = 30^\circ$
Splitt 5/8, Böschung 1 : 1,2	$\delta \geq 30,1^\circ$	$\delta = 38^\circ$
Sandmatte/KDB	$\delta \geq 20,2^\circ$	$\delta = 26,5^\circ$
KDB/Schutzlage	$\delta \geq 12,3^\circ$	$\delta = 20,6^\circ$

Tabelle 1: Gegenüberstellung der erforderlichen und nachgewiesenen Scherparameter

Resultierend aus den erforderlichen Scherparametern ergaben sich rechnerische Zugbeanspruchungen aus Eigengewicht bei der KDB und der Sandmatte, die von den Bauteilen bis zur Verfüllung des 3. Deponieabschnitts zu übernehmen sind.

Mit den nachgewiesenen Scherparametern konnte eine Zugbeanspruchung der KDB am oberen Ende der Böschung von 0,05 kN/m berechnet werden, die zu einer vollkommen unkritischen Zugspannung von 0,02 N/mm² führt.

Bei der Sandmatte liegt die max. Zugbeanspruchung mit 1,2 kN/m bei ca. 3 % der Zugfestigkeit der Trägergewebe, die hier als Armierung wirken, ebenfalls im unkritischen Bereich.

Die Zugkräfte sind im Bermenbereich durch eine aufzubringende Auflast zu verankern. Der Einbau einer 50 cm dicken Kiesschicht auf den 4 m breiten Bermen gewährleistet eine ausreichende Sicherheit gegen Abrutschen des Abdichtungssystems.

Die Schichten oberhalb der KDB (Schutzlage und Dränageschicht) werden erst mit der Müllverfüllung abschnittsweise aufgebracht. Über die Nachweisführung wurde sichergestellt, dass die Scherparameter in den Gleitfugen von oben nach unten zunehmen und somit eine Zugbeanspruchung der Dichtungsbahn nach Müllverfüllung nicht zu erwarten ist.

Für alle Materialien und Trennfugen wurden Untersuchungsergebnisse aus Scherversuchen vorgelegt. Die nachgewiesenen Werte erfüllen die gestellten Anforderungen an die Materialien bzw. /-kombinationen.

Die Maßnahmen zur Windsogsicherung wurden von der Fremdüberwachung bemessen und die vorgeschlagene Vorgehensweise zur Ausführung freigegeben. Zur Absicherung der in Laborversuchen ermittelten Scherparameter und den daraus resultierenden Beanspruchungen des Dichtungssystems wurden Probeverlegungen auf den 1 : 2 geneigten und 1 : 1,2 geneigten Böschungen durchgeführt.

Die Probeverlegung auf der 1 : 2 geneigten Böschung erfolgte ohne Auflast der Sandmatten im Verankerungsgraben auf der Böschungskrone. Rutschungen konnten nicht festgestellt werden. Auf der mit 40° geböschten Fläche wurden die notwendigen Haltekräfte zur Lagesicherung der Sandmatten im Bauzustand durch Aufbringen von Sandsäcken erreicht.

Die vorgesehenen Materialien konnten von der Fremdprüfung zum Einbau freigegeben werden.

5. Bauausführung

Mit der Bauausführung wurde 2001 begonnen.

Die Umlagerungsarbeiten der Inertstoffe an der Westböschung des 1. und 2. Deponieabschnittes mussten stufenweise von Berme zu Berme erfolgen.

Die Vorgehensweise wurde in 4 Abschnitten geplant.

1. Bauabschnitt: Von der Kuppe bis zur 1. Berme von oben.
2. Bauabschnitt: Von der 1. Berme von oben bis zur 2. Berme von oben
3. Bauabschnitt: Von der 2. Berme von oben bis zur 3. Berme von oben
(1. Berme von unten)
4. Bauabschnitt: Von der 1. Berme von unten bis zum Fußpunkt der Altdeponien
(1. und 2. Deponieabschnitt)

Erst nachdem sämtliche Bauarbeiten an einem Bauabschnitt abgeschlossen wurden, konnte der nächste Bauabschnitt von Berme zu Berme in Angriff genommen werden.



Bild 2: Nacharbeiten der Auflagerschicht aus Glasbruchmaterial

Im 1. Bauabschnitt wurde auf der geräumten und profilierten Böschungfläche mit einer Neigung von 1 : 2 eine Ausgleichsschicht aus Glasbruch in einer Schichtdicke von i.M. 5 cm aufgebracht.

Nach Freigabe der Ausgleichsschicht durch die Fremdüberwachung wurde die Sandschutzmatte nach einem Verlegeplan eingebaut. Die Verlegung erfolgte mit einem Langarmbagger mit Seilwinde von der Böschungskrone aus. Dabei wurden die Sandmatten von der 1. Berme nach oben abgerollt.



Bild 3: Abrollen der Sandmatte auf der Böschung 1:2

Die obere Böschung wurde komplett mit der Sandmatte abgedeckt, anschließend erfolgte die Verlegung und Verschweißung der KDB. Die Dichtungsbahnen wurden nach der Verlegung sofort gegen Windsog mit Sandsäcken bzw. Rasengittersteinen gesichert. Nach Fertigstellung der Abdichtung wurden auf der 1. Berme die notwendigen Vorbereitungen für die Verlegung der Sandmatten auf der nachfolgenden 1 : 1,2 geneigten Böschung getroffen. Dazu wurden die Sandmatten gemäß Verlegeplan genau an der Bermenkante positioniert. Von Norden beginnend wurde die zweite Böschung profiliert und mit Splitt 5/8 abgestreut. Metall, Holz und Kunststofffolien wurden vorab von Hand entfernt. Unstetigkeiten in der Oberfläche des Abfallkörpers wurden mit Splitt weitestgehend egalisiert.

Nach Freigabe erfolgte hier die Verlegung der Sandmatte mit dem unterhalb stehenden Langarmbagger. Dabei wurde Matte für Matte im „versetzten“ Verfahren (1.+3.Matte, 2.+4. Matte, u.s.w.) verlegt.



Bild 4: Positionierung der Sandmatten auf der Berme für die Verlegung auf der Böschung 1:1,2

Danach konnte die weitere Verlegung der KDB erfolgen. Die Bahnen wurden auf Länge zugeschnitten zur Einbaustelle transportiert und dort auf der Berme positioniert und abgerollt. Die Verschweißung wurde von oben beginnend nach unten durchgeführt. Der Schweißer konnte unter Zuhilfenahme einer Strickleiter die Schweißmaschine und den Schweißvorgang auf ganzer Länge der Böschung begleiten. Nach Prüfung der Schweißverbindungen wurde der abgedichtete Bereich zum Überbauen der Berme mit Schutzlage, Windsogverankerung und Drainage freigegeben.

Die Windsogsicherung erfolgte gemäß Windsogberechnung mit Rasengittersteinen an Seilen befestigt, die auf der Berme an Betonriegeln gehalten wurden.

Die Kunststoffdichtungsbahn 5,15 m breit, beidseitig profiliert, wurde beginnend von der Böschungskante zur darunter liegenden Berme mit der MTH Schweißmaschine verschweißt. Insgesamt wurden bisher auf der Westböschung in den steilen Böschungsbereichen 136 Bahnen mit insgesamt ca. 2600 m Nahtlänge verlegt. Als Nahtverbindung wurden ausschließlich Überlappnähte mit Prüfkanal ausgeführt. Fehlstellen in den Nahtverbindungen, bedingt durch Ausfall der Schweißmaschine, konnten auf ein Minimum beschränkt werden. Die Fügefestigkeiten der Schweißnähte wurden durch Kurzzeit-Schälversuche auf der Baustelle und Festigkeitsprüfungen im Labor bestimmt und ergaben zufriedenstellende Ergebnisse. Kontrollmessungen der Schweißnahtgeometrien konnten die Einhaltung der Anforderungen bestätigen. Die Anschlussnähte auf den Bermen wurden mittels Auftragsnaht hergestellt.

Die untere Böschung im Bereich des 1. zum 3. Bauabschnitt wird erst nach Fertigstellung der Basisabdichtung abgedichtet. Der Bau der Basisabdichtung wurde 2002 begonnen und soll in 2003 abgeschlossen werden.

6. Zusammenfassung

Die komplexen Anforderungen an die Ausbildung der Westböschung, als Schnittpunkt zwischen „alten“ Deponieabschnitten und „neuem“ Erweiterungsabschnitt, führten zu einer beschränkten Auswahl an Abdichtungsmöglichkeiten. Als die Lösung wurde ein Abdichtungssystem mit Kunststoffdichtungsbahnen aus PE-HD, 2,5 mm und einer Sandschutzmatte als Schutz- und Trennlage zum bestehenden Deponiekörper gefunden. Die Standsicherheitsproblematik konnte gelöst werden und der Einbau des Abdichtungssystems auf Böschungen mit Neigungen bis 40° wurde fachgerecht ausgeführt.

Die auf die Dichtungsbahn und die Sandmatte wirkenden Beanspruchungen können von diesen, unter Beibehaltung der Dicht- und Schutzfunktion, auch langfristig aufgenommen werden. Die KDB ist gegen Windsog ausreichend gesichert.

Nach Anschluss der Basisabdichtung an den bestehenden Altkörper wird über ein qualifiziertes Einbauverfahren für die Schutz- und Dränageschicht und den neu einzubringenden Abfall sichergestellt werden müssen, dass die Funktion der Kunststoffdichtungsbahn auf der Westböschung dauerhaft erhalten bleibt.

Quellenhinweise

- Ausführungsplanung und Ausschreibungsunterlagen „Ausbau des Deponieabschnittes 3 der ZDM II, Ingenieurbüro Frilling, Vechta, 2001,
- Nachweise zur Standsicherheit des Dichtungssystems im nicht abgedeckten Zustand, Gutachterliche Stellungnahme GS-02/04/2000, Zentraldeponie Münster – ZDM II – 3. Bauabschnitt, Büro Dr. Knipschild, Rosengarten, 2000,
- Zusammenfassende Beurteilung der Standsicherheit, Bericht 855-4, Erweiterung Zentraldeponie Münster II, Götte + Sehrbrock, Braunschweig, 2002.

