

**Werkseitig vorgefertigte  
mineralische Dichtungselemente  
mit besonderen bodenmechanischen Eigenschaften  
auch für steiler geneigte Abdichtungssysteme**

Ulrich Sehrbrock

## **1. Einleitung**

In Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien sind nach TA Si [1] oder auch nach Europäischer Deponierichtlinie [2] mineralische Dichtungen einzubauen. Da die klassische (2-lagige) mineralische Dichtung aus bindigen Erdstoffen in verschiedener Hinsicht Probleme aufwirft (z.B. Austrocknung), besteht ein Bedarf an Alternativen zu der vor Ort aufzubauenden 0,5 m dicken Tondichtung.

Verschiedene Hersteller haben daher Alternativprodukte entwickelt, welche die unzweifelhaft vorhandenen Vorteile einer klassischen mineralischen Dichtung bieten sollen, ohne dabei jedoch auch deren Nachteile mit sich zu bringen. Als Vorteile sind unter anderem zu sehen, die Dauerhaftigkeit des Materials (im wesentliche natürlich anstehende Tone) und das neben der im intakten Zustand geringen Durchlässigkeit vorhandene Adsorptionsvermögen. Der mehrlagige Aufbau erfordert allerdings einen entsprechenden baubetrieblichen Aufwand, zudem stellt die Witterungsabhängigkeit einen nur schwer kalkulierbaren Faktor beim Einbau dar.

In diesem Beitrag wird die von der Gebrüder Friedrich GmbH, Salzgitter, entwickelte **M**ineralische-**D**ichtungs-**B**ahn (MDB) vorgestellt [3]. Bei diesem Produkt handelt es sich um eine aus einer Sand/Bentonitmischung bestehenden mineralischen Dichtung, welche - eingefüllt in ein Doppelabstandsgewebe aus PEHD - als ca. 20 mm dicke Dichtung als Rollenware auf der Baustelle verlegt werden kann.

## 2. Aufbau

Die in der Mineralischen-Dichtungs-Bahn enthaltene mineralische Dichtung besteht aus einer Mischung, zusammengesetzt aus ca. 75 % Sand der Korngröße 0/2 und etwa 25 % Calziumbentonit. Vergleichbar dem sogenannten Bentokies gewährleistet die Kornzusammensetzung der Mischung ein kompaktes Korngefüge mit einem nur sehr geringen Porenanteil. Der Bentonitanteil der Mischung verschließt bei Wasserzutritt durch Quellvorgänge zusätzlich die Porenräume und stellt so einen sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) des Dichtungsmaterials sicher.

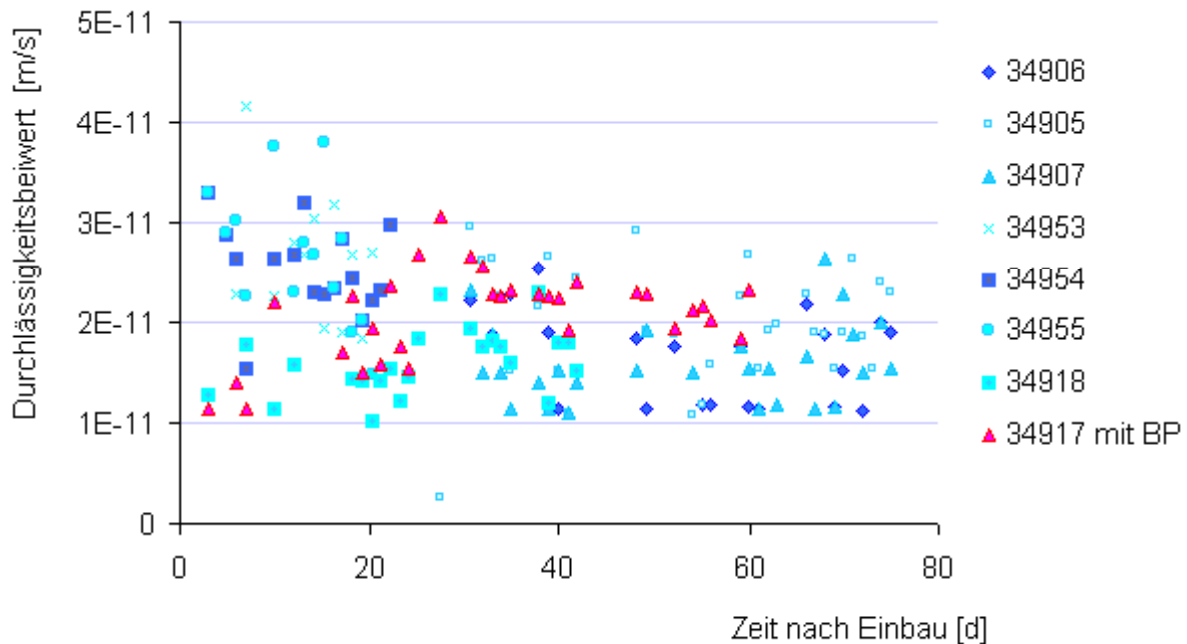
Beide Grundmaterialien, Sand und Bentonit, stammen aus güteüberwachten Produktionen, so dass gleichbleibende Qualitäten gesichert und durchgehend belegbar sind. So wird der Sand in einem Mineralwerk aus fraktionierten getrockneten und gereinigten Sanden entsprechend der spezifischen Rezeptur nach Wunsch des Auftraggebers rechnergesteuert zusammengestellt. Die gesamte Produktion wird durchgehend online überwacht und läuft unter Beachtung aller Anforderungen der DIN EN 9002.

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k-Wert) des Sand/Bentonitgemisches wurden am IGBE der Universität Hannover Durchströmversuche durchgeführt. Bild 1 zeigt die Versuchsanordnung. In Bild 2 sind die Ergebnisse der Versuche grafisch aufbereitet.



**Bild 1:** Versuchsanordnung zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte Sand/Bentonit-Mischung  
(Bild des IGBE der Uni Hannover)

Am Institut wurden insgesamt 8 Versuche durchgeführt, einer davon wurde als Back-Pressure-Versuch gefahren (in Bild 2 als BP gekennzeichnet). Alle Ergebnisse zeigen, dass die zur Befüllung der MDB-Bahnen vorgesehene Mischung Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k \leq 5 \cdot 10^{-11}$  m/s sicher erreicht.



**Bild 2:** Ergebnisse Durchströmversuche (durchgeführt am IGBE Uni Hannover)

Das in der Produktionsstätte der Gebrüder Friedrich GmbH durch Vermischung von Sand und Bentonit hergestellte mineralische Dichtungsmaterial wird in ein Doppelgewebe eingefüllt und für den Transport aufgetrommelt.

Das Doppelgewebe, ein beschichtetes PEHD-Bändchengewebe, wird von der Fa. Amoco Fabrics unter der Typenbezeichnung *Doppelabstandsgewebe ProPex 64-4821* produziert. Es wird in einem Arbeitsgang hergestellt. Ober- und Unterlage sind durch ca. 20 mm lange, mit eingewebte Abstandhalterbändchen fest miteinander verbunden. Die Verbindungspunkte haben einen Abstand von 27 mm in Quer- und 25 mm in Längsrichtung des in einer Breite von ca. 2,20 m, als Rollenware gefertigten Gewebes.

Das Gewebe wird beidseitig mit dem PE-LD-Werkstoff *Optene EBA OE6417* beschichtet. Diese Beschichtung fixiert die Kreuzungspunkte der Bändchen, so dass eine auch bei Verformungen stets dichte Verpackung der eingebrachten

Sand-/Bentonitmischung gewährleistet ist. Darüber hinaus bestimmt die Beschichtung das Reibungsverhalten an den Außenflächen des Gewebes und dichtet das Gewebe zusätzlich ab.

Die folgende Zusammenstellung zeigt die wesentlichen Kennwerte der mineralischen Komponenten Sand und Bentonit sowie des Gewebes als textiles Produkt:

### **Sand**

Körnung 0/2, aus fraktionierten, getrockneten und gereinigten Sanden nach Rezeptur zusammengestellt

### **Bentonit (Calciumbentonit)**

Mahlfeinheit $d_w$ auf Sieb 0,063 mm DIN 53734	$20 \pm 5 \%$
Montmorillonit-Gehalt	$\geq 80 \%$
Kationenaustauschkapazität CEC	bis 100 mval/100g
Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 $w_A$	$> 160 \%$
Quellvolumen	$\geq 5 \text{ ml/2g}$

### **Doppelabstandsgewebe ProPex 64-4821, aus [4]:**

Masse des beschichteten Gewebes <sup>1)</sup>	$> 270 \text{ g/cm}^2$	(doppellagig)
Bändchendicke	$48 \pm 4 \mu\text{m}$	(orientiert)
Bändchenbreite	- Kette, Schuß	$2,15 \pm 0,05 \text{ mm}$
Anzahl der Bändchen <sup>2)</sup>	- Kette	55 pro 10 cm (einlagig)
"	- Schuß	50 pro 10 cm (einlagig)
Titer der Bändchen		$950 \pm 95 \text{ dtex}$
Höchstzugkraft <sup>1)</sup>	- längs, quer	$> 16 \text{ kN/m}$ (Gewebe, einlagig)
Höchstzugkraftdehnung		$> 16 \%$ (Gewebe, einlagig)
Stempeldurchdrückkraft <sup>3)</sup>		$\geq 4,0 \text{ kN}$

1) Stichprobenmittelwert; 2) Mittelwert; 3) Mittelwert minus Standardabweichung

Sand und Bentonit werden in getrocknetem Zustand zur Produktionsstätte geliefert und dort nach dem Mischprozeß in das Doppelgewebe eingefüllt. Die gefüllte MDB-Bahn hat bei der durch die Abstandhalter gewährleisteten Dicke von 20 mm eine Masse von ca.  $30 \text{ kg/m}^2$ .

Die Dicke der MDB-Bahn läuft in den Randbereichen beider Längsseiten durch entsprechend verkürzte Abstandhalter innerhalb einer Breite von ca. 10 cm keilförmig gegen Null. Die Ränder sind durch Aufeinandernähen des Unter- und Obergewebes (bereits bei der Fertigung des Doppelgewebes) verschlossen. Aufgrund dieses Konstruktionsdetails können benachbarte Bahnen übergangslos miteinander überlappt werden.

Der mit ca. 25 mm enge Abstand der Verbindungspunkte gewährleistet - ohne besondere Maßnahmen auf der Baustelle (z.B. Walzen) - eine gewisse Verspannung innerhalb der Sand-/Bentonitfüllung, so dass eine Fixierung des Sand/Bentonits zwischen den Deckgeweben sicher gegeben ist. Auf diese Weise sind Materialwanderungen oder -entmischungen während oder nach der Verlegung ausgeschlossen. Die feste Fixierung innerhalb des Doppelgewebes unterstützt zudem ein über die gesamte Fläche und Bauhöhe gleichmäßiges Zuquellen von Porenräumen bei Zutritt von Wasser in die Sand/Bentonitmischung.

### **3. Bauausführung**

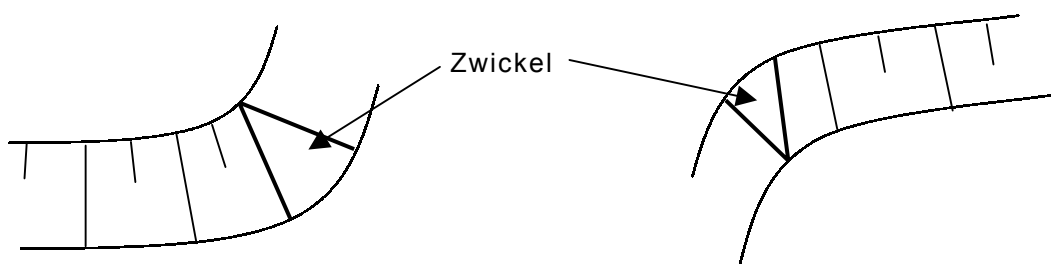
#### **3.1 Verlegung**

Die MDB-Bahnen werden nach der Befüllung im Werk auf Stahl- oder Kunststoffkerne aufgerollt und zur Baustelle transportiert. Produktionstechnisch sind Längen der Einzelbahnen bis zu 100 m möglich. Die Herstellung richtet sich jedoch nach den Erfordernissen und Gegebenheiten auf der Baustelle. Dort haben sich Längen von ca. 30 - 40 m als gut handhabbare Abmessungen herausgestellt. Zur Verlegung der fix und fertig gelieferten Bahnen sind lediglich folgende Gerätschaften erforderlich:

- ⇒ Radlader (mit Dorn) zum Abladen und Transport auf der Baustelle
- ⇒ Bagger (oder Radlader) mit Winde zum Ausrollen der Bahnen

Die an der Einbaustelle abgelegten MDB-Rollen werden mit Hilfe eines Langarmbaggers oder einer an Lader oder Bagger installierten Winde ausgerollt. Über eine Traverse ist eine sichere Führung der Rolle möglich.

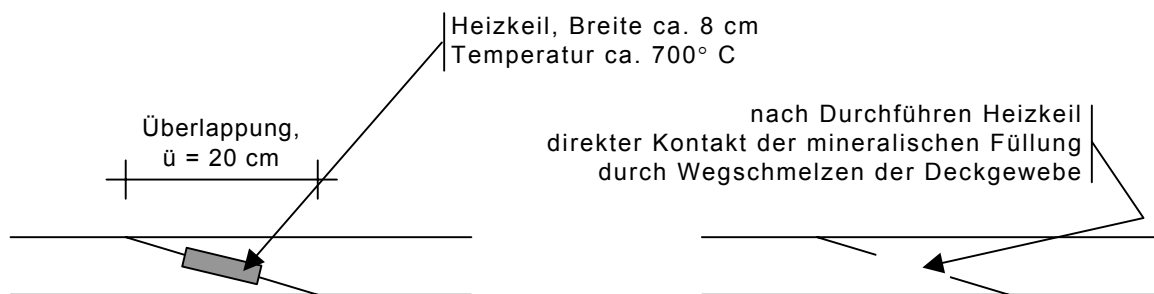
Auf Böschungsflächen lassen sich die Bahnen am besten von unten nach oben abrollen. Durch leichte Schwenkungen des an der Böschungskrone stehenden Baggers kann die Rolle leicht ausgerichtet und gelenkt werden. Die richtige seitliche Überdeckung einer jeden Bahn ist jederzeit durch einen roten, durchgehend in 10 cm Abstand vom Rand des Deckgewebes eingewebten Kontrollfaden zu erkennen. Die Bahnenlängen sind sinnvollerweise den Böschungslängen anzupassen. Unregelmäßigkeiten in den Böschungsverläufen, die zu Zwickeln in konvexen (siehe Bild 3.1) oder konkaven Böschungsflächen (siehe Bild 3.2) führen, können einfach durch eine überlappende Verlegung der Bahnen überbaut werden. Mit dem im Hinblick auf die Handhabung bei der Verlegung mit der MDB-Bahn als identisch anzusehenden MDDS-System wurden mehrfach 80 m lange Böschungen mit Neigungen von 1 : 3 auf diese Weise ohne Probleme abgedeckt.



**Bild 3.1:** Konvexe Böschung

**Bild 3.2:** Konkave Böschung

Bei der Verlegung der einzelnen Bahnen ist darauf zu achten, dass die entstehenden Überlappungen jeweils dachschindelartig in Richtung des Gefälles und damit einer möglichen Wasserfließrichtung angelegt werden. Im Bereich dieser Überlappung wird in einem weiteren Arbeitsschritt eine flächige Verbindung zwischen den mineralischen Füllungen der übereinandergelegten Bahnen hergestellt. Dazu wird ein ca. 8 cm breiter, auf ca. 700° C aufgeheizter Heizkeil zwischen den überlappenden Bereichen durchgeführt. Bei Berührung mit dem Heizkeil schmelzen das unter, bzw. obere Deckgewebe der Bahnen, so dass die mineralischen Füllungen der Bahnen unmittelbaren Kontakt bekommen (siehe Bilder 4.1 und 4.2).



**Bild 4.1:** Überlappungsbereich mit Heizkeil

**Bild 4.2:** Überlappungsbereich nach Durchführen des Heizkeils

Für den maschinell gesteuerten, gleichmäßigen Vorschub der Heizkeileinheit läuft ein hinter dem Heizkeil positioniertes, angetriebenes Rad auf der oben liegenden MDB-Bahn. In diesem Rad wird eine Markierungseinheit integriert, so dass durch eine Farbspur erkennbar ist, in welchem Bereich der Heizkeil bereits durchgeführt wurde.

Vor dem Überbauen der verlegten Bahnen (z.B. durch Belegen mit einer Dichtungsbahn oder einer Dränschicht) lässt sich durch die in den Randzonen eingearbeiteten Signalfäden über eine einfache visuelle Kontrolle sicherstellen, dass die Überlappungsbreiten und -richtungen eingehalten wurden. Gleichzeitig ermöglicht die Farbspur ebenfalls eine visuelle Kontrolle der Verschmelzung in den Überlappbereichen.

Der gesamte Einbau, sowohl in der Sohle als auch auf Böschungen, ist von 3 Mann Personal zu bewerkstelligen. Damit sichergestellt ist, dass die Verlegung der Mineralischen-Dichtungs-Bahn (MDB) jederzeit unter Beachtung der Herstellerangaben vonstatten geht, darf eine Verlegung nur durch eine von der Gebr. Friedrich GmbH als Hersteller autorisierten Firma durchgeführt werden.

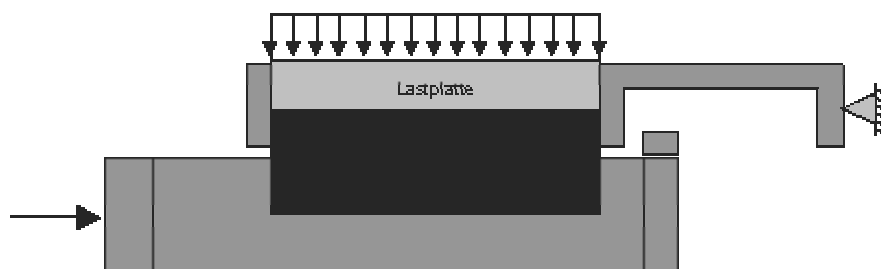
Aus der Verlegung der Mineralischen-Dichtungs-Bahn ergeben sich - anders als bei Einbau einer klassischen mineralischen Dichtung oder anderer Alternativsysteme keinerlei Zwänge für nachfolgende Arbeiten (z.B. Verlegung Dichtungsbahn, Bekiesung), da die MDB-Bahn absolut witterungsunempfindlich ist. Das beidseitige Deckgewebe des MDB-Systems ist durch die Beschichtung weitgehend wasserundurchlässig. Auch nach der Verlegung ist daher weder durch die von unten wirkende Bodenfeuchtigkeit noch durch Niederschläge eine

Vernässung der Füllung zu erwarten. Ein sofortiges Überbauen - wie bei anderen, mit Bentonit versetzten Produkten, bei denen vor Beginn des Quellens des Bentonits bereits eine flächige Auflast vorhanden sein muß - ist somit bei dem MDB-System nicht erforderlich.

### 3.2 Standsicherheit

Bei mehrschichtigen Systemen, wie Oberflächenabdichtungen, sind im Hinblick auf die Standsicherheit verschiedene Aspekte zu betrachten. Zum einen müssen zwischen den einzelnen Schichten ausreichenden Reibungsbeiwerte gegeben sein, zum anderen muß jedoch auch eine Schubkraftübertragung in der Schicht selbst sichergestellt sein. Da Deponieabdichtungen für sehr lange Zeiträume funktionsfähig bleiben müssen, ist zu gewährleisten, dass sich die in den statischen Berechnungen für den Endzustand angesetzten Scherparameter für die Grenzflächen und den Schichtaufbau selbst auch über sehr lange Zeiträume nicht negativ verändern. Die Beständigkeit auch des mechanischen Verhaltens ist bei mineralischen Materialien wie Bentonit und Sand in hervorragender Weise gegeben.

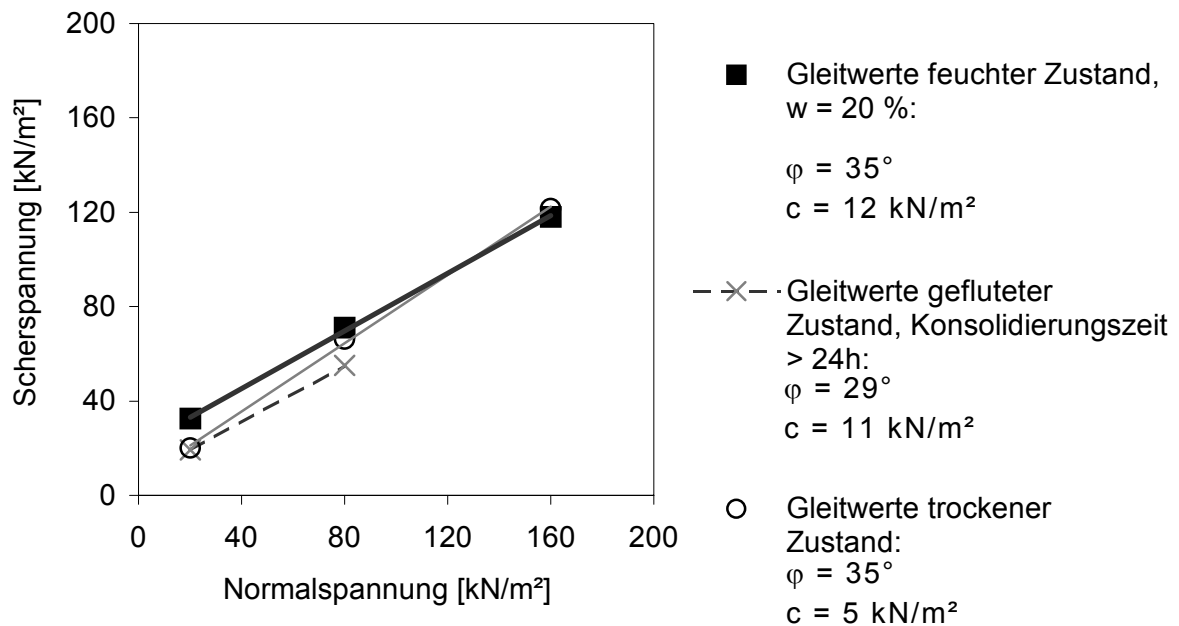
Am IGBE der Universität Hannover wurden Scherversuche zur Ermittlung der Scherparameter des Sand/Bentonitgemisches durchgeführt. Bild 5 zeigt eine Skizze des Scherkastens. In Bild 6 sind die Ergebnisse der Scherversuche grafisch aufbereitet.



**Bild 5:** Scherkasten 6 x 6 cm

Bild des IGBE der Uni Hannover

### Füllung aus Sand-Bentonit-Gemisch



**Bild 6:** Schergeraden

Versuche durchgeführt am IGBE der Universität Hannover

Die unter Berücksichtigung verschiedener Wassergehalte des Sand/Bentonitgemisches durchgeführten Scherversuche ergaben mit Reibungswinkeln  $\varphi > 25^\circ$  durchweg Werte, die den Einbau des Materials auf unter 1 : 3 geneigten Flächen (entspricht  $\beta = 18,4^\circ$ ) - auch unter Berücksichtigung der üblicherweise eingerechneten Sicherheiten (gemäß EAU) - problemlos möglich machen.

Beständigkeitsnachweise über sehr lange Zeiträume sind für Kunststoffe nach wie vor als problematisch anzusehen. Dies gilt insbesondere, wenn es nicht nur um aus dem Einbaumillieu resultierende Beanspruchungen geht, sondern auch und gerade um mechanische Beanspruchungen. Sofern nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich die in den Oberflächenabdichtungssystemen eingesetzten Kunststoffe im Laufe der Zeit mehr oder minder auflösen oder zumindest erhebliche Eigenschaftsveränderungen in mechanischer Hinsicht erfahren, sind sinnvollerweise Standsicherheitsbetrachtungen anzustellen, bei denen von einem Verschwinden der Kunststoffelemente ausgegangen wird. In einem solchen Fall verbleiben lediglich die hydraulischen und mechanischen Eigenschaften der als dauerhafter anzusehenden mineralischen Komponenten.

Sollten die PEHD-Deckgewebe samt Abstandhalter des MDB-System mit der aus einer Sand/Bentonitmischung bestehenden Füllung langfristig ausfallen, wären sowohl für die Grenzflächen zu den unter- bzw. überlagernden Schichten, als auch für die innere Scherfestigkeit die Scherparameter der mineralischen Füllung maßgebend. Der mit 75 % vorhandene hohe Sandanteil verbessert die Reibungsbegabung der gesamten Mischung dabei erheblich gegenüber einer reinen Bentonitfüllung, deren Reibungswinkel so niedrig anzunehmen wäre, dass der langfristige Einsatz einer reinen Bentonitfüllung auf geneigten Flächen praktisch auszuschließen ist. Mit dem MDB-System lassen sich somit auch unter dem Gesichtspunkt eines dauerhaften Einsatzes geneigte Flächen<sup>1)</sup> standsicher abdichten.

1) dem Reibungswinkel der Sand/Bentonitmischung entsprechend

Um eine Abschätzung der für jedes einzelne Projekt vorzulegenden Reibungsbeiwerte  $\delta$  zwischen dem MDB-System und denkbaren benachbarter Lagen ermöglichen zu können, zeigt die folgende Tabelle 1 exemplarisch die Ergebnisse einiger, von verschiedenen Stellen ausgeführter Scherversuche (30 x 30 cm), die das Reibungsverhalten in der kritischen Gleitfuge zwischen einer MDDS-Bahn und verschiedenen Dichtungsbahnen untersucht haben. Da die Gewebe der MDDS-Bahn und des MDB-Systems identisch sind, sind diese Angaben zur Orientierung zulässig. Die Werte sind jeweils projektbezogen für Ober- und Unterseite der Bahnen zu bestimmen, um den zu erwartenden Kräftefluß abschätzen zu können.

Struktur der Dichtungsbahn (KDB)	Reibungsbeiwert MDDS $\leftrightarrow$ KDB $\delta$ °
glatt	16 °
geometrisch	19 °
sandrauh	25 °

**Tabelle 1:** Beispiel von Reibungsbeiwerten zwischen MDDS  $\leftrightarrow$  KDB (verschiedene Oberflächenstrukturen)

## **4. Qualitätssicherung**

### **4.1 Herstellung**

#### **4.1.1 Sand- und Bentonitlieferung**

Sowohl der Sand- als auch der Bentonitlieferant ist in die Qualitätsüberwachung der Herstellung des MDB-Systems eingebunden. Beide Zulieferer müssen Protokolle der eigenen Güteprüfungen vorlegen, die zusammen mit den zur Zuordnung nötigen Lieferscheinen archiviert werden.

Eine Augenmerk wird bei der Kontrolle besonders auf die Parameter gelegt, welche die Eigenschaften des Endproduktes beeinflussen. Unter anderem sind dies vor allem:

**Sand:** Körnungslinie

**Bentonit:** Montmorillonitgehalt  
Wasseraufnahme

#### **4.1.2 Gewebeproduktion**

Die Überwachung des Gewebes wird durch Eigen- und Fremdüberwachung sichergestellt. Die Eigenüberwachung folgt der Produktion und ist dementsprechend in mehrere Schritte wie folgt untergliedert, aus [3]:

1. Rohstoffeingangskontrolle durch Prüfung
  - äußere Beschaffenheit
  - Schmelzindex
2. Qualitätskontrolle bei der Bändchenherstellung durch Prüfung
  - Dicke des unverstreckten Films
  - Bändchentiter
  - Bändchenbreite
  - Höchstzugkraftfestigkeit
  - Höchstzugkraftdehnung
  - Heißluftschumpf

3. Qualitätskontrolle der gewebten Rohware durch Prüfung
  - Schußfadendichte
  - Flächengewicht (Doppellage)
  - Gewebedicke (Doppellage)
  - Höchstzugkraftfestigkeit (Einzellage)
  - Höchstzugkraftdehnung (Einzellage)
4. Qualitätskontrolle der beschichteten Fertigware durch Prüfung
  - Beschichtungsauflage
  - Flächengewicht (Doppellage)
  - Dicke (Doppellage)
  - Höchstzugkraftfestigkeit (Einzellage)
  - Höchstzugkraftdehnung (Einzellage)
  - Stempeldurchdrückkraft (Doppellage)

Die Produktion wird von dem Labor für Baustoffe der Fachhochschule Münster gemäß einem Fremdüberwachungsvertrag nach DIN 18 200 überwacht. Die Fremdüberwachung umfaßt die Prüfung folgender Kenngrößen:

- Flächengewicht
- Höchstzugkraftfestigkeit - Kette, Schuß
- Höchstzugkraftdehnung - Kette, Schuß

Durch Vergabe einer fortlaufenden Identitätsnummer (ID-Nr.), die auf dem Gewebe einer jeden Rolle aufgedruckt ist, wird die lückenlose Rückverfolgbarkeit für jede Produktionsstufe gesichert.

#### **4.1.4 Befüllung**

Zu Beginn der Befüllung wird die ID-Nr. der gerade verarbeiteten Geweberolle für jedes des aus dieser Rolle abgelängten Teilstückes festgehalten. Während der Befüllung wird im Rahmen der Eigenüberwachung kontinuierlich die Dicke jeder gefertigten Bahn gemessen und grafisch auf einem Ausdruck protokolliert. Die kontaktlose Dickenmessung erfaßt - in Querrichtung der Bahn - Linien in 10 cm Abstand. Über die Dickenmessung hinaus wird visuell der Zustand der Nähte geprüft.

Die gesamte Produktion unterliegt einer Fremdüberwachung gemäß DIN 18 200, übernommen vom Labor für Baustoffe der Fachhochschule Münster. Die Fremdüberwachung umfaßt hier die:

- Überprüfung und statistische Auswertung der Eigenüberwachung
- Prüfung der elektronischen Dickenkontrolle
- Kontrolle der Güteprüfung des Sandlieferanten
- Kontrolle der Güteprüfung des Bentonitlieferanten

Für jede befüllte Bahn wird ein Rollenetikett erstellt, auf welchem die Produktbezeichnung, Rollenummer, Herstellungsdatum und weitere Angaben zu Abmessungen usw. vermerkt sind.

#### **4.2 Einbau auf der Baustelle**

Da die Mineralische-Dichtungs-Bahn (MDB) Bestandteil des Deponieabdichtungssystems ist, unterliegt der Einbau auch den Qualitätssicherungsmaßnahmen, die in den einschlägigen Regelwerken fixiert sind. Für die unter Kontrolle einer Eigen- und Fremdüberwachung im Werk fix und fertig hergestellte MDB-Bahn können sich die bei der Verlegung durchzuführenden Kontrollen jedoch auf im wesentlichen visuelle Begutachtungen des Bauablaufes beschränken. Dies hat den Vorteil, dass keinerlei Proben zu nehmen sind, die nur mit einer gewissen Zeitverzögerung untersucht werden könnten. Der Baufortschritt wird daher - sofern alles den Einbauanweisungen entsprechend ausgeführt wird - durch die Qualitätssicherung in keiner Weise gebremst.

Eigen- und Fremdüberwachung haben sicherzustellen,

- dass geeignetes Verlegegerät zum Einsatz kommt
- dass die zu belegenden abgenommen sind
- dass die zu belegenden Flächen sauber sind
- dass die Stöße mit ausreichenden Überlappungen (Kontrollfaden) angelegt werden
- dass die Überlappungen in Richtung des örtlichen Gefälles orientiert sind
- dass die Schmelzung der Überlappungsbereiche durchgehend ausgeführt ist (erkennbar durch Farbspur)
- dass der Baufortschritt in einem Verlegeplan dokumentiert wird
- dass eventuell erforderlicher Fahrbetrieb nur auf speziell angelegten Fahrstraßen läuft
- dass ein Überbauen vorsichtig geschieht

Die Fremdüberwachung hat ferner zu kontrollieren,

- dass Herstellungsprotokolle zu jeder angelieferten Rolle vorgelegt werden
- dass - sofern erforderlich - rechtzeitig die geforderten Reibungsbeiwerte nachgewiesen werden

Der Einbau des MDB-Systems ist bei der Definition der Qualitätssicherungsmaßnahmen in dem Qualitätssicherungsplan mit aufzunehmen. Dabei sind die Herstellerhinweise zur Verlegung zu berücksichtigen.

Die Mineralische-Dichtungs-Bahn (MDB) stellt eine wesentlich für den Einsatz in Oberflächenabdichtungen entwickelte, hochwirksame und dauerhaft auch auf geneigten Flächen einsetzbare mineralische Dichtung dar, die als fertig angeliefertes Produkt einfach und mit hohen Tagesleistungen verlegt werden kann. Da das MDB-System absolut witterungsunempfindlich ist, ergeben sich aus der Verlegung der vorgefertigten Bahnen keinerlei Zwänge für nachfolgende Arbeiten, was die Baustellenregie gerade unter schwierigen Witterungsbedingungen wesentlich erleichtert und der Qualität des Gesamtsystems zugute kommt.

## Literatur

- [1] Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall)
- [2] Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom April 1999 über Abfalldeponien
- [3] Werkseitig vorgefertigte mineralische Dichtungselemente mit besonderen bodenmechanischen Eigenschaften auch für steiler geneigte Abdichtungssysteme, Ulrich Sehrbrock, 18. Fachtagung "Die sichere Deponie", SKZ Würzburg, 14./15. Februar 2002
- [4] Zulassungsschein 12/BAM 8.3/04/95, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Antragsteller: Gebr. Friedrich GmbH, Salzgitter