

E 2-33 Kapillarsperren in Oberflächenabdichtungssystemen

Juli 2010

1 Allgemeines

Die Kapillarsperre ist ein Zweischichtsystem, bestehend aus einer Kapillarschicht (feinkörnige Schicht) über einem Kapillarblock (grobkörnige Schicht). Sie wird als mineralische Abdichtungskomponente ausschließlich auf Böschungen eingesetzt. Die Wirkung der Kapillarsperre beruht auf sehr unterschiedlichen ungesättigten Wasserleitfähigkeiten der beiden Schichten in Abhängigkeit von den sich an der Schichtgrenze von feinem und grobem Material einstellenden Wassergehalten der Materialien. In dem feinkörnigen Material (z.B. Sand) stellt sich bei Zusickerung von Wasser aus den Deckschichten in den kleineren Poren durch die im Porensystem herrschenden Kapillarkräfte (Wasserspannung) ein höherer Wassergehalt ein als bei gleicher Wasserspannung in den größeren Poren im grobkörnigen Material (z.B. Kies). In der Kapillarschicht steht daher ein größerer wassergefüllter Fließquerschnitt und eine höhere ungesättigte Wasserleitfähigkeit für den Wassertransport zur Verfügung als im Kapillarblock. Bei ausreichender Böschungsneigung wird das zusickernde Wasser in der Kapillarschicht unter ungesättigten Bedingungen lateral in Richtung des Böschungsgefälles oberhalb des Kapillarblocks abgeführt.

In der einfachsten Anordnung auf einer Deponieböschung liegt über der Kapillarsperre direkt eine Rekultivierungsschicht, die einsickerndes Niederschlagswasser für die Verdunstung zwischenspeichert und die Versickerung des restlichen Wassers vergleichmäßig (Bild 2-33.1). Die Kapillarsperre kann jedoch auch in Abdichtungssystemen im Verbund mit anderen Abdichtungskomponenten eingesetzt werden. Wenn eine Kapillarsperre als mineralische Dichtung in Oberflächenabdichtungssystemen auf Deponien der Klassen I und II eingesetzt wird, darf die vertikale Durchsickerung der Kapillarsperre nach der DEPONIEVERORDNUNG (DEPV 2009) im fünfjährigen Mittel nicht mehr als 20 mm/Jahr betragen. Auf Deponien der Klasse III darf die Durchsickerung der Kapillarsperre im fünfjährigen Mittel maximal 10 mm/Jahr betragen. Wird das Oberflächenabdichtungssystem ohne Konvektionssperre hergestellt, muss der vertikale Durchfluss durch das Oberflächenabdichtungssystem nach DepV, 2009 in einem Kontrollfeld bestimmt werden (siehe E5-7).

Als Materialien für den Einsatz in einer Kapillarsperre haben sich rundkörnige Natur-sande und -kiese sowie einzelne gebrochene Hartgesteine und spezielle Recyclingmaterialien bewährt. Grundsätzlich ist die Eignung der Materialien im Einzelfall nachzuweisen. Materialkombinationen, Schichtmächtigkeiten, Gefälle und Feldlängen werden so dimensioniert, dass das in die Kapillarsperre einsickernde Wasser in der Kapillarschicht lateral abgeführt wird und nicht der Schwerkraft folgend vertikal in den untenliegenden Kapillarblock versickert. Näheres zum Aufbau und zur Wirkungsweise von Kapillarsperren kann den im Literaturverzeichnis enthaltenen Quellen entnommen werden.

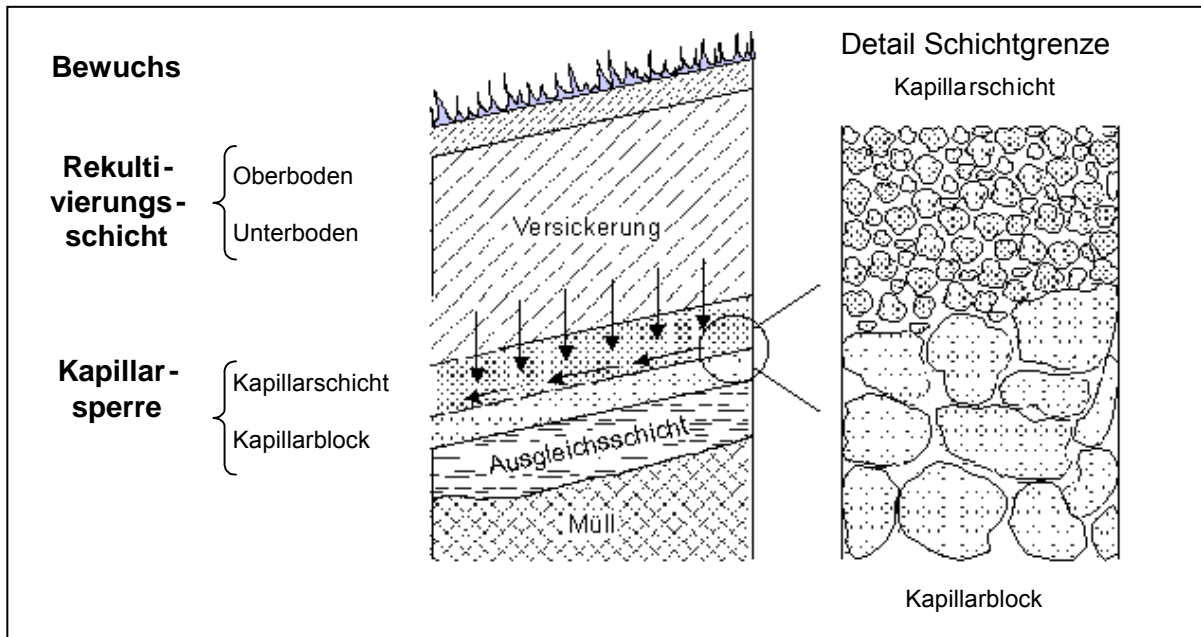


Bild 2-33.1: Exemplarischer Aufbau eines Kapillarsperrensystems

2 Planung und Bemessung

2.1 Grundsätze

Die Wasserbewegung in der Kapillarsperre findet unter ungesättigten Verhältnissen statt, d.h. die Porenräume von Kapillarschicht und Kapillarblock sind gleichzeitig mit Luft und Wasser gefüllt, so dass das Wasser durch Kapillarkräfte in der Kapillarschicht oberhalb der Schichtgrenze zum Kapillarblock gehalten wird. Die Wasserfassung am Böschungsfuß oder in Zwischenrigolen wird konstruktiv so ausgebildet, dass sich das Kapillarschichtmaterial aufsättigt und das Wasser dann in Rohrleitungen gefasst und abgeleitet werden kann. Diese Wasserfassungen, die in der Regel aus Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) oder anderen wasserstauenden Materialien hergestellt werden, sind konstruktiv so zu gestalten, dass auch bei maximaler hydraulischer Belastung ein Höhenunterschied von mehreren Dezimetern zwischen dem höchsten Stauwasserspiegel in der Wasserfassung und dem Ende der Schichtgrenze der Kapillarsperre sichergestellt ist, um die ungesättigten hydraulischen Verhältnisse der Kapillarsperre in der abzudichtenden Fläche zu gewährleisten. Die konstruktive Abdichtung der Wasserfassung gegen die angrenzenden Schichten muss so hoch ausgebildet werden, dass keine Umläufigkeiten durch die kapillare Saugwirkung (Dochtwirkung) entstehen.

Das erforderliche Mindestgefälle für den Einsatz eines Kapillarsperrensystems hängt grundsätzlich von den verwendeten Materialien, Böschungslängen und hydraulischen Belastungen ab und ist im Einzelfall zu dimensionieren. Mindestgefälle von 8° (1 : 7) wurden im Einzelfall realisiert, in der Regel sind steilere Neigungen für eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Kapillarsperre erforderlich. Das Maximalgefälle wird durch die Standsicherheit und damit durch die Verbundreibungswinkel der Materialien bestimmt.

Die Kapillarsperre ist nicht gasdicht; der feuchte Kapillarsaum der Kapillarschicht kann jedoch einen Gasanstieg deutlich behindern. Muss die Deponieoberfläche gegen Gas abgedichtet werden, so ist eine Kombination mit anderen Dichtungselementen erforderlich.

Bei einem Oberflächenabdichtungssystem mit Kapillarsperre kommt der Rekultivierungsschicht mit Bewuchs besondere Bedeutung zu. Diese hat hier die Aufgabe, Niederschlagswasser zu speichern und die Zusickerung zur Kapillarschicht zu minimieren und zu vergleichmäßigen. Hierzu sind die Empfehlungen E 2-31 „Rekultivierungsschichten“ und E 2-32 „Gestaltung des Bewuchses auf Deponien“ zu beachten.

2.2 Dimensionierung

Die Funktion der Kapillarsperre beruht auf der lateralen Ableitung von Wasser in der Kapillarschicht oberhalb der Schichtgrenze zum Kapillarblock. Über die Böschungslänge akkumuliert sich die in der Kapillarschicht abzuführende Wassermenge und erreicht am Böschungsfuß bzw. vor der Wasserfassung das Maximum, das von der Kapillarschicht abgeführt werden muss, ohne im Kapillarblock zu versickern. Die Leistungsfähigkeit von Kapillarsperren wird angegeben als so genannte laterale Dränkapazität in der Einheit $l/(m \cdot d)$. Die laterale Dränkapazität ist nach STEINERT ET AL., 1997 definiert als die maximale Wassermenge, die bei der gegebenen Böschungsneigung pro Zeit von einer Kapillarschicht lateral, d.h. in Böschungsfallrichtung abgeleitet werden kann, bevor eine nennenswerte Wassermenge vertikal in den Kapillarblock sickert. Der Übergang von einer unerheblichen zu einer „nennenswerten“ vertikalen Absickerung von Wasser ist nach STEINERT, 1999 definiert als der Übergang von der Filmflussphase, während der das Wasser nur in dünnen Wasserfilmen entlang der Kornkontaktpunkte fließt, zur Porenflussphase, in der ganze Porenabschnitte wassergefüllt sind und am Fließgeschehen teilhaben. Die Einheit der lateralen Dränkapazität ist normiert auf einen ein Meter breiten Böschungsausschnitt.

Die laterale Dränkapazität wird im Wesentlichen durch die Materialeigenschaften von Kapillarschicht und -block sowie die Neigung der Schichtgrenze zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock bestimmt. Der Wert wird in Kipprinntests für die jeweilige Materialkombination und die geplante Böschungsneigung einschließlich ggf. geplanter Hilfsmittel wie Geotextilien ermittelt und dient als Grundlage zur projektspezifischen Dimensionierung der Kapillarsperre. Die Kipprinntests sind erforderlich, da eine rechnerische Simulation, die die wesentlichen Vorgänge für die Ermittlung der lateralen Dränkapazität verlässlich berücksichtigt und das Systemverhalten prognostiziert, bisher nicht möglich ist.

Die hydrologische Dimensionierung der Kapillarsperre erfolgt schrittweise:

- Ermittlung der maximalen Zusickerung zur Kapillarsperre aus den über der Kapillarschicht liegenden Schichten (z.B. aus der Rekultivierungsschicht).

- Da die Böden und die Einbautechnik der Rekultivierungsschicht zu diesem Planungszeitpunkt in der Regel nicht bekannt sind, sollte die Spannweite der maximalen Zusickerungsraten durch Simulation des Wasserhaushalts mit geeigneten Modellen nach E2-30 erfolgen.
- Festlegung der nach Profilierung der abzudichtenden Flächen gegebenen Böschungsneigungen und Böschungslängen..
- Ermittlung der lateralen Dränkapazität der zur Verfügung stehenden Materialkombination für Kapillarschicht und –block für die geplante Böschungsneigungen in Kipprinnenversuchen (vgl. Abschnitt 3.4) oder – falls die Materialkombination noch nicht bekannt ist – Ermittlung von realistischen Vorgaben zum erforderlichen Mindestwert der lateralen Dränkapazität für die weitere Materialrecherche.
- Ermittlung der maximal durch die Kapillarsperre abzudichtenden Böschungslänge aus der maximalen Zusickerung zur Kapillarsperre und der lateralen Dränkapazität unter Einrechnung einer Sicherheit.
- Sollte die laterale Dränkapazität der Kapillarsperre nicht ausreichen, um die am Standort gegebene Böschungslänge abzudichten, müssen in der Kapillarschicht Zwischenwasserfassungen am Tiefpunkt der maximalen Abschlagslänge der Kapillarsperre angeordnet werden oder es müssen Maßnahmen zur wirksamen Begrenzung der maximalen Zusickerung in die Kapillarschicht getroffen werden.

Zur Abschätzung der langjährigen hydrologischen Wirksamkeit der Kapillarsperre sind aus Wasserhaushaltsberechnungen Annahmen zur Wiederkehrwahrscheinlichkeit, zur Häufigkeit und zur Ergiebigkeit von Extremereignissen abzuleiten, bei denen die bei der Dimensionierung angesetzte maximale Zusickerungsrate zur Kapillarsperre überschritten wird. Auf dieser Datengrundlage sowie auf Basis von Annahmen zur alterungsbedingten Abnahme der lateralen Dränkapazität kann die maximale jährliche vertikale Versickerung über die Schichtgrenze zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock abgeschätzt werden.

Neben der hydrologischen Dimensionierung müssen in der Planung weitere projektspezifische Randbedingungen untersucht, festgelegt oder berücksichtigt werden:

- Wasser- und Gashaushalt sowie Setzungsverhalten des Deponiekörpers
- Böschungskontur (horizontal/vertikal konkav oder konvex bzw. divergierend)
- Schichtmächtigkeiten sämtlicher Systemkomponenten
- Böschungsstandsicherheit
- Filterstabilität an allen Schichtgrenzen
- mobilisierbare und verlagerbare Inhaltsstoffe von Kapillarschicht und den über der Kapillarsperre angeordneten Schichten (z.B. Eisen und Carbonat)
- hydraulische Eigenschaften des Auflagers
- konstruktive Ausführung und Abdichtung der Wasserfassungen

2.3 Böschungsstandsicherheit

Die Böschungsstandsicherheit ist in nach E 2 - 7 nachzuweisen.

In der Kapillarschicht ist die Strömungskraft des Wassers zu berücksichtigen. Die maximale Strömungskraft ist in etwa bei einem Durchfluss erreicht, der der lateralen Dränkapazität entspricht. Aufgrund der ungesättigten Wasserbewegung ist nur der untere Teil der Schicht durchströmt, ohne dass Vollsättigung erreicht wird. Deshalb ist kein Auftrieb wirksam. Dem kann Rechnung getragen werden, indem ein Teil der Schichtmächtigkeit der Kapillarschicht als durchströmt angenommen wird, jedoch mit der Wichte γ ohne Berücksichtigung des Auftriebs.

2.4 Verformungen

Setzungen müssen bei der Planung durch ein ausreichend großes Mindestgefälle berücksichtigt werden. Aufgrund des ungesättigten Flusses in Kapillarsperren können kleinere lokale Sackungen überwunden werden. In jedem Fall muss eine Setzungsprognose gemäß E 2-6 und E 2- 24 durchgeführt werden.

2.5 Ableitung des Wassers der Kapillarschicht

Die Kapillarschicht muss das von oben zusickernde Wasser oberhalb des Kapillarblocks ableiten können. Die Kapillarsperre ist auch bei Kombination mit einem darüber liegenden Dichtungssystem so zu bemessen, als wäre das darüber liegende Dichtungssystem (z.B. eine Kunststoffdichtungsbahn) wirkungslos. Beim Sonderfall der Kombikapillarsperre liegt eine Kunststoffdichtungsbahn zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock (siehe LAGA 2009). In diesem Fall muss die Kapillarschicht nicht nur als Komponente der Kapillarsperre im Verbund mit dem Kapillarblock, sondern auch als Entwässerungsschicht auf der Kunststoffdichtungsbahn bemessen werden. Die Zusickerung in die Kapillarschicht darf nicht zu einem Wassereinstau der Kapillarschicht führen, der die Standsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems gefährden kann (in herkömmlichen Kapillarsperren tritt ein solcher Wassereinstau nie auf, da das Wasser zuvor im ungesättigten Fluss vertikal in den Kapillarblock versickert).

Die maximalen Abschlagslängen einer Kapillarsperre ergeben sich aus der Dimensionierung der Kapillarsperre nach Abschnitt 2.2 entsprechend der lateralen Dränkapazität.

Die hydraulische Bemessung der Drän- und Sammelleitungen ist für die maximale Zusickerung zur Kapillarsperre durchzuführen. Das Gefälle der Ableitungsrohre muss die prognostizierten Setzungen und Verformungen nach Abschnitt 2.4 berücksichtigen. Kontroll- und Wartungsschächte sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und Betriebsbedingungen anzuordnen. Bezüglich der baulichen Anordnung sind die Grundsätze nach Abschnitt 2.1 zu berücksichtigen.

Zusätzlich werden folgende Hinweise gegeben:

- Eine doppelte Dichtung im Bereich der Wasserfassung erhöht die Langzeitsicherheit der Wasserfassung.
- Eine Anordnung der Wasserfassung am Böschungsfuß außerhalb des Deponiekörpers verhindert, dass Wasser aus einer undichten Wasserfassung am Böschungsfuß in den Deponiekörper versickern kann.
- Die Wasserfassung in einer Zwischenrigole sollte ohne Vertiefung der Kapillarschicht aufgeführt werden, damit bei Versagen der Kunststoffteile sich lediglich eine größere Abschlagslänge mit einer ggf. temporären Überlastung der Kapillarsperre, jedoch kein dauerhaftes punktuell Versagen des Systems ergeben kann.

2.6 Durchdringungen

Vertikale Durchdringungen der Kapillarsperre können den lateralen Abfluss in der Kapillarschicht behindern. Am Böschungskopf sind sie unkritisch. In der Nähe der Wasserfassung aus der Kapillarschicht sollten sie nach Möglichkeit vermieden werden. Da der Abfluss in der Kapillarschicht ungesättigt erfolgt, werden schmale Durchdringungen in der Regel problemlos umflossen. Breite Hindernisse, wie beispielsweise Schächte, müssen konstruktiv so gestaltet werden, dass eine vertikale Versickerung von Wasser in den Kapillarblock an der Anstromseite des Hindernisses verhindert wird. Dies kann beispielsweise durch einen umlaufenden Kragen aus PEHD erfolgen, der analog zum Prinzip der Kombikapillarsperre auf der Oberfläche des Kapillarblocks verlegt wird und dazu dient, das Wasser lateral um das Hindernis zu führen. Anschließend kann es entweder gesondert gefasst oder wieder in der Kapillarschicht verteilt werden.

Sofern Gaskollektoren oder Gassammelleitungen horizontal innerhalb des Kapillarblocks verlegt werden, ist sicherzustellen, dass diese mindestens 0,1 m unterhalb der Schichtgrenze zur Kapillarschicht liegen.

3 Qualitätsmanagement

3.1 Allgemeines

Das Qualitätsmanagement ist im Sinne der E 5-1 durch eine Eigen- und Fremdprüfung sowie ggf. zusätzliche Überwachung durch die zuständige Behörde zu planen. In einem projektspezifisch aufgestellten Qualitätsmanagementplans (QMP) werden Zuständigkeiten, gültige Regeln und Anforderungen an Materialien und Einbautechnik sowie der Prüfumfang geregelt.

Der Qualitätsmanagementplan regelt die Durchführung von Eignungsprüfungen, Anlieferungskontrollen und baubegleitenden Prüfungen in mehreren Schritten:

- Eignungsprüfung von Materialien für Kapillarschicht und Kapillarblock, ggf. in mehreren Stufen
- Eignungsprüfung der Bautechnik im Probefeld
- Eingangskontrolle des Materials auf der Baustelle
- Einbaukontrolle einschließlich Dokumentation der Einbautechnik

Ein ausreichender Zeitvorlauf für Materialrecherche und Eignungsprüfungen, die bei Kipprinntests zur Bestimmung der lateralen Dränkapazität zeitaufwändig sein können, ist bei der Planung eines Oberflächenabdichtungssystems mit Kapillarsperre grundsätzlich zu berücksichtigen.

3.2 Materialanforderungen

3.2.1 Kapillarschicht

Die Kapillarschicht kann aus feinkornarmen Sanden hergestellt werden. Je nach erforderlicher lateraler Dränkapazität kommen gut sortierte Fein- bis Grobsande mit einer steilen Kornsummenkurve und sehr niedrigen Schluff- und Tonanteilen in Frage. In Einzelfällen können auch Brechsande und Recyclingmaterialien geeignet sein.

Das Kapillarschichtmaterial sollte keine organischen Bestandteile, einen niedrigen Kalkgehalt und niedrige Gehalte an mobilisierbaren Inhaltsstoffen aufweisen. Günstig auf die kapillaren Eigenschaften des Materials wirken sich gerundete Kornformen und glatte Kornoberflächen aus. Fremdbestandteile sind auszuschließen.

Aus hydraulischen und ausführungstechnischen Gründen ist für die Kapillarschicht eine Schichtmächtigkeit von mindestens 30 cm vorzusehen.

3.2.2 Kapillarblock

Der Kapillarblock wird aus feinkornfreiem Kies mit einer steilen Kornsummenkurve aufgebaut, der filterstabil zur Kapillarschicht ist. Im Einzelfall kommen auch gebrochene oder recycelte Materialien zum Einsatz. Das Material muss verwitterungsbeständig und mechanisch beanspruchbar sein, und es darf keine Eigenporosität besitzen. Günstig wirken sich glatte Kornoberflächen aus. Fremdbestandteile sind auszuschließen.

Für das grobkörnige Material des Kapillarblocks soll aus ausführungstechnischen Gründen eine Schichtdicke von mindestens etwa 15 cm eingehalten werden. Bei erfolgreichem Eignungsnachweis kann der Kapillarblock auch in geringerer Dicke oder bei vorliegender Eignungsbeurteilung als Kapillarblockbahn ausgeführt werden.

3.3 Materialprüfungen

Für die Prüfungen der Materialien zur Herstellung einer Kapillarsperre von der Auswahl der Materialien über die Eignungsprüfung bis zum fertigen Baufeld ist für die

Qualitätssicherung ein unterschiedlicher Parameterumfang erforderlich. Die Eignungsprüfung von Materialien, die in einer Kapillarsperre eingesetzt werden sollen, wird aus Zeit- und Kostengründen im Anschluss an eine Materialrecherche üblicherweise in mindestens zwei Stufen durchgeführt. In der Tabelle 2-33.1 ist exemplarisch ein mehrstufiges Vorgehen mit zugehörigem Parameterumfang zusammen gestellt, wobei die baubegleitenden Prüfungen im konkreten Fall noch in Prüfungen im Probefeld, Eingangsprüfungen und Prüfungen am fertigen Baufeld zu unterteilen sind.

Tabelle 2-33.1: Vorschlag Parameterumfang zur Prüfung von Materialien für Kapillarschicht und Kapillarblock

Prüfparameter/Nachweise	Stufe A	Stufe B	Stufe C
Korngrößenverteilung (Nasssiebung)	x	x	x
mineralogische Materialbeschreibung	x		
Glühverlust	x	x	x
Kalkgehalt	x	x	x
Wassergehalt	x	x	x
Fremdbestandteile	x	x	x
geometrische Filterstabilität		x	
Kornstabilität		x	
Kornform und -oberflächen		x	
Proctordichte (nur Kapillarschicht)		x	x
Trockendichte und Verdichtungsgrad (nur Kapillarschicht)		x	x
Wasserdurchlässigkeit		x	x
pF-Kurve (nur Kapillarschicht)		x	
pH-Wert		x	
zweiwertiges und oxalatlösliches Eisen (nur Kapillarschicht)		x	
Schwefel		x	
laterale Dränkapazität in Kipprinntest		x	
visuell frei von Verunreinigungen			x
Schichtmächtigkeit			x
Oberflächenebenheit			x
Bauvermessung (Lage und Höhen)			x
Stufe A: Vorauswahl Materialien			
Stufe B: Eignungsprüfung Materialkombination mit Kipprinntest			
Stufe C: Baubegleitende Prüfungen einschl. Probefeld			

3.4 Eignungsprüfung der Kapillarsperre in Kipprinnen

Nach den oben beschriebenen Kriterien zur Vorauswahl geeigneter Materialien wird die gewählte Materialkombination für die Kapillarschicht und den Kapillarblock in einer neigbaren Kipprinne getestet. Die Kipprinne muss so groß sein, dass die ungesättigte Wasserbewegung in einem Böschungsausschnitt der Kapillarsperre unter kontrollierten und repräsentativen Randbedingungen ohne versuchstechnische Verfälschungen nachgebildet wird und quantifiziert werden kann. Kapillarschicht und Ka-

pillarblock müssen in der Rinne in der gleichen Schichtdicke wie im geplanten Oberflächenabdichtungssystem untersucht werden.

In den Kipprinnen werden die Intensität der Wasserzugabe und die Neigung variiert. Dabei sollten die Versuchseinstellungen für den Eignungstest zum einen in der Literatur genannte Standardwerte für die normale bis hohe Belastung einer Kapillarsperre enthalten, um die Ergebnisse der untersuchten Materialkombination mit anderen bereits erfolgreich getesteten Materialkombinationen vergleichen zu können. Zum anderen ist die laterale Dränkapazität unter den am Einsatzort zu erwartenden Randbedingungen (Böschungsneigung, maximale Zusickerung in die Kapillarschicht) zu ermitteln.

Der sorgfältigen Abschätzung der am Standort zu erwartenden maximalen Zusickerung, die im Versuch als maßgebliche Randbedingung zu berücksichtigen ist, kommt dabei besondere Bedeutung zu. Da die Materialien der Rekultivierungsschicht und deren bodenhydrologische Eigenschaften zum Zeitpunkt der Eignungsprüfung der Kapillarsperre in der Regel noch nicht bekannt sind, kann dabei meistens nicht auf Messdaten zurückgegriffen werden, so dass die Zusickerung in die Kapillarschicht aus Modellrechnungen unter Berücksichtigung der klimatischen Standortverhältnisse zu ermitteln ist (siehe E 2-30).

Die Versuchsdauer pro Test ist mit mehreren Wochen anzusetzen, die für die Eignungsprüfung rechtzeitig einzuplanen sind. Aus den Ergebnissen des Kipprinnentests sind entweder die zulässigen Abschlagslängen abzuleiten oder die zuvor in der Planung festgelegten Abschlagslängen zu bestätigen. Die Versuchsdurchführung und -auswertung sind umfassend zu dokumentieren (u.a. Tagesberichte, Fotos, Originaldaten Zusickerung und Abflüsse in stündlicher Auflösung, Kalibrierdaten Messgeräte, Prüfprotokolle der Materialprüfung bei Ein- und Ausbau, Auswertung Wasserbilanzen auf Tagesbasis).

3.5 Prüfung der Herstellungsverfahren im Probefeld

Das Herstellungsverfahren und die eingesetzte Bautechnik sind vor dem eigentlichen Baubeginn in einem Probefeld nach E 3-5 zu überprüfen. Die Maße eines solchen Probefeldes betragen mindestens 4 m · 20 m zzgl. Randbereich, die Längsrichtung des Feldes liegt in Gefällerrichtung. Das Probefeld liegt an dem am stärksten geeigneten Böschungsbereich.

Bei der Herstellung der Kapillarsperre ist darauf zu achten, dass die Materialien von Kapillarblock und -schicht vor und während des Einbaus nicht vermischt werden. Eine saubere Trennung der Materialien ist für die Funktion der Kapillarsperre zwingend erforderlich. Die Oberfläche des Kapillarblocks ist so glatt herzustellen, dass Unebenheiten ≤ 2 cm unter einer 4-m-Richtlatte gewährleistet werden. Diese ebene Fläche muss nach Überdeckung mit der Kapillarschicht sowie den weiteren Bodenschichten als ebene Schichtgrenze zwischen Kapillarblock und Kapillarschicht erhalten bleiben.

Nach Fertigstellen aller Lagen sind innerhalb des Probefeldes in der Regel drei durch alle Lagen reichende Schürfgruben zur visuellen Kontrolle und zur Entnahme von Proben herzustellen. Die Filterstabilität und die böschungsparelle Trennung der Materialien der einzelnen Schichten, insbesondere an der Schichtgrenze zwischen Kapillarschicht und Kapillarblock, sind zu überprüfen.

Zum Schutze der Schichten der Kapillarsperre während der Bauzeit sollten Einbauabschnitte eingerichtet werden, die nach erfolgter Zwischenabnahme des eingebauten Materials sofort überdeckt werden. Der Einbau der Materialien ist von Witterungsverhältnissen weitgehend unabhängig. Durch geeignete Maßnahmen ist jedoch sicherzustellen, dass die freiliegenden Flächen der Kapillarsperrenschichten gegen Verunreinigungen oder den Eintrag von Fremdkörnungen geschützt sind. Bei Sturm und starkem Wind können Sicherungsmaßnahmen gegen Sandverwehungen und Feinkorneintrag notwendig werden (Windfangzäune; Beregnung, Vliesstoffe).

3.6 Dokumentation

Die Ergebnisse aller Prüfungen der Qualitätsüberwachung von Materialien und Herstellungsverfahren sind von der Eigen- und Fremdprüfung nachvollziehbar zu dokumentieren. Vor der Abnahme des Bauwerkes legt der Fremdprüfer unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Eigenprüfers eine ausgewertete Gesamtdokumentation vor.

Literatur

- VON DER HUDE, N., 1999: Kapillarsperren als Oberflächenabdichtungen auf Deponien und Altlasten – Laborversuche und Bemessungsregeln
Dissertation am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, Heft 41
- JELINEK, D., 1997: Die Kapillarsperre als Oberflächenbarriere für Deponien und Altlasten. Langzeitstudie und praktische Erfahrungen in Feldversuchen
Dissertation am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft an der TU Darmstadt, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, Heft 97
- KÄMPF, M., 2000: Fließprozesse in Kapillarsperren zur Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten. Grundlagen zur hydraulischen Bemessung
Dissertation am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, 109
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA), 2000: LAGA Ad-hoc-AG „Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen“: Beurteilung der Kapillarsperre vom 08./09.02.2000
in: BRÄCKER, W., 2002: Oberflächenabdeckungen und –abdichtungen, Abfallwirtschaftsfakten 6.1, Hrsg.: Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, August 2002

- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA), 2009: LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ – Beurteilung der grundsätzlichen Eignung der Kombikapillarsperre in Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien der Klassen I und II vom 12.12.2007
in: BRÄCKER, W., 2009: AbfallwirtschaftsFakten 18, Hrsg.: Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, April 2009
- MELCHIOR, S., 1993: Wasserhaushalt und Wirksamkeit mehrschichtiger Abdecksysteme für Deponien und Altlasten
Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften, Universität Hamburg, Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Heft 22
- MELCHIOR, S.; JELINEK, D., 2007: Kapillarsperren in Oberflächenabdichtungssystemen
in: RAMKE, H.-G.; WITT, K. J.; BRÄCKER, W.; TIEDT, M. (HRSG.), 2007: Anforderungen an Deponie-Oberflächenabdichtungssysteme
Höxteraner Berichte zu angewandten Umweltwissenschaften, Band 6, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Standort Höxter.
- OSTERKAMP, K., 2004: Wassertransport in Kapillarsperren - Markierungsversuche im Labormaßstab
Dissertation an der Fakultät für Geowissenschaften der Ludwig-Maximilians-Universität München
- PFEIFFER, B. M., 2006: Vergleichende Untersuchungen von Kapillarsperren aus Natur- und Recyclingbaustoffmaterialien als Beitrag zur Deponieoberflächenabdichtung und Ressourcenschonung
Dissertation am Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen
- STEINERT, B., 1999: Kapillarsperren für die Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten. Bodenphysikalische Grundlagen und Kipprinnenuntersuchungen
Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften, Universität Hamburg
Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Heft 45
- STEINERT, B.; MELCHIOR, S.; BURGER, K.; BERGER, K.; TÜRK, M.; MIEHLICH, G., 1997: Dimensionierung von Kapillarsperren zur Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten, Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Heft 32

Regelwerke

- DEPONIEVERORDNUNG (DEPV), 2009: Verordnung über Deponien und Langzeitlager, Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, 27.4.2009, BGBl. I, S. 900

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Wolf-Ulrich Henken-Mellies
LGA Landesgewerbeanstalt Bayern, Grundbauinstitut
90431 Nürnberg, wolf-ulrich.henken-mellies@lga.de

Bearbeiter: Dr. rer. nat. habil. S. Melchior, Hamburg
Dr. rer. nat. B. Steinert, Hamburg