

K Besonderheiten beim Bau der Abdichtungssysteme auf der Deponie Em-scherbruch aus Sicht der fremdprüfenden Stelle

Dipl.-Ing. Detlef B. Asmus/Dipl.-Ing. Thomas Eckerth/
Dipl.-Ing. Peter Schreiber, Essen

1. Allgemeine Eckdaten der Zentraldeponie Emscherbruch

Die Zentraldeponie Emscherbruch (ZDE) wurde im Jahr 1968 auf dem ehemaligen Zechengelände Graf Bismarck erbaut. Ziel und Zweck war die Einrichtung der ersten zentralen Deponie für Hausmüll in Deutschland. Im Jahr 1983 wurde hier auch eine Sonderabfalldeponie errichtet.

Die gesamte Fläche der Deponie beträgt ca. 113 ha, wobei hier 85 ha Deponierungsfläche berücksichtigt sind. Das gesamte Deponievolumen beläuft sich auf 30 Mm³, wobei bis zum Jahr 2002 bereits 24 Mm³ verfüllt und somit ein Restvolumen von ca. 6 Mm³ vorhanden ist. Der höchste Punkt der Deponie liegt bei ca. 120 m NN, die Deponiesohle liegt bei ca. 80 m NN.

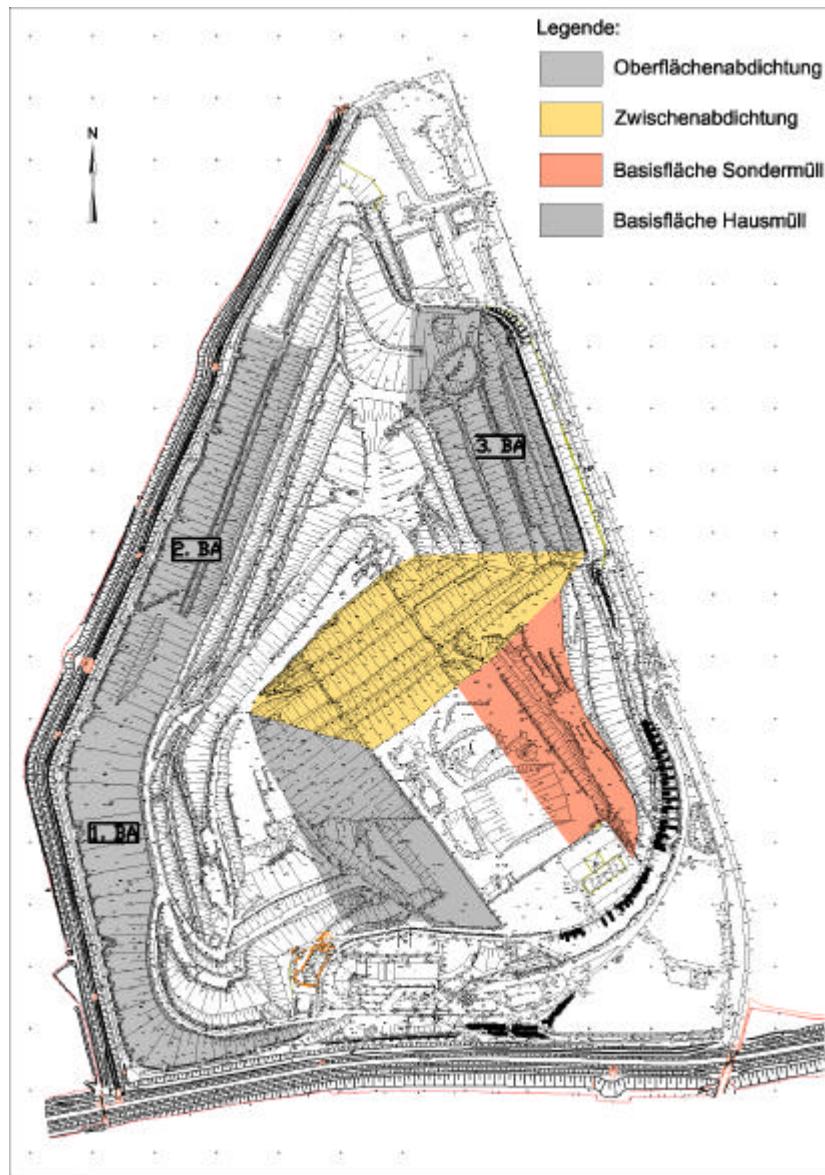


Abbildung 1: Übersichtslageplan der Zentraldeponie Emscherbruch

2. Organisation der Fremdprüfung

Die ASMUS+PRABUCKI · INGENIEURE BERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (API) und die LIMES GmbH wurden jeweils mit der Fremdprüfung für die Deponiedichtungssysteme auf der ZDE beauftragt. Die LIMES GmbH ist seit 2002 nach BAM Richtlinie durch den DAR akkreditiert. Die Akkreditierung erfolgt nach DIN EN 45 004 für die Inspektionsstelle und DIN EN ISO/IEC 17 025 für das Prüflabor.

Beide Unternehmen bilden eine Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Fremdprüfung, wobei die fachliche Trennung derart ist, dass die API den mineralischen, die LIMES den polymeren Part der Begutachtung übernimmt.

Die Begutachtung und Probennahme erfolgte durch bis zu fünf Inspektoren (Baustoffprüfer und Bauingenieure).

3. Abdichtungssysteme

3.1 Basisabdichtungssysteme

Gemäß der Änderungen der abfallrechtlichen Genehmigungen für einzelne Basisabdichtungsabschnitte im Bereich der Ablagerung von Hausmülldeponie wurde eine bereits vorhandene 1,0 m mächtige mineralische Dichtung zuzüglich einer 0,3 m starken Dränageschicht umgewandelt in ein Basisabdichtungssystem gemäß TA Siedlungsabfall. Hierbei wurde die 1,0 m mächtige mineralische Dichtung auf 0,75 m reduziert, anschließend mit einer KDB belegt und mit einer Schutzschicht aus einem Geotextil $G > 1.200 \text{ g/m}^2$ und einem Brechkornmisch $0/8 \text{ mm } d \geq 0,15 \text{ m}$ sowie einer Dränageschicht überbaut.

Weiterhin wurde im Bereich des Sondermülls eine vorhandene 1,0 m mächtige mineralische Dichtung zuzüglich einer 0,3 m starken Dränageschicht zunächst um die oberen 0,25 m der mineralischen Dichtung reduziert, mit neuem Dichtungsmaterial wiederum aufgebaut und anschließend mit einer KDB wiederum mit o. g. Aufbau entsprechend eingerichtet.

Der neue Basisabdichtungsbereich wurde in Anlehnung an die Deponieverordnung (DepV) wie folgt aufgebaut:

- Planum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} \leq 3,0$
- Geotechnische Barriere Dicke $\geq 1,00 \text{ m}$ (4 Lagen mit mind. 0,25 m)
 $k \leq 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ (Laborwert bei $i = 30$)
 $D_{Pr} \geq 95 \%$, Luftporenanteil $n < 5\%$
Tonmineralanteil $\geq 15 \text{ Gew.-%}$
- Basisabdichtung Dicke $\geq 0,50 \text{ m}$ (2 Lagen mit mind. 0,25 m)
 $k \leq 5,0 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ (Laborwert bei $i = 30$)
 $D_{Pr} \geq 95 \%$, Luftporenanteil $n \leq 5\%$
Tonmineralanteil $\geq 10 \text{ Gew.-%}$
Aggregatgröße $\leq 32 \text{ mm}$
Fließgrenze $w_L \geq 35 \%$
Konsistenzzahl $0,75 \leq I_c \leq 1,0$ (steifer Bereich)
Kalziumkarbonatanteil $\leq 15 \text{ Gew.-%}$
Anteil organische Substanz $\leq 10 \text{ Gew.-%}$
- Kunststoffdichtungsbahn: Dicke $\geq 2,5 \text{ mm}$, PE-HD
Nachweis der Eignung ist durch einen Zulassungsbescheid der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zu erbringen
- Schutzschicht: a) Zulassungsbescheid der BAM für Schutzvlies,
b) mineralische Schutzschicht $d \geq 0,15 \text{ m}$ aus Brechkorn 0/8 mm
- Entwässerungsschicht: $d \geq 0,50 \text{ m}$, im Bereich des Sammlers
 $d \geq 2 \times DA$, Korngröße 16/32 mm
- Rohraufleger: Sand bzw. vergüteter Sand
Sand-Bentonit-Zement, im Bereich des Tiefpunktes vor dem Durchdringungsbauwerk

3.2 Zwischenabdichtungssysteme

Die Zwischenabdichtungen wurden bezogen auf ihre zeitliche Notwendigkeit zum einen als Kombinationsabdichtung für die sofortige Belegung mit Sonderabfall, zum anderen als mineralische Dichtung – mit 0,5 m Verwitterungsschicht und Zwischenbegrünung (Erosionssicherung) – zur späteren Herrichtung als Zwischenabdichtung aufgebaut. Für den Sonderabfallbereich wurde eine Zwischenabdichtung mit nachfolgendem Aufbau hergerichtet:

- Trag-/Ausgleichsschicht: Gesamtstärke $\geq 0,5 \text{ m}$ (verdichtet)
- Mineralische Dichtung: Gesamtstärke $\geq 1,2 \text{ m}$
Dicke der Einzellagen $d \leq 0,25 \text{ m}$ (verdichtet)
 $k \leq 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ (Laborwert bei $i = 30$)

- $D_{Pr} \geq 95 \%$, Luftporenanteil $n < 5\%$
 Tonmineralanteil ≥ 10 Gew.-%
 Aggregatgröße ≤ 8 mm
 Fließgrenze $w_L \geq 35 \%$
 Konsistenzzahl $0,75 \leq I_c \leq 1,0$ (steifer Bereich)
 Kalziumkarbonatanteil ≤ 10 Gew.-%
 Anteil organische Substanz ≤ 10 Gew.-%
- Kunststoffdichtungsbahn: Dicke $\geq 2,5$ mm, PE-HD
Nachweis der Eignung ist durch einen Zulassungsbescheid der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zu erbringen.
 - Schutzschicht: Schutzvlies mit einem Flächengewicht von 2.400 – 3.000 g/m² *Naue, Secutex*
 - Dränschicht: Gesamtstärke $\geq 0,50$ m, Korngröße 8/16 mm, $k \geq 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s

Die bereits mit mineralischer Dichtung belegte Zwischenabdichtung wird abschnittsweise von derzeit 1,70 m auf 1,20 m rückgebaut. Es ist ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k \leq 1,0 \cdot 10^{-9}$ m/s gefordert. Der Schichtenaufbau gliedert sich von unten nach oben mit entsprechenden Anforderungen:

- Trag-/Ausgleichsschicht: Gesamtstärke $\geq 0,5$ m (verdichtet)
- Mineralische Dichtung: Gesamtstärke $\geq 1,7$ m
Dicke der Einzellagen $d \leq 0,25$ m (verdichtet)
 $k \leq 1,0 \cdot 10^{-9}$ m/s (Laborwert bei $i = 30$)
 $D_{Pr} \geq 95 \%$, Luftporenanteil $n < 5\%$
Tonmineralanteil ≥ 20 Gew.-%
Aggregatgröße ≤ 32 mm
Fließgrenze $w_L \geq 35 \%$
Konsistenzzahl $0,75 \leq I_c \leq 1,0$ (steifer Bereich)
Kalziumkarbonatanteil ≤ 10 Gew.-%
Anteil organische Substanz ≤ 10 Gew.-%
- temporäre Abdeckung: Erosionsschutzmatte (Geogitter) + Kompost zur Zwischenbegrünung

3.3 Oberflächenabdichtungssysteme

Die Oberflächenabdichtungssysteme gliedern sich in Bauabschnitte von ca. 6 bis 7 ha. Nachfolgend ist der Schichtenaufbau von unten nach oben mit entsprechenden Anforderungen aufgelistet:

- Gasdränageschicht: Schichtenmächtigkeit $\geq 0,30$ m
 $k \leq 1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s
 Kalziumkarbonatgehalt < 10 %
- Trag- bzw. Ausgleichsschicht: Schichtenmächtigkeit $\geq 0,50$ m
 $D_{Pr} \geq 95$ % bzw. 97% in Abhängigkeit der Bodengruppe
 oder $E_{v2} \geq 45$ MN/m², $E_{v2}/E_{v1} \leq 3,0$
- mineralische Abdichtung: Gesamtschichtenmächtigkeit $\geq 0,50$ m
 2 Lagen á 0,25 m
 $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s ($i = 30$)
 $D_{Pr} \geq 95$ %
 Luftporengehalt $n_a \leq 5$ %
 Kalziumkarbonatgehalt ≤ 10 Masse-%
 Organische Bestandteile ≤ 10 Masse-%
 Tonmineralgehalt ≥ 10 Masse-%
 $w_L \geq 35$ Masse-%
 $0,75 \leq I_c \leq 1,0$ (steife Konsistenz)
 Aggregatgröße ≤ 32 mm
- Kunststoffdichtungsbahn: Dicke $\geq 2,5$ mm, PE-HD
 Nachweis der Eignung ist durch einen Zulassungsbescheid der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zu erbringen
- Kapillarsperre: Kapillarblock, Kies 2/8 mm, Schichtenmächtigkeit $\geq 0,20$ m
 Kapillarschicht, Sand 0/2 mm, Schichtenmächtigkeit $\geq 0,30$ m
- Geotextil: Trennvlies ≥ 150 g/m²
- Rekultivierungsschicht:
 - Unterboden Schichtenmächtigkeit $\geq 0,40$ m
 Ges. Wasserdurchlässigkeit $k_f \leq 5,8 \cdot 10^{-7}$ m/s
 $D_{Pr} \geq 95$ %
 - Oberboden Schichtenmächtigkeit $\geq 0,95$ m
 Ges. Wasserdurchlässigkeit $k_f \leq 1,2 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Kompost Schichtenmächtigkeit $\geq 0,10$ m
- Begrünung: sofort nach Aufbringen des Kompostes
teilweise dem Kompost bereits zugesetzt

Auf Grund der Zusammensetzung des Sonderabfalls erfolgt keine Gasproduktion. Somit entfällt hier die Gasdränageschicht im Oberflächenabdichtungssystem.

4. Besonderheiten der Fremdprüfung

Neben den jahreszeitlich abhängigen Besonderheiten, wie z. B. den Winterbaustellen, bei denen unter einem Großzelt mit den Abmaßen 50 m x 130 m und dem notwendigen Equipment (Windsicherung, Belüftung etc.) oder in den Sommermonaten auf Grund der intensiven Sonneneinstrahlung die polymere Dichtung nur in einem Zeitfenster von 04:00 bis 08:00 Uhr eingebaut und belegt werden konnte, wird nachfolgend auf die Problempunkte Kapillarsperre sowie Steilbereich eingegangen.

4.1 Kapillarsperre

Zur Dimensionierung der Kapillarsperre wurde zunächst die Belastung der Kapillarsperre mittels Simulation des Wasserhaushaltes der Rekultivierungsschicht ermittelt. Die Simulation erfolgte in der Planungsphase über das HELP-Modell. Die Berechnung stützt sich auf die Wasserhaushaltsdaten der vergangenen fünf Jahre. Die bodenmechanischen Parameter sind auf Grund von Erfahrungswerten angenommen. Im Nachgang werden laterale Dränkapazitäten ebenfalls auf Grund von Erfahrungswerten abgeschätzt. Mit den vorgenannten Überlegungen wurden dann die eventuell zu erwartenden Durchbrüche kalkuliert.

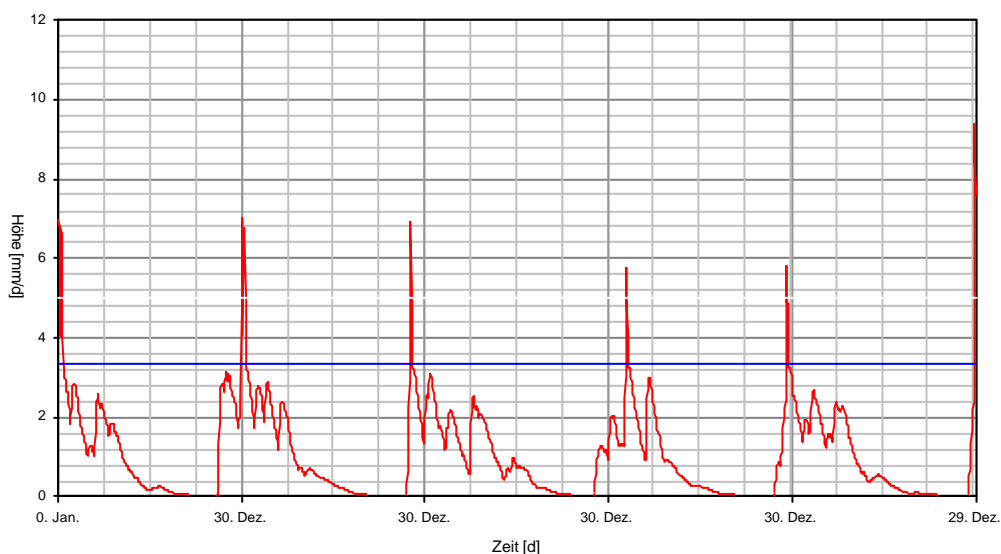


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung von möglichen Durchbrüchen

Im Rahmen der Angebotsphase des 1. BA der Oberflächenabdichtung wurden dann in Anlehnung der GDA-Empfehlung E 2-33 „Kapillarsperren als Oberflächenabdichtungssystem“ Eignungsprüfungen– mit Ausnahme des Kipprinnenversuchs – durch die Bieter durchgeführt.

Die Fremdprüfung wurde beauftragt, die ausgewählte Materialkombination für die Kapillarsperre zu überprüfen. Hierbei wurden in einer ersten Phase orientierende Voruntersuchungen sowie ein 1,0 m langer Kipprinnenversuch durchgeführt. Nach den ersten positiven Ergebnissen wurde die Überprüfung mittels einer 6,0 m-Kipprinne fortgeführt, welche vor der Befüllung mit den ausgewählten Bodenmaterialien mittels einer Hydraulik auf die zu simulierende Neigung von 1 : 5 eingestellt wurde. Anschließend erfolgte die Befüllung mit dem 2/8 mm-Kies. Der 0/2 mm-Sand wurde vorsichtig auf den Kapillarblock aufgebracht. Damit Verdunstungserscheinungen an der Oberseite der Kapillarschicht vermieden werden, wurde sie während des Versuchs mit einer Folie abgedeckt. Nach diesen Vorbereitungen wurde der Versuch auf Grund der guten Ergebnisse des 1,0 m-Kipprinnenversuchs mit ca. 50 % der nachzuweisenden lateralen Dränkapazität gestartet. Sobald sich bei der beaufschlagten Bewässerungsrate ein stationärer Zustand eingestellt hatte, wurde diese sukzessive erhöht. Das Abbruchkriterium bei diesem Versuch war der Beginn eines deutlichen Durchbruchs des eingeleiteten Wassers in den Kapillarblock.

Als Besonderheit wurde in der Kipprinne ein vertikaler Durchdringungspunkt (Schachtbauwerk) simuliert. Dies erfolgte unter Zuhilfenahme eines PVC-Rohrs mit einem Durchmesser von 100 mm. Im Rahmen der Messwerterfassung wurden folgende Parameter gemessen:

- Einlauf in $l/(m \cdot d)$
- Auslauf Kapillarschicht $l/(m \cdot d)$
- Auslauf Kapillarblock $l/(m \cdot d)$
- Auslauf Randumläufigkeiten $l/(m \cdot d)$
- Auslauf am Schacht $l/(m \cdot d)$

Der Einlauf wurde über eine Schlauchpumpe kontrolliert, die aufgefangenen Wassermengen wurden mit Hilfe einer Feinwaage bestimmt.

Nachzuweisen war eine laterale Dränkapazität von 218 $l/(m \cdot d)$. Diese Wassermenge musste die Kapillarschicht gemäß der theoretischen Betrachtung mittels HELP-Modell bei einer Neigung von 1 : 5 und einer Hanglänge von 50 m lateral abführen. Diese laterale Dränkapazität konnte nach einer Laufzeit des Versuchs von ca. 3 Wochen nachgewiesen werden. Durch weiteres Steigern der Bewässerungsrate erfolgte ein Versagen der Kapillarsperre erst nach ca. 1.000 h. Die zu diesem Zeitpunkt aktuelle Bewässerungsrate wurde mit 400 $l/(m \cdot d)$ fest-

gestellt. Somit ist ein Sicherheitsbeiwert von ca. 1,8 gegenüber dem Sollwert von 218 l/(m· d) erreicht worden.

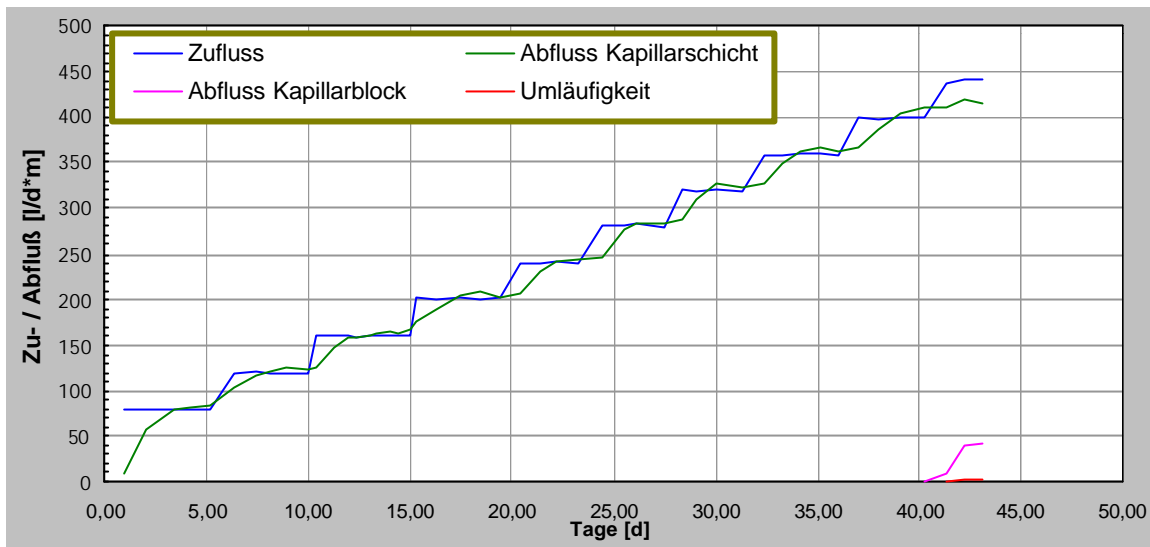


Abbildung 3: Darstellung des zeitlichen Verlaufs des 6,0 m-Kipprinnenversuchs

Nachdem die Eignungsprüfung ein positives Ergebnis gezeigt hat, wurde mit dem Material ein Probefeld erstellt, in dem die einbautechnischen Randbedingungen festgelegt wurden. Auf Grund der Erfahrungen aus diesem Probefeld wurde dann der Qualitätssicherungsplan (QSP) für die Kapillarsperre entworfen. Nachfolgend sind die wichtigsten Untersuchungen mit den entsprechenden Prüfraster angegeben.

Prüfmerkmal	Prüfung gem.	Soll-Wert	Durchführung/Raster		
			Bltg.	E	F
Kapillarblock					
- Feststellen von Auffälligkeiten	visuell	kein Einschleppen von Feinmaterial, Unterkorn und Fremdkörper	AW	x	AW
- Prüfung der KDB-Oberfläche unmittelbar vor Aufbringen des Kapillarblocks	visuell	Planlage	AW	x	AW
- Körnungslinie	DIN 18 123	gem. EP	-	1.000 m ²	1.000 m ²
- Scherfestigkeit	DIN 18 137	gem. Standsicherheit	-	*	*
- Wassergehalt	DIN 18 131	gem. EP	-	5.000 m ²	5.000 m ²
- Korndichte	DIN 18 124	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²
- Kalkgehalt	DIN 18 129	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²
- Wasserdurchlässigkeit	DIN 18 130	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²
Kapillarschicht					
- Feststellen von Auffälligkeiten	visuell	kein Einschleppen von Feinmaterial, Unterkorn und Fremdkörper	AW	x	AW
- Höhenlage nach Herstellung	messen	gem. Planung	AW/AS	25x25m ²	AW
- Körnungslinie	DIN 18 123	gem. EP	-	1.000 m ²	1.000 m ²
- Scherfestigkeit	DIN 18 137	gem. Standsicherheit	-	*	*
- Wassergehalt	DIN 18 131	gem. EP	-	5.000 m ²	5.000 m ²
- Korndichte	DIN 18 124	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²
- Nachweis der Filterstabilität	z. B. nach TER-ZAGHI	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²
- Wasserdurchlässigkeit	DIN 18 130	gem. EP	-	10.000 m ²	10.000 m ²

* = bei Materialschwankungen

x = Verantwortlich für Durchführung und Prüfung

AW = Anwesenheit und Prüfung

AS = Aufschrieb/Dokumentation

Um die Funktionstüchtigkeit der Kapillarsperre zu prüfen und dementsprechend auch eine Kontrollierbarkeit des Systems zu erreichen, wurde in der Kapillarschicht quer zur Böschungsfälllinie in einem Abstand von ca. 0,5 m Fangdränagen DA 160 mm, welche jeweils eine Länge von 50 bis 60 m besitzen, verlegt. Die Fangdränagen wurden als vollgelochtes PEHD-Dränagerohr DA 160 mm ausgeführt. Damit werden Einzugsgebiete mit einer Fläche von ca. 2.500 bis 3.000 m² erfasst. Die konstruktive Abschirmung der Fangdränagen gegenüber den angrenzenden Schichten wurde so ausgestaltet, dass es nicht zu Umläufigkeiten im Randbereich der KDB kommen kann.

Zur Erfassung von Wassermengen, die ggf. aus der Kapillarschicht in den Kapillarblock gelangen, werden auf der KDB ebenfalls quer zur Böschungsfälllinie in einem Abstand von ca. 50 m Ableitkrägen aus PEHD an die KDB gefügt. Die Ableitkrägen verlaufen parallel ca. 0,3 m seitlich versetzt zu den Fangdränagen.

Die Ableitung der gefassten Wässer aus der Kapillarschicht bzw. dem Kapillarblock erfolgt über zwei geschlossene Sammelleitungen in die am Böschungsfuß angeordneten Messschächte. Hier werden die Wassermengen durch Messgeräte quantitativ erfasst. Zusätzlich

zu dem Messsystem am Böschungsfuß ist auf der Deponieböschung ein Kontrollsystem für den Kapillarblock vorgesehen. Hierzu dient ein vertikales PEHD-Kontrollrohr DN 300, in dem bei Bedarf eine mobile Messeinrichtung eingesetzt werden kann. Mittels Ultraschallmesstechnik kann der Durchfluss innerhalb des V-Querschnitts ermittelt werden.

Eine Funktionsprüfung der Kapillarsperre erfolgt zum einen über die Auswertung der Ergebnisse aus den Messeinrichtungen, zum anderen über eine Funktionsprüfung anhand einer Beaufschlagung der einzelnen Entwässerungsstränge mit definierten Wassermengen. Nach Fertigstellung des Entwässerungssystems erfolgt durch die Fremdprüfung eine Kamerabefahrung der einzelnen Leitungsstränge.

Um die geplante Kapillarsperre als Kontrollsystem für die Oberflächenabdichtung verwenden zu können, ist eine Überwachung der Bilanzierung des Wasserhaushaltes des Gesamtsystems oberhalb des Dichtungselementes notwendig. Erste Ergebnisse zeigen, dass die feststellbaren Wassermengen erheblich unter dem im Rahmen der Bemessung ermittelten Mengen liegen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Oberboden und der Rekultivierungsboden aus lehmigen Bodenmaterialien mit niedrigerem Durchlässigkeitsbeiwert als in der Dimensionierung angenommen eingebaut wurde. Wie beispielhaft in der Abbildung 4 zu erkennen ist, erfolgt auf Starkregenereignisse ein Anstieg der Wassermengen in der Kapillarschicht und – zeitlich verzögert – ein Durchbruch. Nachdem sich die Wassermengen wieder reguliert haben, erfolgt der laterale Abfluss wieder ausschließlich in der Kapillarschicht.

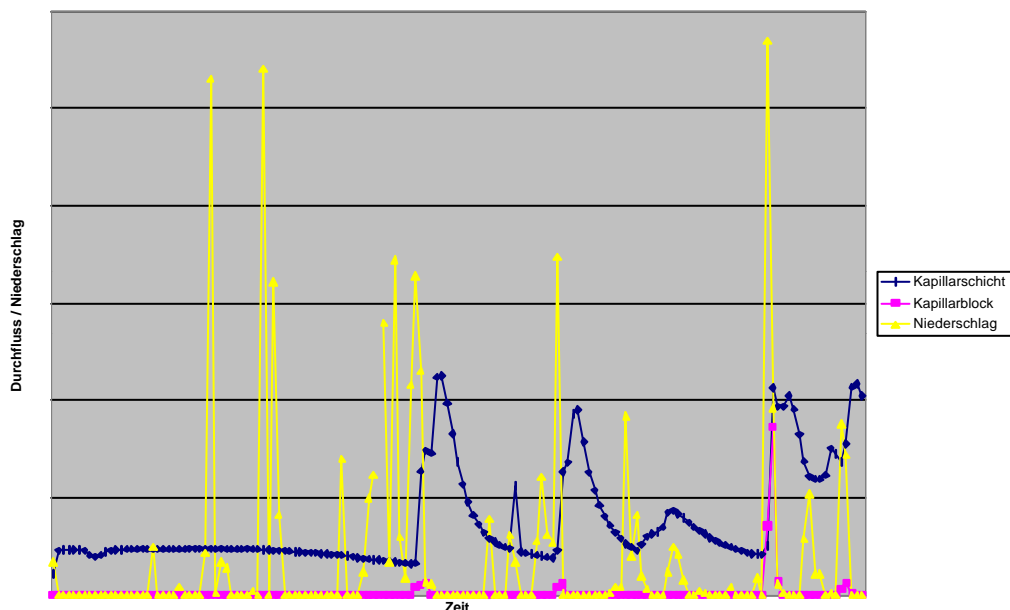


Abbildung 4: Beispielhafter Abfluss im Kapillarblock und in Kapillarschicht zuzüglich der Niederschlagsereignisse

4.2 Steilbereich

Im Zuge der Oberflächenabdichtungsarbeiten im 3. Bauabschnitt der ZDE ist im Bereich der ehemaligen Schachtanlagen, dem Schachtschutzbereich (SSB) der Deutschen Steinkohle (DSK) ein modifiziertes, kontrollierbares Oberflächenabdichtungssystem erforderlich. Hier wurden die ehemaligen Schächte nur lose verfüllt. Gemäß den Vorgaben der DSK sind dynamische Verdichtungsvorgänge und die Befahrung des Bereiches mit schwerem Gerät zu vermeiden. Die Vorhaltung einer dauerhaften und tragsicheren Zuwegung nach Abschluss der Dichtungsarbeiten ist zu berücksichtigen. Während der gesamten Bauzeit ist seitens der bauausführenden Firma ein Setzungsmesssystem am verfüllten Schacht der DSK vorzuhalten und täglich zu kontrollieren. Die Arbeiten haben im Mai 2003 begonnen und werden nach der Winterpause im Jahr 2004 fortgesetzt.

Die Oberflächenabdichtung im SSB umfasst eine Fläche von ca. 1,2 ha und gliedert sich in zwei Teilbereiche mit unterschiedlicher Flächenausdehnung. Die maximale Neigung der Steilböschungen im SSB beträgt 1:1,5.

Die Oberflächenabdichtung im SSB hat von unten nach oben folgenden Schichtenaufbau:

Tragschicht $\geq 0,50$ m

Auflager für die mineralische Abdichtung

mineralische Abdichtung

Bentonitbahnen „Bentofix BZ 6000“, Fa. Naue Fasertechnik
doppellagige Bentoniteinlage mit kapillARBrechendem Trenngeotextil

PE-HD Dichtungsbahn

Fa. AGRU „MST/MSB“, Dicke 2,5 mm

Dränelement

Innenliegendes Dränelement
Geotextil „Secutex R881Z“, Fa. Naue

PE-HD Dichtungsbahn

Fa. AGRU „MST/MSB“, Dicke 2,5 mm

Dränmatte als Flächendränge

„Secudrän R201 DS601 R201“, Fa. Naue

Geogitter

„Secugrid“, Fa. Naue, im Bereich der Steilböschungen

Rekultivierungsschicht $\approx 1,00$ m

Steilböschungen: Schmelzkammergranulat Körnung 0/11 mm

Rekultivierungsschicht $\approx 2,00$ m

Bermenbereich der Steilböschungen: bindiger Boden

Rekultivierungsschicht ³ 1,20 m

Basis des Schachtschutzbereiches: bindiger Boden

Kompost $\geq 0,10$ m

Erosionssicherung

Die Tragschichtmaterialien wurden vor Baubeginn auf chemische und bodenmechanische Eignung überprüft und bei positiver Beurteilung seitens der Fremdprüfung (FP) zum Einbau freigegeben. Der Einbau der Tragschichtmaterialien wurde durch visuelle Kontrollen (Ebeneheit, Schichtenmächtigkeit, Oberflächenstruktur) der Eigenprüfung (EP) und FP ständig überwacht. Die Tragfähigkeit der Schicht konnte durch Plattendruckversuche nachgewiesen werden.

Die Bentonitbahnen sind im Bereich der Steilböschungen mittels Seilwinde von der Böschungskrone zum –fuß abgerollt worden. Bei einer maximalen Böschungslänge von ca. 23,0 m konnte im Bereich der Steilböschungen auf die Ausbildung von Querüberlappungen (Stöße) verzichtet werden. Eine zusätzliche Dichtung der Längsüberlappungen ist nicht erforderlich, da der Bereich ca. 0,50 cm werksseitig mit Bentonitpulver eingestreut ist. Im Basisbereich wurden die Querüberlappungen gemäß den Herstellerangaben mit vor Ort hergestellter Bentonitpaste zusätzlich abgedichtet und versiegelt. Die seitens der FP freigegebenen Flächen wurden umgehend mit der ersten PE-HD Dichtungslage belegt und so gegen Witterungseinflüsse geschützt. Die Randbereiche wurden zusätzlich mit Baufolie gesichert. Die nachfolgenden Schichten des Dichtungssystems wurden zeitnah aufgebracht, so dass der Rekultivierungsboden gemäß Regelaufbau zur Sicherung und Ballastierung der Dichtungselemente sukzessive mit dem Baufortschritt eingebaut werden konnte.

Im Rahmen der FP wurden die im QSP verankerten Prüfungen und Kontrollen an den jeweiligen Dichtungslagen durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle sind diese kurz skizziert:

Bentonitbahnen	PE-HD Dichtungsbahnen	Geotextilien
Lieferdokumente/-zustände	Lieferdokumente/-zustände	Lieferdokumente/-zustände
Transport- und Lagerungsbedingungen.	Transport- und Lagerungsbedingungen	Transport- und Lagerungsbedingungen
Qualifikationsnachweis des Verlegepersonals	Qualifikationsnachweis des Verlegepersonals	Qualifikationsnachweis des Verlegepersonals
Planum der Auflagerschicht	Oberfläche der Bentonitbahnen	Oberfläche der PE-HD Bahn
Witterungsvoraussetzung	Witterungsvoraussetzung	Schutzwirksamkeitsnachweis
Verlegeverfahren/-richtung	Verlegeverfahren/-richtung	Verlegeverfahren/-richtung
Ausführung der Arbeiten: <ul style="list-style-type: none"> • Äußere Beschaffenheit • Planlage, Kantenflucht • Überlappung • Anschlüsse • Durchdringungen 	Ausführung der Arbeiten: <ul style="list-style-type: none"> • Äußere Beschaffenheit • Planlage, Kantenflucht • Überlappung • Anschlüsse • Durchdringungen 	Ausführung der Arbeiten: <ul style="list-style-type: none"> • Unversehrtheit • Überlappung • Thermische Fixierung
Prüfungen auf der Baustelle: <ul style="list-style-type: none"> • Wassergehalt bei Anlieferung 	Prüfungen auf der Baustelle: <ul style="list-style-type: none"> • Verfahrensprüfung der Geräte • Probeschweißung • Nahtvorbereitung • Dicke • Nahtfestigkeit, (qualitativer Schältest) • Nahtgeometrie/-beschaffenheit • Nahtprüfung mittels Ultraschall • Dichtheitsprüfung der Nähte • Dokumentation EP 	
Prüfungen im Labor: <ul style="list-style-type: none"> • Dicke • Flächengewicht • Höchstzugkraft • Verbundfestigkeit • Permittivität 	Prüfungen im Labor <ul style="list-style-type: none"> • Äußere Beschaffenheit • Dicke • Nahtgeometrie • Nahtfestigkeit (Zugscherversuch und Schälversuch) 	Prüfungen im Labor: <ul style="list-style-type: none"> • Flächengewicht • Dicke • Höchstzugkraft • Wirksame Öffnungsweite
Witterungsschutz und Sicherung	Sicherung der PE-HD Bahnen	Sicherung des Dränvlieses und Überschüttung der Dränmatte
Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Abnahmeprotokolle • Inspektionsprotokolle • QS-Papiere • Verlegeplan 	Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Abnahmeprotokolle • Inspektionsprotokolle • QS-Papiere • Verlegeplan 	Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Abnahmeprotokolle • Inspektionsprotokolle • QS-Papiere • Verlegeplan

Der zweilagige Aufbau der PE-HD Dichtungsbahn mit innenliegendem Dränvlies wurde zur Kontrollierbarkeit des Dichtungssystems gemäß den Vorgaben der Genehmigungsbehörde installiert. Die verschiedenen Sohl- und Böschungsbereiche werden hierbei flächenmäßig getrennt voneinander an ein Entwässerungssystem angeschlossen. Über magnetisch-induktive Durchflussmesser bzw. Kippzähler werden auch hier die Wassermengen aufgezeichnet, die bei einer eventuell auftretenden Leckage in der oberen PE-HD Dichtungslage in der

Dränageschicht abgeführt werden. Im Bereich des Böschungsfußes wurde hierzu ein Fangdränagensystem bestehend aus einem aufgeschweißten PE-HD Dichtungstreifen mit innenliegenden Dränmattenstreifen eingerichtet. Die Sohlbereiche entwässern im profilierten Längsgefälle zu den jeweiligen Messpunkten. Die ermittelten Daten können über ein Bussystem zur zentralen Leitstelle weitergeleitet und verarbeitet werden.

Die Standsicherheitsberechnungen ergaben, dass ein Einbindegraben für das Dichtungssystem – insbesondere für das Geogitter - im Bermenbereich der Böschung nicht erforderlich ist, wenn eine horizontale Einspannlänge von 10,0 m und eine Überdeckung mit Rekultivierungsboden von $\geq 2,00$ m eingehalten wird. Der Einbindegraben wäre aufgrund der direkt anschließenden Kombinationsabdichtung bestehend aus einer mineralischen Dichtung, einer PE-HD Dichtungsbahn und einer Kapillarsperre bautechnisch nur unter erschwerten Umständen zu realisieren.

Die lateral abfließenden Oberflächenwässer werden über ein Grabensystem den angeschlossenen Regenrückhaltebecken zugeführt und gedrosselt dem angeschlossenen Vorfluter zugeleitet.

