

2. Dezember 2011

## Filtergutachten zur befristeten Zulassung der Kunststoff-Dränelemente

Enkadrain ZB der Colbond GmbH & Co. KG, Obernburg

GSE FabriNet ZB-E B200Z der GSE Lining Technology GmbH, Hamburg

Secudrän R201Z WD601Z R201Z der Naue GmbH & Co KG, Espelkamp

### Einleitung

Der BAM-Fachbeirat hat die „Richtlinie für die Zulassung von Geotextilien zum Filtern und Trennen für Deponieabdichtungen“ und die „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen“ verabschiedet. Sie sind auf der Internetseite und im Amts- und Mitteilungsblatt der BAM veröffentlicht.

Vom BAM-Fachbeirat wurden bestimmte Mindestanforderungen an Geotextilien zum Filtern und Trennen beschlossen. Mit heutigem Datum existieren keine zugelassenen Kunststoff-Dränelemente, deren Vliesstoffe die Anforderungen der o.g. Zulassungsrichtlinie-Geotextilien erfüllen. Die BAM stellt klar, dass dadurch keine Regelungslücke entstanden ist. Die bisher zugelassenen Kunststoff-Dränelemente können unter gewissen Bedingungen verwendet werden.

Bei Kunststoff-Dränelementen, die mit Vliesstoffen ausgestattet sind, die von den Anforderungen abweichen, wird zukünftig im Zulassungsschein ausdrücklich angegeben, welche Einschränkungen sich dadurch ergeben. Diese Kunststoff-Dränelemente dürfen nur verwendet werden, wenn die Bedingungen diese Einschränkungen erfüllen.

Als Experte zur Formulierung dieser Einschränkungen wurde auf Beschluss des BAM-Fachbeirates einzig Herr Prof. Saathoff bestellt. Auf diese Weise soll durch eine einheitliche Begutachtung die Eignung der in Kunststoff-Dränelementen verwendeten Vliesstoffe für bestimmte Randbedingungen definiert werden und ihren Einsatz somit ggfs. für diese freigegeben werden.

Die folgenden Ausführungen zeigen das Ergebnis dieser Begutachtung. Das aktuellste Ausgabedatum (und evtl. zukünftig auch die Gültigkeitsdauer) dieses vorliegenden Gutachtens ist auf der Internetseite des Lehrstuhls (derzeit <http://www.auf-iw.uni-rostock.de/arbeitskreise> bzw. mittelfristig unter <http://www.auf-gk.uni-rostock.de/arbeitskreise>) hinterlegt.

### LEHRSTUHL FÜR GEOTECHNIK UND KÜSTENWASSERBAU

## Zulassungsrichtlinie für Kunststoff-Dränelemente

Die Zulassungsrichtlinie für Kunststoff-Dränelemente hat zwei Schwerpunkte: Die Langzeit-Scherfestigkeit und das Langzeit-Wasserableitvermögen.

Die Kunststoff-Dränelemente funktionieren jedoch nur, wenn auch der geotextile Filter langfristig wirksam ist. In der Zulassungsrichtlinie für Geotextilien zum Filtern und Trennen sind die relevanten Eigenschaften des Filtergeotextils beschrieben. Es werden Mindestanforderungen aufgestellt, die jedoch von den geotextilen Filtern der derzeit zugelassenen Kunststoff-Dränelemente nicht erfüllt werden.

In der Zulassungsrichtlinie wurde folgende Zulassungsvoraussetzung formuliert: *“Die Masse je Flächeneinheit des Trägergeotextils muss mindestens 180 g/m<sup>2</sup> und die Stempeldurchdrückkraft mindestens 1,5 kN betragen. Beim Filtergeotextil muss die Masse je Flächeneinheit mindestens 300 g/m<sup>2</sup>, die Dicke mindestens 3 mm, die Stempeldurchdrückkraft mindestens 2,5 kN und der Durchdrückvorschub bei der Stempeldurchdrückkraft mindestens 50 mm betragen. Weiterhin muss die Dicke des Filtergeotextils mindestens der 30fachen charakteristischen Öffnungsweite  $O_{90}$  entsprechen.“*

Wird beim Filtergeotextil von diesen Anforderungen abgewichen, so muss der Antragsteller in Abstimmung mit der Zulassungsstelle ein Gutachten der Universität Rostock vorlegen, in dem nach den Regeln des DVWK-Merkblatts (1992) der Bereich von Böden angegeben wird, für den aufgrund der Eigenschaften des Filtergeotextils (charakteristische Öffnungsweite und Dicke) eine langfristige ausreichende

- mechanische Filterfestigkeit (ist zu bemessen mit der „feinsten“ Körnungslinie eines Körnungsbandes, d.h. mit dem linken Rand eines Körnungsbandes) und
- hydraulische Filterwirksamkeit (ist zu bemessen mit der „größten“ Körnungslinie eines Körnungsbandes, d.h. mit dem rechten Rand eines Körnungsbandes)

gegeben ist. Der Bereich wird im Zulassungsschein beschrieben.

Das erwähnte erforderliche Gutachten wird hiermit für drei Produkte vorgelegt.

## Auswahlkriterium Masse pro Flächeneinheit

Beim Standard-Filtergeotextil muss die Masse je Flächeneinheit mindestens 300 g/m<sup>2</sup> betragen. In der Zulassungsrichtlinie findet sich der Hinweis, dass die Masse pro Flächeneinheit des Trägergeotextils mindestens 180 g/m<sup>2</sup> betragen soll. Diese Anforderung ist aus Robustheitsgründen auf das Filtergeotextil der hier betrachteten Dränmatte zu übertragen. Zudem ist eine Robustheitsklassenbemessung nach FGSV (2005) für den konkreten Anwendungsfall (mit der größten Körnungslinie) durchzuführen.

*Masse pro Flächeneinheit des Filtergeotextils: Mindestens 180 g/m<sup>2</sup>  
Kriterium in vorliegenden Fällen erfüllt ✓*

*GRK-Bemessung und Nachweis nach FGSV (2005)  
Kriterium abhängig vom Anwendungsfall*

### Auswahlkriterium Dicke

Beim Standard-Filtergeotextil muss die Dicke mindestens 3 mm und mindestens der 30fachen charakteristischen Öffnungsweite  $O_{90}$  betragen. Der erstgenannte Wert resultiert auch aus den Robustheitsanforderungen, die mit den hier gestellten Mindestanforderungen zur Masse pro Flächeneinheit und GRK Bemessung berücksichtigt werden. Die Filtrationslänge „30fache charakteristische Öffnungsweite  $O_{90}$ “ gilt für Anwendungsfälle, die alle Randbedingungen und Unwägbarkeiten abdecken sollen. Festgelegt wird nachfolgend eine Mindestfiltrationslänge von 18, die nicht unterschritten werden darf.

Festzuhalten ist weiterhin, dass die zugrundeliegende Auflast zur Ermittlung der Dicke nach den Erkenntnissen des Franzius-Instituts stets der Dicke eines Vliesstoffes bei 2 kPa Auflast (und nicht bei 20 kPa) entspricht (Saathoff, 1987).

*Dicke eines Vliesstoffes mindestens 18fache charakteristische Öffnungsweite  $O_{90}$   
Kriterium in vorliegenden Fällen erfüllt ✓*

### Auswahlkriterium Festigkeit und Dehnung

Beim Standard-Filtergeotextil müssen die Stempeldurchdrückkraft mindestens 2,5 kN und der Durchdrückvorschub bei der Stempeldurchdrückkraft mindestens 50 mm betragen. Diese Anforderungen gelten für Anwendungsfälle, die alle Randbedingungen und Unwägbarkeiten abdecken sollen. Im vorliegenden Gutachten werden nachfolgend definierte Körnungslinien betrachtet und zudem auf die positiven Erfahrungen des bisher eingesetzten Produktes hinsichtlich Festigkeit und Dehnung verwiesen. Obwohl die neuen o.g. Neuregelungen begrüßt werden, werden die bestehenden Regelungen (auch hinsichtlich Höchstzugkraft und -dehnung), die zur Erteilung der vorhandenen Zulassung geführt haben, hier für die gewählten Körnungslinien als ausreichend angesehen.

*Kein weiteres Kriterium erforderlich*

### Auswahlkriterium Hydraulische Filterwirksamkeit

Nach den Regeln des DVWK-Merkblatts (1992) soll der Bereich von Böden angegeben werden, für den aufgrund der Eigenschaften des Filtergeotextils eine langfristige ausreichende hydraulische Filterwirksamkeit gegeben ist.

Da sich die Bemessungsgrundlagen wegen, gegenüber 1992 zugrundeliegenden neueren Prüfverfahren geändert haben, kann, falls nicht nach DIN 60500 Teil 4 geprüft wurde, folgende Beziehung genutzt werden:

$$k_v = V_{IH50} * \text{Dicke} / \Delta H$$

Eine Überprüfung aller hier gewählten Körnungslinien bestätigt die Feststellung, dass bei feinen Böden die Wasserdurchlässigkeit des Geotextils so groß ist, dass sich eine Bemessung in der Regel erübrigt. Am rechten (groben) Rand des Körnungsspektrums wird  $k_v$  häufig laut Bemessungsverfahren zu klein. Bei diesen groben Böden hingegen wirkt das Geotextil nicht mehr als Filter, sondern eher als Trennschicht. Bei diesen groben Böden ist eine so hohe Durchlässigkeit in der Bodenschicht gegeben, dass die Durchlässigkeit des Geotextils in den Hintergrund treten kann (vgl. alte Schweizer Norm SN 670 125a und Oeltzschner, 1989).

Festzuhalten ist dabei, dass die Dicke eines Vliesstoffes im eingebauten Zustand in der Praxis nach den Erkenntnissen des Franzius-Instituts stets nicht weiter komprimiert wird als die Dicke,

die der Vliesstoff unter 2 kPa Auflast aufweist (Saathoff, 1987), d.h. für den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert senkrecht zur Geotextilebene  $k_v$  wird eine Auflast von 2 kPa (und nicht von 20 kPa) zugrunde gelegt.

Da die Kunststoff-Dränelemente ohnehin für den konkreten Anwendungsfall filtertechnisch auch hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit senkrecht zur Filter-Geotextilebene mit den DVWK-Bild 2.3 dimensioniert werden müssen, entfällt hier nachfolgend eine zusätzliche Anforderung; es wird folgend davon ausgegangen, dass die Wasserdurchlässigkeit des Geotextils kein Bemessungskriterium darstellt.

*Kriterium abhängig vom Anwendungsfall, in der Regel nicht entscheidend*

### Auswahlkriterium Suffosionssicherheit des abzufilternden Bodens

Böden ohne Plastizität entweder mit stetigem Verlauf der Körnungslinie ( $U > 14$ ) oder mit Ausfallkörnung im Bereich unterhalb 40% Siebdurchgang können einer Suffosion unterliegen.

Leider ist es nicht gelungen, pauschale Angaben zur Suffosionssicherheit des abzufilternden Bodens im Körnungsbereich C durchzuführen. Da es sich hierbei allerdings nicht um eine Geotextilbemessung, sondern um eine Bodenbemessung handelt, kann dieser Punkte nachfolgend außer Acht gelassen werden.

*Die Suffosionssicherheit des Bodens muss, unabhängig ob ein Kunststoff-Dränelement verwendet wird oder nicht, gewährleistet sein.*

### Auswahlkriterium Mechanische Filterwirksamkeit

Nach den Regeln des DVWK-Merkblatts (1992) soll der Bereich von Böden angegeben werden, für den aufgrund der Eigenschaften des Filtergeotextils eine langfristige ausreichende mechanische Filterfestigkeit (charakteristische Öffnungsweite und Dicke) gegeben ist.

Die Bemessung auf Dicke / Filtrationslänge wurde bereits im o.g. Abschnitt Dicke erläutert.

Bzgl. der Bemessung auf Öffnungsweite wurde die Literatur geprüft, ob neuere Bemessungen herangezogen werden sollten. Dabei wurden folgende Erkenntnisse gewonnen:

- In der Zeit nach DVWK (1992) gab es kaum nennenswerte Fortschritte in der Filterbemessung, zumindest keine umfassenden.
- Die Filterregeln des Straßenbaumerkblattes (FGSV 2005) sollten nur im Einzelfall herangezogen werden.
- Eine mögliche Ausnahme stellen die Untersuchungen von Lafleur (1999) dar. Berechnungen mit seinen Ansätzen und Modifikationen davon (vgl. Heibaum et al, 2006) sind auf den ersten Blick logisch und nachvollziehbar, allerdings ergaben die Berechnungen auch, dass diese Filterregeln hier und da sehr viel Spielraum erlauben und im Extremfall jedes Geotextil als Filter zulassen.

Basis der nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind ausschließlich die DVWK-Regeln aus 1992 (vgl. auch Saathoff 1995 und 2009). Es wurden ausschließlich hydrostatische Belastungen angenommen.

Der DVWK (1992) definiert:

Körnungsbereich A:  $d_{40} \leq 0,06$  mm

Körnungsbereich B:  $d_{15} \geq 0,06$  mm

Körnungsbereich C:  $d_{15} \leq 0,06$  mm und  $d_{40} > 0,06$  mm

Um die nachfolgend dargelegten Ergebnisse, die auf einer Vielzahl von Bemessungen basieren, visuell darlegen zu können, wurden strenge Auslegungen zugrunde gelegt. So wurde stets ein Boden mit hoher Einzelkornmobilität angenommen.

Eine langfristige ausreichende Wasserdurchlässigkeit wird gleichzeitig auch den Nachweis der Sicherheit gegen Kolmation beinhalten. Dazu ist die Öffnungsweite des Geotextils  $gew O_{90}$  zwischen der unteren Grenze gegen Kolmation ( $min O_{90}$ ) und der oberen Grenze gegen Erosion ( $max O_{90}$ ) so zu wählen, dass sie möglichst nahe an  $max O_{90}$ , aber keinesfalls unter  $0,2 max O_{90}$  liegt (Saathoff, 2009). Gewählt wurde somit das Kriterium

$$gew O_{90} = 0,2 \text{ bis } 1,0 \text{ zur } O_{90}$$

Zur  $O_{90}$  wurde stets nach DVWK (1992) für die gewählten Körnungslinien berechnet.

Das Ergebnis dieser umfangreichen Berechnungen ist in den Bildern 1 bis 14 dargestellt.

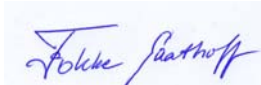
Liegt eine vorhandene Körnungslinie vollständig auf der weißen (zulässigen) Fläche EINES der 14 Bilder ist das hier zugrunde liegende Filter-Geotextil für eine zu prüfende Körnungslinie unter Berücksichtigung der im Gutachten beschriebenen Randbedingungen geeignet. Schneidet eine relevante Körnungslinie auf JEDEM Bild eine grau schraffierte Fläche, so ist das hier betrachtete Produkt filtertechnisch nicht geeignet.

Bilder 1 und 2 enthalten die zulässigen Flächen für Körnungslinien des Körnungsbereichs A. Bilder 3 bis 14 enthalten die zulässigen Flächen für Körnungslinien der Körnungsbereiche B und C.

Für die Prüfung der Zulässigkeit in den Körnungsbereichen B und C ist es sinnvoll, zunächst das für die vorhandene Körnungslinie passende  $d_{60}$ -Fenster zu wählen. Für  $d_{60} \leq 0,4$  mm sind jeweils zwei Bilder zu prüfen, für  $d_{60} > 0,4$  mm jeweils nur eines.

*Mechanische Filterwirksamkeit ist zu prüfen  
Kriterium abhängig vom Anwendungsfall nach Bildern 1-14*

Rostock, den 2. Dezember 2011



Univ. Prof. Dr.-Ing. Fokke Saathoff



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Stefan Cantré

## Literatur

- BAM: Richtlinie für die Zulassung von Geotextilien zum Filtern und Trennen in Deponieoberflächenabdichtungen, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, 2010
- BAM: Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, 2010
- DVWK 221: Anwendung von Geotextilien im Wasserbau. Empfehlungen des Arbeitskreises 14 (heute Ak 5.1) „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ der DGGT, DVWK Merkblätter 221, 1992
- FGSV. Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E. Eigenverlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln., 2005
- Heibaum, M.; Fourie, A.; Girard, H.; Karunaratne, G.P.; Lafleur, J. & Palmeira, E.M.: Hydraulic applications of geosynthetics. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Geosynthetics, Yokohama. Millpress, Rotterdam, 2006
- Krug, M. & Heyer, D.: Geotextile Filter im Erd-, Straßen- und Deponiebau. Geotechnik Heft 4, 1998
- Lafleur, J.: Selection of geotextiles to filter broadly graded cohesionless soils. Geotextiles and Geomembranes 17, 1999

- Müller, W. & Tuchscherer, A.: Die Zulassung von Geokunststoffen, Polymeren und Dichtungskontrollsystemen nach der neuen Deponieverordnung, Fachtagung „Die sichere Deponie“, SKZ Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg, 2010
- Müller, W. & Wöhlecke, A.: Voraussetzungen für die Zulassungen von Geokunststoffen (insbesondere Bewehrungsgittern) für Deponieabdichtungen, Fachtagung „Die sichere Deponie“, SKZ Süddeutsches Kunststoff-Zentrum, Würzburg, 2011
- Saathoff, F.: Examinations of Long-Term Filtering Behaviour of Geotextiles. RILEM-Seminar Long-Term Behaviour of Geotextiles, Chapman and Hall, E.&F.N. Spon, The Scientific, Technical and Medical Division of Associated Book Publishers (UK) Ltd., 1987. Deutsche Übersetzung: Untersuchungen zum Langzeit-Filterverhalten von Geotextilien. Mitteilungen des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover, Heft 65, 1987
- Saathoff, F.: Filtern mit Geotextilien. Technische Akademie Esslingen "Geokunststoffe in der Geotechnik", 1995
- Saathoff, F.: Vergleich von geotextilen und mineralischen Filterschichten im Wasserbau. Sonderheft Geotechnik zur 11. Informations- und Vortragstagung über „Kunststoffe in der Geotechnik“, DGGT, S. 111-123 (13 Seiten), VGE Verlag Essen, ISBN 978-3-940476-21-0, 2009
- Saathoff, F.; Müller, W. & Witt, K.J.: Neue Regelungen im Deponiebau. Sonderheft Geotechnik zur 12. Informations- und Vortragstagung über „Kunststoffe in der Geotechnik“, DGGT, in Druck 2011

**Anlagen** sind produktabhängig zu ergänzen.

Bilder 1 bis 14: Zulässige Fläche für Körnungslinien