

K Verbundsysteme aus Kapillarsperre, Dichtungsbahnen und Geotextilien für die Oberflächenabdichtung von Deponien

Dr. Ulrich Sehrbrock, Braunschweig

1 Allgemeines

Als Alternative zu einer im Regelsystem als Dichtung aus bindigen Erdstoffen vorgesehenen mineralischen Dichtung ist seit einiger Zeit die Kapillarsperre allgemein anerkannt. Von der LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen wurde bereits in der am 23./24.06.99 in Nürnberg verabschiedeten Empfehlung formuliert: *"Die grundsätzliche Eignung der Kapillarsperre in Deponeoberflächenabdichtungen ist nachgewiesen."* Entsprechend lautet die Empfehlung der Arbeitsgruppe bezüglich eines Vorschlages zur Anwendung: *"- als mineralische Komponente der Regelabdichtung in Deponien der Klasse II und bei Altdeponien (Hausmülldeponien)."*

Eine Kapillarsperre besteht aus einer Sand- und einer Kiesschicht. Die Sandschicht (Kapillarschicht) wird auf der Kiesschicht (Kapillarblock) eingebaut. In der Sandschicht wird von oben zusickerndes Wasser kapillar gehalten und bei einer Neigung des Schichtensystems lateral abgeführt. Der durch die unterlagernde Kiesschicht an der Schichtgrenze gewährleistete Sprung innerhalb der Porengrößen führt dazu, dass das kapillar in der Sandschicht geführte Wasser nicht in die größeren Poren der Kiesschicht eindringt, siehe Bild 1.

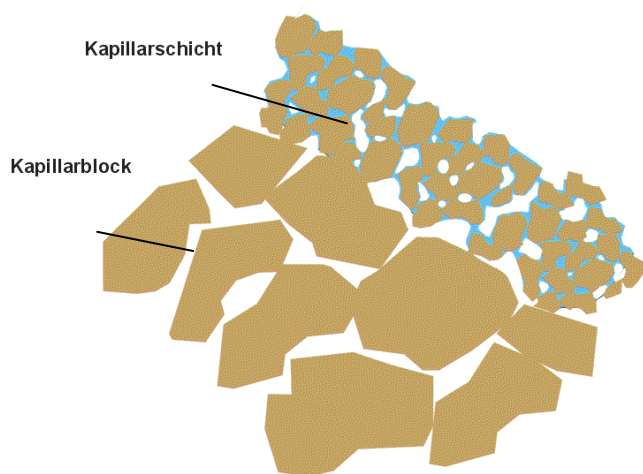


Bild 1: Kapillarsperre
(Prinzipskizze), Bild: Dr. Weiß, CDM

Der Vorteil der Kapillarsperre gegenüber der herkömmlichen mineralischen Dichtung aus bindigen Erdstoffen besteht darin, dass mit Sand und Kies nichtbindige Materialien zum Einsatz kommen, deren mechanische und hydraulische Eigenschaften wassergehaltsunabhängig sind. Verformungen führen zu Umlagerungen innerhalb der Kornmatrix, was ebenfalls ohne Einfluß auf die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften der Körnungen bleibt. Eine Kapillarsperre ist somit einer hinsichtlich Austrocknung und Verformungen

äußerst empfindlichen mineralischen Dichtung aus bindigen Erdstoffen deutlich überlegen. Entsprechend wurden Kapillarsperren sowohl als alleinige mineralische Dichtung als auch als mineralische Komponente einer Kombinationsdichtung in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien eingebaut.

Bei der Integration von Kapillarsperren in Oberflächenabdichtungssystemen kamen in der Regel auch flächige Elemente aus Geokunststoffen zum Einsatz, die innerhalb des jeweiligen Systemaufbaus unterschiedlichste Aufgaben zu erfüllen hatten. Diese Aufgaben umspannten die gesamte mit Geokunststoffen abdeckbare Bandbreite und lassen sich differenzieren in:

- Trennen
- Dichten
- Dränen
- Filtern
- Schützen

Während Dichten und Dränen unmittelbare Aufgaben von Elementen eines Dichtungssystems darstellen, ergeben sich die anderen Einsatzzwecke in der Regel daraus, dass unterschiedliche Materialien eingesetzt werden, die im Hinblick auf ihre gegenseitigen Grenzflächen – ob aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen - nicht so aufeinander abgestimmt werden können, wie dies zur Erhaltung der dauerhaften Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems erforderlich wäre. Die Geotextilien stellen in einem solchen Fall die Funktion sicher.

Bisher wurden unter Einsatz der Kapillarsperre als mineralische Dichtung verschiedenste Konstruktionen ausgeführt, bzw. entwickelt, bei denen Flächenelemente aus Geokunststoffen in unterschiedlicher Weise eingebunden sind. In diesem Beitrag sollen einige solcher Konstruktionen an zum Teil konkret ausgeführten Fallbeispielen vorgestellt und diskutiert werden.

2 Fallbeispiele

2.1 Trennlage zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock

Zum Aufbau einer Kapillarsperre ist eine Sandschicht auf einer Kiesschicht einzubauen. Beim Ausbringen der Sandschicht ist zu gewährleisten, dass die plane, stetige Grenzfläche zwischen Kies- und Sandschicht erhalten bleibt. Von der Hude [1] hat die Auswirkungen ei-

ner gestörten Grenzfläche untersucht. Er kommt zwar zu dem Schluß, dass ein gewisses Relief der Grenzfläche (z.B. Trittsuren) tolerabel ist und die Funktionsfähigkeit des Systems nicht unzulässig beeinträchtigt, der Baubetrieb sollte jedoch grundsätzlich so ausgelegt sein, dass die auf der Kiesschicht hergestellte glatte Oberfläche möglichst ohne Störungen erhalten bleibt.

Um die ebene Grenzfläche zu sichern und so den Baubetrieb zu vereinfachen, wurde z.B. auf der Deponie Litzholz des Alb-Donau-Kreises ein Vlies zwischen Kapillarblock und Kapillarschicht angeordnet [2], vergl. Bild 2. Auch die Oberseite der Kapillarschicht wurde hier mit einem Vlies gegen die Rekultivierungsschicht getrennt. Untersuchungen von Balz, Bauer und Wohnlich [3] zeigten, dass ein eingelegtes Vlies die Wirkungsweise in der Grenzfläche nicht negativ verändert, so dass die Kapillarsperrenfunktion vollständig erhalten bleibt. Aus den Versuchsergebnissen ließ sich ableiten, dass das eingelegte Vlies tendenziell sogar zu einer Verbesserung der Dichtfunktion führen kann, da das aus PEHD hergestellte Vlies wasserabstoßend (hydrophob) ist und so einen Durchschlag von Wasser aus der Kapillarschicht in den Kapillarblock zusätzlich erschwert.

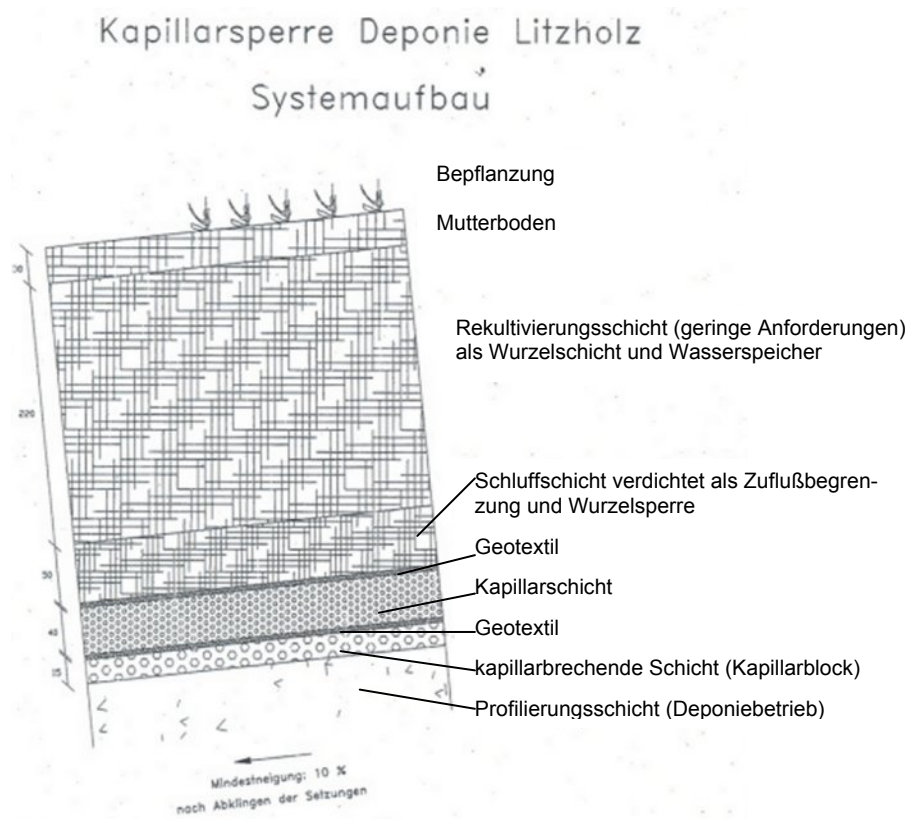


Bild 2: Kapillarsperre mit geotextiler Trennlage, aus [2]

Das Einlegen eines Vlieses schützt die Grenzfläche vor einer Materialdurchmischung, die eintreten könnte, wenn der Sand der Kapillarschicht eingeschoben wird. Insbesondere bei Einbau auf geneigten Flächen, was bei Kapillarsperren zur Gewährleistung eines lateralen Abflusses in der Kapillarschicht eine Grundvoraussetzung ist, können im rauen Bauablauf Beanspruchungen auftreten, die zu Verschiebungen und Verwerfungen innerhalb der Grenzfläche führen könnten. Jelinek [4] kommt nach seinen Beobachtungen zwar zu dem Schluß: *Die Oberfläche des Kapillarblocks ist mit einfachen Maßnahmen und nur leicht modifiziertem herkömmlichen Baugerät sicher und stabil herstellbar, so daß auf Geotextilien in der Grenzfläche verzichtet werden kann*, siehe Bild 3, ergeben sich durch das Einlegen eines Vlieses jedoch baubetriebliche Vereinfachungen und damit wirtschaftliche Vorteile, so kann ein Trennvlies in der Grenzfläche plaziert werden, da geeignete Produkte die Funktionsfähigkeit einer Kapillarsperre nicht stören.

Abseits von den baubetrieblichen Aspekten könnten bei Einsatz eines Trennvlieses grundsätzlich Sand- und Kiesmaterialien miteinander zu einer Kapillarsperre kombiniert werden, die aufgrund der Kornverteilung gegeneinander nicht filterstabil wären. Eine Abstimmung der Körnungen, z.B. gemäß der Filterregel nach Terzaghi ($D_{15}/d_{85} < 4 < D_{15}/d_{15}$; $D = \text{Korn}\varnothing \text{ Kapillarblock}$, $d = \text{Korn}\varnothing \text{ Kapillarschicht}$), könnte großzügiger ausfallen. Zu beachten ist bei einer solchen Materialkombination jedoch, dass das Trennvlies dabei eine dauerhaft zu gewährleistende Funktion erhält, anders als bei einem zur Unterstützung des Einbaus der oberen Sandschicht eingebauten, nur temporär mit einer Funktion bedachten Vlies.



Bild 3: Glätten der Oberfläche des Kapillarblocks, Foto: Dr. Weiß, CDM

Auch in anderen Schichtgrenzen sind Trennvliese unter Umständen technisch notwendig oder wirtschaftlich sinnvoll. Sollte zur Profilierung oder zur Gewährleistung einer gewünschten Tragfähigkeit der Abfalloberfläche eine Trag- und/oder Ausgleichsschicht aus grobkörnigem Material erforderlich werden, könnte zur Vermeidung von Verlusten des feinkörnigeren, kiesigen Kapillarkblockmaterials die Verlegung eines Trennvlieses unter dem Kapillarkblock sinnvoll sein. Eine Trennung der Kapillarschicht gegenüber der Rekultivierungsschicht wird in der Regel aufgrund gegeneinander üblicherweise filterstabiler Körnungen nicht erforderlich werden, wäre im Bedarfsfall jedoch oder Auswirkungen auf die Funktion der Kapillarsperre möglich.

2.2 Dichtungsbahn und Kapillarsperre

2.2.1 Allgemeines

Zur Abdeckung von Deponien der Klasse DK II und DK III sind nach DepV bzw. TA Si und TA Abfall sowie durch die Richtlinie 1999/31/EG nach wie vor Kombinationsdichtungen einzusetzen, bei denen vom Grundsatz her eine Konvektionssperre mit einer mineralischen Dichtung zu kombinieren ist. Als Konvektionssperren werden, neben einigen anderen möglichen Alternativen, üblicherweise Kunststoffdichtungsbahnen eingesetzt. Im weiteren beschränken sich die Betrachtungen daher auf die Darstellung von unterschiedlichen Anordnungen von Kapillarsperre und Dichtungsbahn als konvektionsdichter Komponente zum Aufbau einer Kombinationsdichtung.

Anders als bei Kombinationsdichtungen für die Deponiebasis, bei denen Tondichtungen adsorbtive Eigenschaften aufweisen sollten, um z.B. durch die zwar konvektions- jedoch nicht in gleichem Maße diffusionsdichte Dichtungsbahn diffundierende Schadstoffe zurückhalten zu können, kann eine Kombinationsdichtung in einem Oberflächensystem als redundante Dichtung verstanden werden, welche den Deponiekörper vor der Zusickerung von Regenwasser abschirmen soll. Eine wirkliche Redundanz ist dann gegeben, wenn das Dichtungssystem aus zwei unterschiedlich gearteten Dichtungen aufgebaut ist, die aufgrund der jeweiligen spezifischen Eigenschaften nicht in gleicher Weise empfindlich gegenüber den zu erwartenden Beanspruchungen (chemisch, hydraulisch, mechanisch) sind.

Die häufig exponierte Lage birgt für Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien eine extreme Belastung durch Witterungseinflüsse, zudem resultieren aus lang andauernden Abbauprozessen im Deponiekörper Setzungen über entsprechende Zeiträume. Mechanische Robustheit mit einer hohen konstruktiven Sicherheit sind daher äußerst wünschenswerte

Eigenschaften für ein Abdichtungssystem, welches einen sehr langen Zeitraum seine Funktion erfüllen soll auf einem Standort, der in vielerlei Hinsicht nicht unproblematisch ist.

2.2.2 Dichtungsbahn über der Kapillarsperre

Analog dem Regelsystem nach TA Si bzw. TA Abfall besteht die Möglichkeit, eine Dichtungsbahn unmittelbar auf der Kapillarsperre zu verlegen. Eine solche Konstellation wird zum Beispiel von von der Hude und Möckel [5], bzw. von von der Hude, Melchior und Möckel [6], als auf der Deponie Breinermoor eingesetztes System beschrieben, Aufbau siehe Bild 4.



Bild 4: Kombinationsdichtung mit Kapillarsperre und aufgelegter Kunststoffdichtungsbahn, aus [5]

Bei diesem Aufbau bildet die Dichtungsbahn die primär genutzte (obere) Dichtung. Auf der Dichtungsbahn ist eine Dränschicht zu installieren, in welcher das die Rekultivierungsschicht durchsickernde Wasser gefaßt und abgeleitet wird. Erst wenn die Dichtungsbahn versagt – ob alterungsbedingt oder aufgrund von unmittelbaren Beschädigungen – übernimmt die Kapillarsperre die Dichtfunktion. Da mit Auftreten einer Leckage Wasser innerhalb der Kapillarschicht - also unterhalb der Dichtungsbahn - geführt wird, sind Wasserfassungen für beide Etagen (Dichtungsbahn und Kapillarschicht) zu installieren und funktionstüchtig zu halten.

Die Bemessung und Konstruktion des gesamten Systems hat sich nach den Bedingungen zu richten, welche für das Funktionieren der Kapillarsperre einzuhalten sind. Dies kann sich auf die (minimale) Böschungsneigung wie auch auf die maximal in einer Haltung zu entwässernden Böschungslängen, bzw. die aus diesem Grunde zu installierenden Zwischenabschläge beziehen.

2.2.2 Dichtungsbahn unter der Kapillarsperre

Bei Umstellung des Regelsystems nach TA Si bzw. TA Abfall ergibt sich die mögliche Variante, die Kapillarsperre auf der Dichtungsbahn zu verlegen. Auch diese Konstellation wird von von der Hude, Melchior und Möckel [6], als auf der Deponie Breinermoor in einem Testfeld eingesetztes System beschrieben, Aufbau siehe Bild 5. Auch auf der Deponie Am Lemberg wurde ein solches System mit auf der Kunststoffdichtungsbahn aufgebaute Kapillarsperre eingebaut, [7], ebenso wie auf der Deponie Emscherbruch, [8].

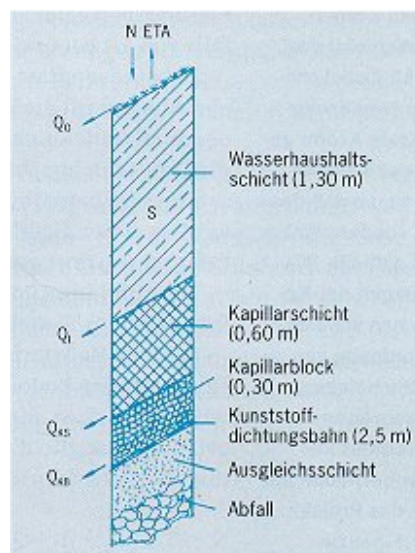


Bild 5: Kombinationsdichtung mit auf der Kunststoffdichtungsbahn aufgebaute Kapillarsperre, aus [5]

Bei diesem Aufbau bildet die Kapillarsperre die primär genutzte (obere) Dichtung. Die Dichtungsbahn wird als Dichtung nur dann wirksam, wenn die Kapillarsperre überlastet wird und Wasser in den Kapillarblock durchschlägt. Das Wasser fließt dann in der unmittelbar auf der Dichtungsbahn als Kapillarblock installierten Kiesschicht. Da Wasser primär innerhalb der Kapillarschicht, bei Überlastung jedoch auch auf der Dichtungsbahn geführt wird, sind Wasserfassungen für beide Etagen (Kapillarschicht und Dichtungsbahn) vorzusehen und funkti-

onstüchtig zu halten. Unter Umständen kann es möglich sein, die Wasserrfassung so zu konstruieren, dass die Bauteile (z.B. Gräben, Rohre) für beide Etagen nutzbar sind. Bei dieser Variante ist das Auflager für die Dichtungsbahn zu herzurichten, dass Überdehnungen aufgrund von Unebenheiten oder unmittelbare Beschädigungen infolge unverträglich hoher punktueller Belastungen ausgeschlossen sind. Die Trag- und Ausgleichsschicht ist daher unter entsprechenden Qualitätsgesichtspunkten einzubauen.

Die Bemessung und Konstruktion des gesamten Systems hat sich nach den Bedingungen zu richten, welche für das Funktionieren der Kapillarsperre einzuhalten sind. Dies kann sich auf die (minimale) Böschungsneigung wie auch auf die maximal in einer Haltung zu entwässernden Böschungslängen, bzw. die aus diesem Grunde zu installierenden Zwischenabschläge beziehen.

2.2.3 Dichtungsbahn zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock (Kombi-Kapillardichtung)

Das System Kombi-Kapillardichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kunststoffdichtungsbahn zwischen dem Kapillarblock und der Kapillarschicht einer Kapillarsperre angeordnet wird. Auf diese Weise bleibt bei einer - gegenüber dem TA Si Regelsystem - verminderten Anzahl von Schichten das Grundprinzip, nach dem die mineralische Komponente nach Ausfall der Konvektionssperre die Dichtungsfunktion allein übernehmen kann, im vollem Umfang erhalten. Der zuunterst aufzubauenden Kapillarblock kann als Ausgleichs- und Tragschicht fungieren und so lange, wie die Dichtungsbahn (KDB) funktionstüchtig ist, ebenfalls auch als Gasdränschicht genutzt werden. Die über der KDB platzierte Kapillarschicht funktioniert über die Lebensdauer der Dichtungsbahn als Dränschicht. Sollte die Dichtungsbahn die ihr zuge dachte Aufgabe nicht mehr erfüllen können - zum Beispiel aufgrund von Rissen infolge einer auf Dauer nicht vermeidbaren Versprödung, übernehmen die aus mineralischen Materialien bestehenden Komponenten Kapillarblock und Kapillarschicht die Abdichtungsfunktion als Kapillarsperre, [9]. Bild 6 zeigt den prinzipiellen Aufbau.

Die mineralischen Schichten einer Kombi-Kapillardichtung bestehen aus rolligen Materialien (Sand und Kies). Bei Verformungen des Untergrundes können diese Materialien der Änderung des Auflagers durch Verschiebungen innerhalb des Korngerüsts folgen, ohne dass daraus Veränderungen der hydraulischen oder mechanischen Eigenschaften der Schichten resultieren. Die Platzierung der Kunststoffdichtungsbahn zwischen Kapillarblock und Kapillarschicht sichert eine - für die Funktion der Kapillarsperre wichtige - absolut stetige Grenzfläche.

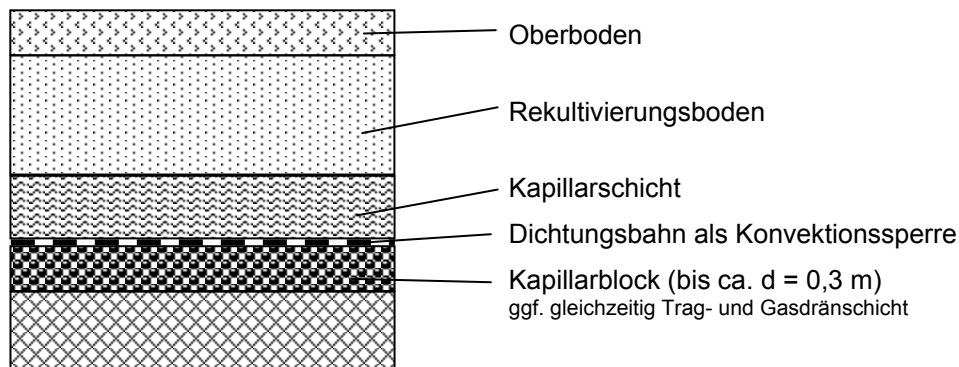


Bild 6: Kombi-Kapillardichtung

Der Kapillarblock wird aus Kies aufgebaut. Körnung und Schichtdicke sind gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit auf eventuelle Aufgaben als Ausgleichs- und Gasdränschicht auszulegen. Diese Aufgaben bestimmen in einem solchen Fall im wesentlichen die Schichtdicke des Kapillarblocks. Je nach Beschaffenheit und Möglichkeiten bei der Herrichtung der Abfalloberfläche ist von einer erforderlichen Schichtdicke von etwa 15 – 30 cm auszugehen.

Die Dichtung einer Kombi-Kapillardichtung ist zunächst die Kunststoffdichtungsbahn, nach Versagen der Kunststoffdichtungsbahn stellt die Trennfläche zwischen den mineralischen Schichten Kapillarschicht und Kapillarblock die Grenzfläche dar. Der Kapillarblock liegt daher sowohl in der Phase mit funktionstüchtiger Dichtungsbahn als auch danach unter der eigentlichen Dichtung. Grundsätzlich können daher auch belastete Materialien (bis Z2) eingesetzt werden. In jedem Fall sind Recyclingmaterialien, wie z.B. bestimmte Stahlwerksschlacken, Schmelzkammergranulat, Glasbruch o.ä., möglich und wirtschaftlich sinnvoll.

2.3 Dränmatten

Dränmatten können bei aus Dichtungsbahn und Kapillarsperre aufgebauten Kombinationsdichtungen nur in solchen Systemen eingesetzt werden, bei denen die Dichtungsbahn als primäre Dichtung oberhalb der Kapillarsperre verlegt ist. Die Dränmatte kann in einem derartigen Aufbau die Wasserfassung und -ableitung auf der Dichtungsbahn sicherstellen. Als Komponente einer Kapillarsperre ist eine Dränmatte nicht einsetzbar.

Da Kapillarsperrensysteme funktionsbedingt nur auf geeigneten Flächen eingesetzt werden, ist bei der Auswahl geeigneter Dränmatten - neben Beachtung der hydraulischen Belange – zu gewährleisten, dass dauerhaft die hangabwärts gerichteten Schubkräfte aufgenommen werden können, ohne dass sich aus der permanenten mechanischen Beanspruchung langfristig unzulässige Beeinträchtigungen der hydraulischen Leistungsfähigkeit einstellen.

2.4 Geotextile Schutzlagen

Da Kapillarsperren aus Materialien aufgebaut werden, deren Einzelaggregate Korngrößen aufweisen, die bei der geringen Auflast aus der Rekultivierungsschicht keine unzulässigen Belastungen für eine Dichtungsbahn aus PEHD verursachen, sind zwischen Komponenten der Kapillarsperre und der Dichtungsbahn keine geotextilen Schutzlagen erforderlich. Bild 7 zeigt beispielhaft typische Körnungslinien von Kapillarsperrenmaterialien. Anders kann es aussehen für die Oberseite der Dichtungsbahn, die auf einer Kapillarsperre verlegt ist oder für die Unterseite, wenn die Dichtungsbahn unter der Kapillarsperre angeordnet wird.

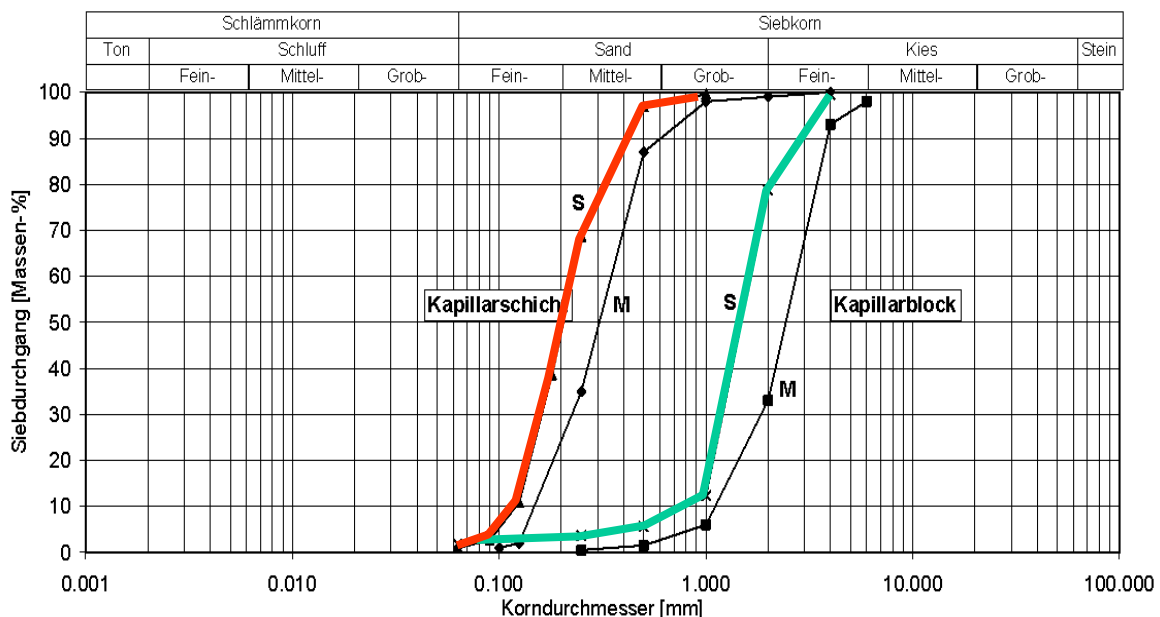


Bild 7: Beispielhafte Körnungslinien von Materialien für Kapillarsperren

Darstellung: Dr. Weiß, CDM

Wird als Dränschicht auf der über einer Kapillarsperre verlegten Dichtungsbahn ein grobkörniges Material (z.B. 16/32 mm) eingesetzt, ist unter Berücksichtigung auch der Belastung beim Einbau zu prüfen, ob eine Schutzlage erforderlich ist. Gleiches gilt für die Unterseite

einer unter der Kapillarsperre eingebauten Dichtungsbahn. Sollte die Trag- und Ausgleichsschicht aus grobkörnigen Materialien aufgebaut sein, so kann auch hier u.U. eine Schutzlage erforderlich werden. Die Oberfläche der Ausgleichsschicht als Auflager für die Dichtungsbahn muß zudem so beschaffen sein, dass eine quasi geschlossene Oberfläche vorliegt, da die Dichtungsbahn ansonsten - unterstützt durch die körnige Struktur des überlagernden Kapillarblocks - in Hohlräume hineingedrückt wird und dabei gegebenenfalls unzulässig große Dehnungen erfährt (Grenzwert $\varepsilon_{zul} = 0,25 \%$).

Bei dem System Kombi-Kapillardichtung sind aufgrund der Plazierung der Dichtungsbahn zwischen den beiden Schichten der Kapillarsperre und der für Kapillarblock und -schicht verwendbaren Körnungen Schutzschichten auf beiden Seiten der Kunststoffdichtungsbahn nicht erforderlich.

2.5 Kapillarblockbahn

Wesentlich für das Funktionieren einer Kapillarsperre ist der Sprung in der Porengröße im Übergang von der Kapillarschicht zum Kapillarblock. Die Dicke der Kapillarblockschicht ist nicht entscheidend. Vor diesem Hintergrund hat ein Hersteller eine sogenannte Kapillarblockbahn entwickelt. Diese Kapillarblockbahn besteht aus einem aus PEHD-Bändchen gewebten Doppelgewebe, das mit einem geeigneten Kapillarblockmaterial gefüllt ist. Eingewebte Abstandhalter sichern eine Bahndicke von ca. 2 cm, bei einer Breite der fertigen Bahn von 2,10 m. Mit einem Feinkies der Körnung 2/5 mm als Füllung wiegt die Kapillarblockbahn ca. 30 kg/m². Sie wird als Rollenwaren zur Baustelle geliefert und dort mit einfachen Hilfsmitteln (Bagger mit Traverse) verlegt.

Projektbezogene Untersuchungen, wie zum Beispiel für die Deponie Breiner Moor [10] oder Am Lemberg [7] belegen die Funktionsfähigkeit dieses unter kontrollierten Bedingungen hergestellten Produktes. Durch Gutachter begleitete Verlegungen bestätigen die Einsatzfähigkeit der Kapillarblockbahn. Bei beiden vorgenannten Projekten wurde die Kapillarblockbahn als untere Komponente einer auf einer Dichtungsbahn aufgebauten Kapillarsperre eingesetzt, die Bilder 8.1 und 8.2 zeigen dem Aufbau am Beispiel der Deponie Am Lemberg. Lt. [7] war der Einsatz der Kapillarblockbahn kostengünstiger als der Einbau der konventionellen Kapillarblockschicht.



Bild 8.1: Einbau der Kapillarblockbahn
Deponie Am Lemberg



Bild 8.2: Einbau der Kapillarschicht
Deponie Am Lemberg

3 Zusammenfassung und Wertung

Die Kapillarsperre ist als Alternative zu einer im Regelsystem als Dichtung aus bindigen Erdstoffen vorgesehenen mineralischen Dichtung allgemein anerkannt, siehe Empfehlung LA-GA-Arbeitsgruppe vom 23./24.06.99. Bei der Integration einer Kapillarsperre in ein Oberflächenabdichtungssystem kommen häufig auch flächige Elemente aus Geokunststoffen zum Einsatz, die innerhalb des jeweiligen Systemaufbaus unterschiedlichste Aufgaben zu erfüllen haben. So werden aus baubetrieblichen Gründen Vliese in der Grenzfläche zwischen Kapillarblock und Kapillarschicht eingesetzt, um den Einbau der Kapillarschicht zu erleichtern und die Grenzfläche zu erhalten. Mit einem Vlies als Trennschicht können zudem nicht optimal filterstabile Sand- und Kiesmaterialien miteinander verbaut werden.

Für den Aufbau einer Kombinationsdichtung im Sinne der DepV (TA Abfall) können Kapillarsperre und Dichtungsbahn in unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert werden. Je nach Platzierung der Dichtungsbahn gegenüber der Kapillarsperre – ob unter oder über der Kapillarsperre – sind jedoch noch weitere Schichten, wie Drän- oder Schutzschichten, für ein funktionierendes Gesamtsystem erforderlich. Die Anordnung der Dichtungsbahn zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock (System: Kombi-Kapillardichtung) reduziert die erforderliche Schichtenanzahl auf das Minimum, da weitere Schichten nicht erforderlich sind.

Durch Kombination von Kapillarsperre und Kunststoffdichtungsbahn lassen sich in bestem Sinne redundante Dichtungssysteme installieren, deren mechanische und dichtende Eigenschaften weitgehend unabhängig von Wassergehaltsschwankungen sind. Aufgrund rei-

bungsbegabter Grundmaterialien eignen sich solche Systeme hervorragend für einen verlässlich standsicheren Einbau auch auf steilen Böschungen.

Literatur

- [1] von der Hude, Kapillarsperren als Oberflächenabdichtungen auf Deponien und Altlasten – Laborversuche und Bemessungsregeln, Dissertation, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TH Darmstadt, 1999
- [2] Burkhardt, Egloffstein, Die Kapillarsperre mit Wasserhaushaltsschicht, Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten 2000, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 119, Erich Schmidt Verlag (ESV)
- [3] Balz, Bauer, Wohnlich, Die Funktion von Geotextilien in Kapillarsperren, Die Kapillarsperre, Innovative Oberflächenabdichtung für Deponien und Altlasten, Akademie für Bauen und Umwelt e.V., Springer 1999
- [4] Jelinek, Die Kapillarsperre als Oberflächenbarriere für Deponien und Altlasten – Langzeitstudien und praktische Erfahrungen in Feldversuchen, Dissertation, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TH Darmstadt, 1996
- [5] von der Hude, Möckel, Bau einer Kapillarsperre im Oberflächenabdichtungssystem der Deponie Breinermoor – das Grundkonzept, Müll und Abfall 11/97
- [6] von der Hude, Melchior, Möckel, Bau einer Kapillarsperre im Oberflächenabdichtungssystem der Deponie Breinermoor – Teil 2: Materialauswahl und bautechnische Erfahrungen, Müll und Abfall 4/99
- [7] Tschackert, Oberflächenabdichtung mit Dichtungsbahnen, Kapillarsperre und Kapillarblockbahnen – Bauausführung auf der Deponie "Am Lemberg" 20. Fachtagung "Die sichere Deponie", Würzburg, 26./27. Februar
- [8] Asmus, Eckerth, Schreiber, Besonderheiten beim Bau der Abdichtungssysteme auf der Deponie Emscherbruch aus Sicht der fremdprüfenden Stelle 20. Fachtagung "Die sichere Deponie", Würzburg, 26./27. Februar
- [9] Sehrbrock, Kombi-Kapillardichtung, ein alternatives, TA Si konformes Deponie-Oberflächenabdichtungssystem, Abschluss und Rekultivierung von Deponien und Altlasten 2003, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 128, ESV

- [10] von der Hude, Möckel, Menke, Testfeldergebnisse der konventionellen Kapillarsperre und der Kapillarblockbahn im Oberflächenabdichtungssystem der Deponie Breiner-moor, Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten 2001, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Bd. 122, ESV