

Bewertung von Dränsystemen in Oberflächenabdichtungen unter Langzeitaspekten mit besonderem Augenmerk auf geosynthetische Dränelemente

Clemens Borrmann*

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Veranlassung	1
2 Schaffung der Genehmigungsfähigkeit für den Ersatz einer mineralischen Drainageschicht durch ein geosynthetisches Dränelement unter besonderer Beachtung der Langzeitstandsicherheit	3
2.1 Ausgangslage	3
2.2 Anforderung	5
2.3 Technische Lösung	5
3 Bewertung und Schlussfolgerung	7
Literatur	8

1 Veranlassung

Im Regelaufbau für Oberflächenabdichtungen von Deponien ist zwischen der Rekultivierungsschicht, die dort hauptsächlich die Wiedereingliederung in den Naturraum leisten soll, und den Dichtungsschichten eine Drainageschicht eingebettet. Diese Drainageschicht hat funktionale Bedeutung sowohl für die überlagernde Rekultivierungsschicht (z. B. Vermeidung einer Stauwasserbildung) als auch, bezogen auf den Sicherungsgedanken, als Bestandteil des Multibarrierenprinzips dadurch, dass sie zur Reduzierung der Menge und Druckhöhe des auf die Dichtung wirkenden Wasserangebots beiträgt.

Zum Regelsystem wurden in der praktischen Ausgestaltung konkreter Projekte zahlreiche Derivate abgeleitet, wobei neben konstruktiven und bautechnologischen Vorteilen auch die mögliche Kostenreduzierung gegenüber dem Regelaufbau ein Auswahlkriterium darstellt. Zum Nachweis der Eignung einer abweichenden Lösung wird ein Gleichwertigkeitsnachweis bezogen auf den Regelaufbau geführt, weil jenem a priori unterstellt ist, dass mit ihm dem

* Dipl.-Ing. Clemens Borrmann, JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH, Saalbahnhofstraße 25c, 07743 Jena,
Tel.: 03641-453556, E-Mail: borrmann@jena-geos.de

Grundsatz des Schutzes des Wohls der Allgemeinheit Genüge getan wird, ohne noch einmal den Nachweis bezogen auf mögliche betroffene Schutzgüter führen zu müssen. Dies äußert sich manchmal darin, dass in Bescheide zu vom Regelaufbau abweichenden Systemen mitunter erschwerende Bedingungen hinsichtlich der Entlassung aus der Nachsorge einfließen.

In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, dass sich eine bauteilbezogen divergierende mental vorbelastete Herangehensweise an die Beurteilung der verschiedenen, jeweils einsetzbaren Baustoffarten ausgebildet hat. So unterstellt man mineralischen Baustoffen im Allgemeinen eine grundsätzliche langzeitige Eignung, wohingegen mit Ausnahme der Kunststoffdichtungsbahn den Geokunststoffen eher eine größere Skepsis entgegengebracht wird. Trenn- und Filtervliesen gegenüber zeigt sich ein ambivalentes Verhalten. Einmal erfolgt eine ordnungsgemäße Bemessung hinsichtlich der Filterwirksamkeit. Daneben tritt aber auch der Fall auf, dass Standardparameter angenommen werden und das Verhalten nicht weiter untersucht wird, insbesondere, wenn der trennende Charakter, so gern zwischen der Rekultivierungsschicht und der Drainageschicht, im Vordergrund steht.

Bei einer solchen Herangehensweise tritt oft der Langzeitaspekt in den Hintergrund, d. h. die Beurteilung des Systemsverhaltens in Bezug auf Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit bei sich zeitabhängig verändernden Baustoff- und Bauteileigenschaften wird vernachlässigt. Dies betrifft insbesondere die über einer Dichtung liegende Drainageebene, die maßgeblich aus der Rekultivierungsschicht heraus beeinflusst wird.

In diesem Beitrag wird ein Beispiel vorgestellt, an welchem deutlich wird, welche Anforderungen an die Ausgestaltung der Drainageschicht und darüber hinaus an den Aufbau des Systems Drainageschicht – Rekultivierungsschicht aus der Sicht des Langzeitaspektes gestellt werden müssen, und dass deren Berücksichtigung schließlich mit dazu beiträgt, dass sich die Vorteile, die mineralischen Drainageschichten gegenüber den geosynthetischen Dränelementen nachgesagt werden, zunehmend relativieren, mit der Folge, dass die wirtschaftlichen und bautechnologischen Vorteile, die jene besitzen, stärker in den Vordergrund treten können.

Für eine Hausmülldeponie mittlerer Größe mit bis 1:3 geneigten Böschungen war eine Oberflächenabdichtung geplant worden und zur Ausschreibung gelangt, die im wesentlichen dem Standardaufbau nach TASi entspricht. Über einer Kombinationsdichtung war eine mineralische Drainageschicht mit umfangreichem Zusatzpaket (Schutzschicht, Vliese) angeordnet. In einem Nebenangebot hat das schließlich beauftragte Bauunternehmen den Ersatz des Drainagepakets durch eine Drainagematte angeboten, was vom Bauherrn unter der Maßgabe, angenommen worden war, dass das Bauunternehmen die erforderlichen Nachweise beibringt und die Unterlagen für die Beantragung der Änderung der Rekultivierungsanordnung erstellt. Parallel wurde die Genehmigungsbehörde seitens des Bauherrn um eine vorläufige Zustimmung zu dieser Änderung ersucht. Sie wurde erteilt, allerdings unter der Maßgabe, dass eine „Notdrainageschicht“ anzuordnen sei. Dies war insofern überraschend, als im betroffenen Bundesland bereits ähnliche Objekte mit einer Drainagematte ausgerüstet worden waren, ohne dass eine solche wesentliche Zusatzforderung erhoben worden war.

Es wird gezeigt, welcher Beweggrund hinter der Forderung steht und wie eine dem ökonomischen Ansatz des Nebenangebots Rechnung tragende technische Lösung

herbeigeführt werden konnte. Die sich ergebenden Anforderungen an die Planung werden dargestellt. Es wird deutlich, dass geosynthetische Dränelemente zunehmend den klassischen mineralischen Drainageschichten gleichberechtigt gegenüberstehen.

2 Schaffung der Genehmigungsfähigkeit für den Ersatz einer mineralischen Drainageschicht durch ein geosynthetisches Dränelement unter besonderer Beachtung der Langzeitsicherheits

2.1 Ausgangslage

In einer Oberflächenabdichtung war für die Drainageschicht über einer Kombinationsdichtung aus einer Tondichtung und BAM-zugelassener Kunststoffdichtungsbahn eine mineralische Ausführungsart vorgesehen (siehe Abbildung 1). Über der KDB sollte zunächst eine mineralische, aus Brechsand bestehende Schutz- und Pufferschicht angeordnet werden, über der, jeweils durch ein Trennvlies getrennt die 30 cm dicke, aus Schotter 8/45 bestehende Drainageschicht und schließlich die gegenüber der Regelausbildung dicker auszubildende Rekultivierungsschicht aufzubringen war. Für den Rekultivierungsboden waren zwei Ausführungsspezifikationen zugelassen worden. Zum einen war ein Boden beschrieben, für den sich hohe Werte der Feldkapazität ergeben hätten. Alternativ durfte ein Boden verwendet werden, der dem eher sandigen Charakter der Umgebung entsprechen sollte. Jener war dann in einer etwas größeren Mächtigkeit einzubauen.

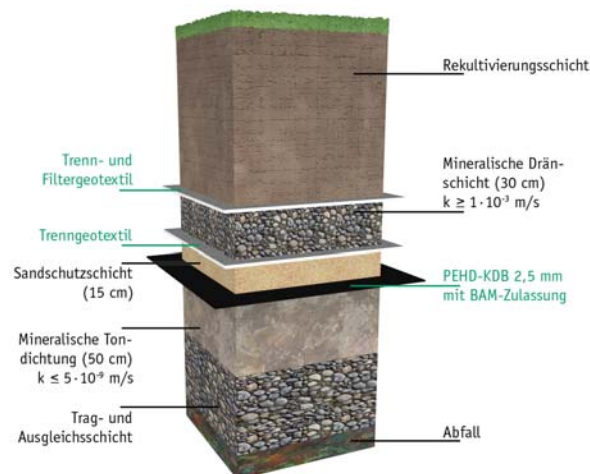


Abbildung 1: Ausgeschriebenes Oberflächenabdichtungssystem

Angeboten wurde schließlich ein eher sandiger Rekultivierungsboden und parallel dazu als Nebenangebot der Einsatz einer Drainagematte vom Typ Secudrän® R201Z WD601Z R201Z (siehe Abbildung 2). Die Genehmigungsbehörde erteilte auf Anfrage des Bauherrn ihre vorläufige Zustimmung unter der Bedingung, dass die „beim Einsatz einer Drainmatte erforderlichen Nachweise (z. B. Nachweis des Wasserableitvermögens, Zeitstandsversuch etc.) ... vorgelegt werden“. Forderungsgemäß wurden zum Nachweis der

Eignung das Eignungsgutachten der BAM [1] sowie objektbezogene hydraulische und Standsicherheitsnachweise erstellt. Darüber hinaus wurde auf Anforderung des Fremdprüfers für die kunststofftechnischen Komponenten der Schutzwirksamkeitsnachweis für die KDB geführt.

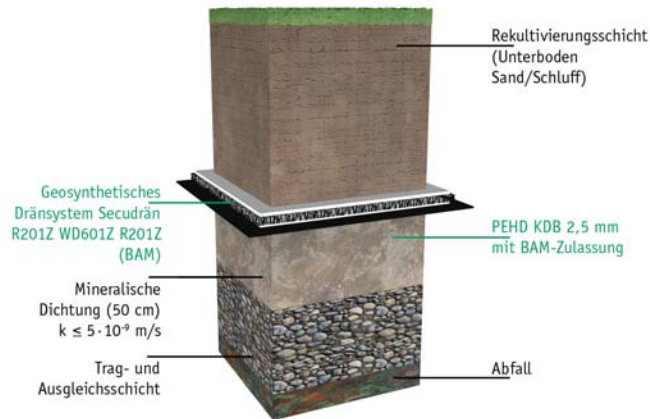


Abbildung 2: Aufbau Oberflächenabdichtungssystem gemäß Nebenangebot

Allerdings enthielt die behördliche Zustimmung noch die Bedingung, dass die Dränmatte „in Verbindung mit einer Notentwässerungsschicht (d = 15 cm bis 20 cm)“ auszubilden sei (siehe Abbildung 3). Mit dieser zusätzlichen Forderung hatte zunächst niemand gerechnet, da bereits adäquate Systeme bei vergleichbaren Objekten zur Ausführung gelangten, ohne dass eine solche explizite Forderung erhoben worden war. Vor dem Hintergrund, dass mit den vorzulegenden Nachweisen gezeigt werden kann und wurde, dass die Dränmatte als alleiniges Entwässerungselement allen, auch langzeitigen Anforderungen gerecht wird und insbesondere das Wasserableitvermögen noch ausreichend Reserven aufweist, waren nun noch die besonderen Anforderungen, die an die geforderte „Notdrainageschicht“ zu stellen sind, zu formulieren und zu befriedigen.

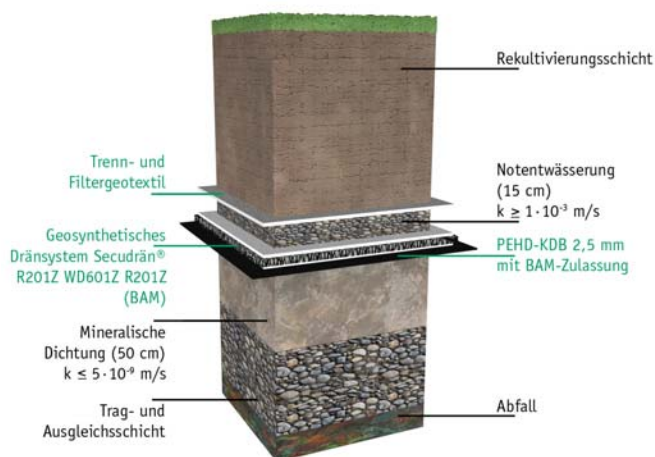


Abbildung 3: Vorläufig geforderter Aufbau Oberflächenabdichtungssystem mit Dränmatte

2.2 Anforderung

Die Forderung nach einer Notdrainage resultierte zunächst aus der Empfehlung der LAGA-Arbeitsgruppe [2], die ihrerseits auf noch notwendigen Forschungsbedarf verwies. Damit basiert sie auf einem Sicherheitsbedürfnis dergestalt, dass man endgültigen Oberflächenabdichtungen eine sehr lange Lebensdauer und Funktionstüchtigkeit abverlangt, eine solche den aus Kunststoff bestehenden Elementen aber nicht zutraute.

Versagen können Systeme hinsichtlich der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit. Unter Bezug auf die Empfehlung der LAGA verdeckt der Aspekt der Gebrauchstauglichkeit den der Standsicherheit: Mit einem „Zusammenbrechen“ des Dränkörpers ist die Funktionsfähigkeit der Drainage nicht mehr gegeben. Der Verlust der Drainagewirkung kann zu einem Wassereinstau in der Rekultivierungsschicht mit einhergehenden, nachteilig sich verändernden bodenphysikalischen Verhältnissen führen. Gleichzeitig erhöht sich der Lastanteil an der angreifenden Seite. Die Standsicherheit gerät in Gefahr. Auf diesen Aspekt hat unter anderem Müller [3] schon hingewiesen.

Daraus ist abzuleiten, dass es nicht ausreichend ist, wenn einzelne Elemente einer eingehenden Bewertung hinsichtlich der zu stellenden Anforderungen unterworfen werden – dies ist nur eine notwendige Voraussetzung für die Verwendungs- und Genehmigungsfähigkeit. Es ist das Systemverhalten zu beurteilen.

Im vorliegenden Fall wird also unterstellt, dass eine nachlassende Dränleistung ein instabiles Verhalten des Systems nach sich zieht, indem angenommen werden muss, dass es zu einem Versagen in der Zone unmittelbar oberhalb der Drainageschicht durch Überwinden des Scherwiderstands kommen kann und die gesamte Rekultivierungsschicht abrutscht. Da für Rekultivierungsböden regelmäßig auch eine hohe Feldkapazität gefordert wird, und entsprechende Böden vergleichsweise wasserempfindlich sind, ist diese Sorge nicht unbegründet.

Als Anforderung ergibt sich, dass die Standsicherheit des Oberflächenabdichtungssystems für den Fall nachzuweisen ist, dass das Drainagesystem versagt und ein Wasseraufstau in die Rekultivierungsschicht resultiert. Das bedeutet, dass die Scherfestigkeit des Bodens oberhalb des Drainagesystems sowie in der Fuge zwischen beiden Elementen unter konsolidierten jedoch undrainierten Bedingungen nachzuweisen ist. In besonderem Maß ist dabei zu berücksichtigen, dass sich ein Versagen in idealer Weise vom Böschungsfuß her entwickeln wird. In diesem Bereich ist regelmäßig die Systemauslastung bezüglich der Wasserableitung am größten und eine nachlassende Dränleistung zuerst zu verzeichnen. Gleichzeitig wird das System durch die geänderten Randbedingungen beim Übertritt des Wassers in Ableitsysteme (Gräben, Dränleitungen) zusätzlich beansprucht.

2.3 Technische Lösung

Mit der Forderung nach einer mineralischen Notdrainageschicht sollte der Gefahr begegnet werden, dass es zu einem Systemversagen kommt, wenn kein ausreichendes Wasserleitvermögen mehr gegeben ist. Es ist aber ausreichend, wenn für den über dem Drainagesystem anzuordnenden Boden eine solche Zusammensetzung gewählt wird, also für den Übergangsbereich solche Böden eingesetzt werden, die bei Auftreten konsolidierter, aber undrainierter Bedingungen immer noch eine ausreichende Standsicherheit aufweisen.

Mit dieser Interpretation der behördlichen Forderung nach einer Notdrainageschicht, zu der schließlich auch Konsens erzielt wurde, war es möglich zu zeigen, dass eine separate zusätzliche Notdrainageschicht im Sinn der LAGA-Empfehlung [2] nicht eingebaut zu werden braucht. Vielmehr wurde aus den angebotenen Rekultivierungsböden ein feinkornärmeres Substrat ausgewählt und hinsichtlich seiner Scherfestigkeit auf das oben beschriebene Versagensszenario untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Standsicherheit unter den formulierten Bedingungen gegeben ist. Er wird auf der Dränmatte in einer technologisch zweckmäßigen, den Forderungen der Verlegeanleitung für die Dränmatte genügenden Schichtstärke eingebaut.

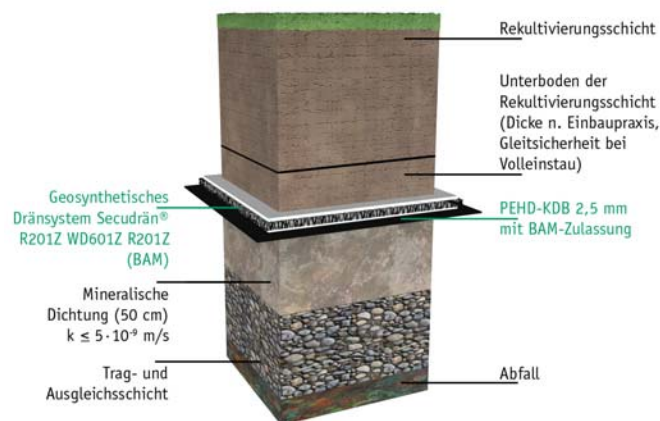


Abbildung 4: Die langzeitige Gleitsicherheit berücksichtigender, strukturierter Aufbau des Rekultivierungsbodens

Der schließlich vereinbarte strukturierte Aufbau des Rekultivierungsbodens (siehe Abbildung 4) entspricht im wesentlichen wieder dem Nebenangebot.

Zusätzlich war vereinbart worden, den besonders beanspruchten Böschungsfuß konstruktiv aufzuwerten. Oft wird am Fuß ein Schotterkeil angeordnet, der eine Oberflächenerosion verhindern soll. Er ist jedoch nicht in der Lage, mögliche Ausspülungen aus Drainageschichten zu vermeiden, insbesondere, wenn wie beschrieben ihre Leistungsfähigkeit nachlässt und darüber angeordnete Böden verstärkt in die Wasserableitung einbezogen sind. Die konstruktive Lösung sieht eine zusätzliche Entlastung am Ort des Wasseraustritts aus der Böschung vor. Die der Dränmatte aufliegende Bodenschicht wird aus durchlässigerem Substrat aufgebaut als dies für die für die übrige, der Dränmatte aufliegende Bodenschicht in Ansatz gebracht wird (siehe Abbildung 5). Damit wird der kritische Punkt des Wassereinstaus vom Böschungsfuß weg in die Böschung hinein verlagert. Durch das größere Wasserleitvermögen am Böschungsfuß tendiert der Wasseraufstau in die Rekultivierungsschicht dort schließlich wieder zu Null.

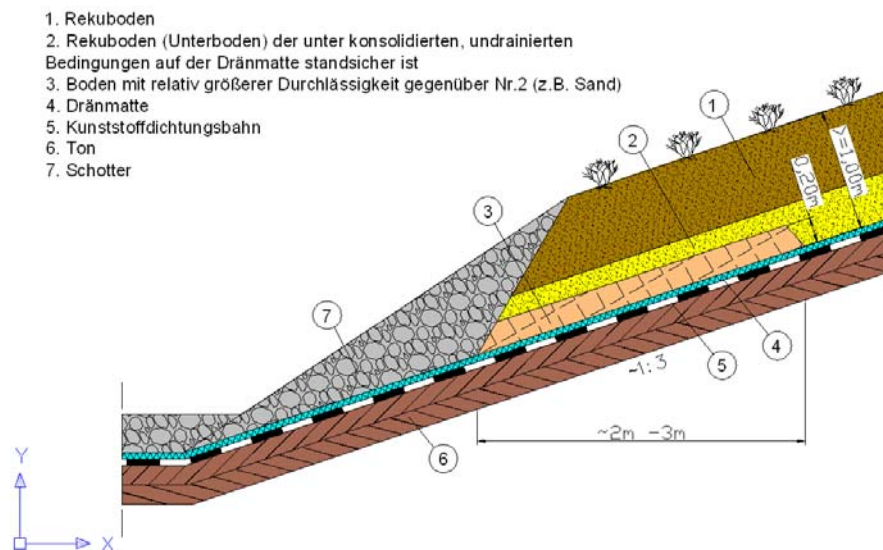


Abbildung 5: Konstruktive Ausbildung Böschungsfuß

3 Bewertung und Schlussfolgerung

Die zunächst geforderte Anordnung einer zusätzlichen Notdrainageschicht über einer Dränmatte entspricht nach wie vor der allgemeinen Unsicherheit, die gegenüber neuartigen Baustoffen und Bauteilen besteht. Erklärbar ist dies damit, dass oft eine zu euphorische Verwendung von neuartigen Elementen in technischen Systemen zu ernststen Problemen geführt hat. Daher ist es nachvollziehbar, wenn zunächst unter dem Aspekt der Sammlung von Erfahrungen zusätzliche, ggf. auch übermäßige Forderungen an die Sicherheit gestellt werden. In diesem Zusammenhang sind die in [2] aufgeführten zusätzlichen Bedingungen, die begleitend zum Einsatz einer Dränmatte beachtet werden sollen, und auch der gleichfalls formulierte Forschungsbedarf zu sehen. Nicht zuletzt musste sich die behördliche Forderung auf jene Empfehlung stützen.

Zwischenzeitlich sind in Bezug auf die Nachweisführung der Eignung geosynthetischer Dränelemente und auch durch Produktverbesserungen wesentliche Fortschritte erzielt worden. Und es existiert eine Richtlinie für den Eignungsnachweis von Kunststoff-Dränelementen [4]. Mittlerweile liegen Erfahrungen bei der Verwendung von Dränmatten vor und es gibt Erkenntnisse zum Systemverhalten aus Aufgrabungen bereits realisierter Oberflächenabdichtungen.

Wie dargestellt wurde, begründete sich die Forderung nach einer Notdrainageschicht damit, dass langfristig ein Standsicherheitsproblem für die Oberflächenabdichtung gesehen wurde. Es zeigte sich aber auch, dass dieser Frage im Zusammenhang mit der ursprünglichen Planung und Genehmigung nicht nachgegangen worden war. Im Rückschluss ist festzuhalten, dass die Anforderungen an die Langzeitstandsicherheit auch an das mit einer mineralischen Drainageschicht geplante System gestellt werden müssen. So ist dort ebenfalls nicht ausgeschlossen, dass das Trenn- und Filtervlies seine Funktion einbüßt bzw. dass sich Feinkorn im Gefüge der Drainageschicht einlagert.

Damit unterliegt aber ein Aufbau mit einer mineralischen Drainageschicht ebenso einer Systemveränderung wie jener mit einer Dränmatte. Somit wäre für den Aufbau mit einer mineralischen Drainageschicht ebenfalls zu fordern, dass der Nachweis der Standsicherheit für den Fall zu führen ist, dass die Drainagefunktion eingeschränkt ist oder verloren gegangen ist. Da Oberflächenabdichtungen auf Deponien zunächst auf unbestimmte Zeit ausgelegt sind, ist die Frage des Zeitpunktes, ab welchem das beschriebene Szenario gilt, nachrangig.

Wenn gesichert ist, dass dieser Aspekt in der Nachweisführung bei der Planung berücksichtigt wird, kann im Gegenzug die Forderung nach einer zusätzlichen mineralischen Entwässerungsschicht gemäß [2] weiter relativiert bzw. ganz aufgegeben werden. Wie gezeigt wurde, ist dem implizierten Sicherheitsgedanken grundsätzlich mit einer geeigneten Nachweisführung Rechnung zu tragen.

Anders ist der Aspekt der Gebrauchstauglichkeit, nämlich die Wasserableitfähigkeit selbst, zu bewerten. Bei der Dränmatte wird berücksichtigt, dass sich langfristig ihr Wasserableitvermögen einschränkt. Nach Einschätzung des Autors wird, wie bereits genannt, dies aber nicht in gleichem Maß auch bei mineralischen Dränsystemen getan, auch wenn dies in den Vorschriften so gefordert wird. Jenen unterstellt man eine langzeitige Beständigkeit und eine ausreichende Mindestfunktionstüchtigkeit. Dass dabei zur Abgrenzung von Schichtungen oft Filter- und Trennvliese, also ebenso einer Alterung unterliegende Kunststoffelemente zum Einsatz gelangen, tritt in den Hintergrund.

Ein Verlust der speziellen Gebrauchstauglichkeit Wasserableitvermögen bedeutet nicht, dass die Gebrauchstauglichkeit des gesamten Systems verloren geht. Diese Szenarien sind aber im Rahmen der Planung zu untersuchen, damit sichergestellt ist, dass mögliche, die Gebrauchstauglichkeit einschränkende Veränderungen mittels geeigneter Vorkehrungen vom System aufgefangen werden können.

Im Umkehrschluss darf die Berücksichtigung des Langzeitverhaltens, d. h. die Schaffung von zusätzlicher Sicherheit bei der Bewertung des langfristigen Systemverhaltens, auch dazu führen, dass die Anfangsbedingungen, denen ein Oberflächenabdichtungssystem unterworfen wird, relativiert werden, womit sich letztlich auch ein ökonomischer Effekt für den Vorhabensträger ergäbe.

Literatur

- [1] Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Secudrän® R201Z WD601Z R201Z für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien, Berlin, 01.09.2004
- [2] LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und -abdeckungen: Geotextile Entwässerungsschichten, Nürnberg, 1999
- [3] Müller, W.: Anforderungen an Kunststoff-Dränelemente für die langfristige sichere Entwässerung von Oberflächenabdichtungen. In: Egloffstein, Th. Burkhardt, G., Czurda, K. (Hrsg.): Abschluss und Rekultivierung von Deponien und Altlasten 2003, Erich Schmidt Verlag Berlin, 2003
- [4] Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): BAM-Richtlinie: Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten, Oktober 2003