

Geotextilrobustheitsklassen: Eine praxisnahe Beschreibung der Robustheit von Vliesstoffen und Geweben gegenüber Einbaubeanspruchungen

Die dauerhafte Funktionstüchtigkeit eines Trenn- und Filtergeokunststoffes ist von grundsätzlicher Bedeutung, damit die ihm zugeordnete Bauaufgabe erfüllt werden kann. Mit der richtigen Auswahl der Geotextilrobustheitsklasse kann die Nutzungsdauer eines zu errichtenden Bauwerks sichergestellt und die möglichen Erhaltungskosten deutlich verringert werden.

Prof. Dr.-Ing. Martin Köhler, Detmold, für www.geo-site.com

1. Bedeutung der Geotextilrobustheitsklassen

Die Problematik der Filterstabilität an der Schichtgrenze zwischen der untersten Tragschicht und dem Untergrund / Unterbau gewinnt seit einiger Zeit sowohl im Straßen- als auch im Wegebau zunehmend an Bedeutung (siehe u. a. [1]). Eine einfache und bewährte Methodik zur Herstellung der Filterstabilität zwischen dem Tragschichtmaterial und dem darunter befindlichen Boden beinhaltet das Verlegen eines Geotextils auf dem Planum. Dadurch können das Abwandern von Gesteinskörnern aus der Tragschicht ohne Bindemittel in den Boden und das Aufsteigen von Bodenteilen in die Tragschicht hinein dauerhaft vermieden werden. Neben der Trennfunktion kommt dem Geotextil häufig auch die Filterfunktion zu, sofern Grundwasser bis zum Planum aufsteigen kann oder

Oberflächenwasser durch den Oberbau hindurch sickert. Letzteres tritt nicht nur bei Bauweisen mit wasserdurchlässigem Oberbau auf, sondern beispielsweise auch bei Asphaltstraßen, sofern sie bereits Rissbildung aufweisen.

Anhand der Korngrößenverteilungslinien des Tragschichtmaterials und des Bodens kann nicht nur die Filterstabilität beider Materialien gegeneinander anhand von Filterkriterien beurteilt werden. Sie werden auch verwendet, um den geotextilen Filter hinsichtlich der mechanischen Filterwirksamkeit (Kennwert: Charakteristische Öffnungsweite O_{90}) und der hydraulischen Filterwirksamkeit (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{v,5\%}$ des Geotextils) zu bemessen. Die Vorgehensweise zur Bemessung geotextiler Filter ist beschrieben im FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus [2] (siehe auch [3]).

Neben der Bestimmung oben genannter Kennwerte hinsichtlich der Trenn- und Filterfunktion des Geotextils ist aber auch die mechanische Beanspruchung des Geotextils beim Einbau, Überschütten und Verdichten zu beurteilen und bei der Auswahl des Geotextils zu berücksichtigen. Die hierzu im FGSV-Merkblatt [2] formulierte Vorgehensweise beinhaltet eine Abschätzung der mechanischen Beanspruchung anhand der Korngröße und Kantigkeit des Schüttmaterials (Tragschichtmaterial), was als "Anwendungsfall" bezeichnet wird, und des Vorgehens bei Einbau und Verdichtung sowie die im Schüttmaterial bei Befahrung durch Baufahrzeuge zu erwartende Spurrinnentiefe, was als "Beanspruchungsfall" bezeichnet wird (siehe Kapitel 3). Die für das Geotextil erforderliche Robustheit gegenüber den genannten Beanspruchungen ist in fünf Geotextilrobustheitsklassen GRK unterteilt und wird anhand des Anwendungs-



1 Stempeldurchdrückversuch – hierbei wird das Durchdrücken eines Steines durch ein Geotextil simuliert und dient zur Klassifizierung der Robustheitsklasse auch von Vliesstoffen

Foto: NAUE



2 Dieses Beschütten eines Trenn- und Filtervliesstoffes dokumentiert die Wichtigkeit einer beanspruchungsgerechten Festlegung der Geotextilrobustheitsklasse

Anwendungsfall Schüttmaterial		Beanspruchungsfall Baubetrieb				
		zunehmende Spurrinnentiefe im Schüttmaterial ----->				
		AB 1	AB 2	AB 3	AB 4	AB 5
AS 1	zunehmend größeres und scharfkantigeres Material ↓	GRK 3				
AS 2		GRK 3	GRK 3	GRK 3	GRK 4	GRK 5
AS 3		GRK 3	GRK 3	GRK 4	GRK 5	(1)
AS 4		GRK 4	GRK 4	GRK 5	(1)	(1)
AS 5		GRK 5	GRK 5	(1)	(1)	(1)

(1) Zur Minderung der Spurrinnentiefe ist entweder die Schüttlagendicke zu erhöhen oder/und die Scherfestigkeit des Schüttmaterials zu verbessern oder/und das System zu bewehren. Zur Sicherung der Trennfunktion bei tiefen Spurrinnen (AB 4, AB 5) sind hoch dehnfähige Produkte (Höchstzugkraftdehnung $\epsilon > 50\%$) einzusetzen. Die Wirksamkeit der Maßnahmen sollte durch Baustellenversuche überprüft werden.

Tab. 1: Festlegung der erforderlichen Geotextilrobustheitsklasse GRK aus der Beanspruchung durch Schüttmaterial, Einbauverfahren und Baubetrieb [2]

falls AS sowie des Beanspruchungsfalls AB bestimmt (Tab. 1).

Die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse GRK ergibt sich damit anhand des zu verwendenden Schüttmaterials und der erwarteten Beanspruchung aus dem Baubetrieb durch Anwendung der Tabelle 1 [2].

2. Einteilung der Geotextilrobustheitsklassen

Die Robustheit eines Geotextils gegenüber der mechanischen Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb ergibt sich grundsätzlich anhand seiner Festigkeit. Daher basiert die Einteilung in Geotextilrobustheitsklassen auf einer Abstufung von Festigkeitsklassen. Zusätzlich wird die Masse pro Flächeneinheit [g/m²] des Geotextils berücksichtigt.

Die betreffenden Festigkeitsanforderungen bei Vliesstoffen basieren auf dem Stempeldurchdruckwiderstand (Abb. 1). Dieser wird anhand des Stempeldurchdruckversuches gemäß DIN EN ISO 12236 (Ausg. 11/2004) bestimmt. Dabei wird eine kreisförmige, randumlaufend eingespannte Probe des Vliesstoffes mittig von einem Stempel mit 50 mm Durchmesser weggesteuert bis zum Versagen belastet. Es soll mit diesem Versuch der Beanspruchungszustand abgebildet werden, der beim Eindrücken eines groben Gesteinskorns in ein Geotextil auf weichem Untergrund entsteht. Gemessene Prüfkraft und Weg beschreiben das Verhalten des Produktes.

Bei Produkten aus Folienbändchen und Spleißgarnen und solchen aus Multifilamentgarnen erfolgt die Zuordnung der Geotextilrobustheitsklasse maßgeblich anhand ihrer Zugfestigkeit. Die Prüfung der

Zugfestigkeit erfolgt mit dem Streifenzugversuch gemäß DIN EN ISO 10319.

Zusätzlich ist für alle Geotextilien die Masse pro Flächeneinheit gemäß DIN EN ISO 9864 zu bestimmen. Die Anforderungswerte beziehen sich grundsätzlich auf das 5 %-Mindestquantil, wodurch die herstellungsbedingten Produktionsabweichungen berücksichtigt sind.

3. Ermittlung der erforderlichen Geotextilrobustheitsklasse und Auswahl des Geotextils anhand der Beanspruchungen durch das Schüttmaterial und den Baubetrieb

Zur Ermittlung der erforderlichen Geotextilrobustheitsklasse gemäß Tabelle 1 ist einerseits die Beanspruchung durch das Schüttmaterial (Anwendungsfall) sowie andererseits die Beanspruchung durch Einbau, Verdichtung und Befahren mit Baufahrzeugen (Beanspruchungsfall) abzuschätzen (Tab. 3 und 4). Eine Berechnung von Beanspruchungsgrößen ist nicht erforderlich.

Spurrinnen in der Schüttlage entstehen durch das Zusammenwirken von Steifigkeit und Verformungsbeständigkeit des Untergrundes und in Abhängigkeit der Dicke und der Scherfestigkeit des Schüttmaterials. Insofern werden durch die Angabe der Spurrinnentiefe der Steifigkeitszustand des Gesamtsystems sowie der Beanspruchungszustand der Trennlage beurteilt. Die Trennlage reduziert dabei nicht das Entstehen von Spurrinnen. Sollen Spurrinnen reduziert oder verhindert werden,

Geotextilrobustheitsklasse	Vliesstoffe		Bändchengewebe		Multifilamentgewebe ⁽²⁾	
	Stempel-durchdruckkraft erf F _{p,5%}	Masse pro Flächeneinheit erf m _{A,5%}	Höchstzugkraft ⁽¹⁾ erf F _{5%}	Masse pro Flächeneinheit erf m _{A,5%}	Höchstzugkraft ⁽²⁾ erf F _{5%}	Masse pro Flächeneinheit erf m _{A,5%}
	[kN]	[g/m ²]	[kN/m]	[g/m ²]	[kN/m]	[g/m ²]
	DIN EN ISO 12236	DIN EN ISO 9864	DIN EN ISO 10319	DIN EN ISO 9864	DIN EN ISO 10319	DIN EN ISO 9864
GRK 1	≥ 0,5	≥ 80	≥ 20	≥ 100	≥ 60	≥ 230
GRK 2	≥ 1,0	≥ 100	≥ 30	≥ 160	≥ 90	≥ 280
GRK 3	≥ 1,5	≥ 150	≥ 35	≥ 180	≥ 150	≥ 320
GRK 4	≥ 2,5	≥ 250	≥ 45	≥ 220	≥ 180	≥ 400
GRK 5	≥ 3,5	≥ 300	≥ 50	≥ 250	≥ 250	≥ 550

⁽¹⁾ Es gilt der kleinere Wert aus Längs- und Querrichtung

⁽²⁾ Höchstdruckkraft in Richtung der größeren Festigkeit; ggf. ist der Nachweis der Zuordnung zu den Geotextilrobustheitsklassen notwendig

Tab. 2: Zuordnung der Geotextilrobustheitsklasse anhand der Festigkeit und Masse eines Geotextils (Klassenwert beinhaltet jeweils die Anforderung an das 5 %-Mindestquantil) [2]

Anwendungsfall	Rundkörniges Schüttmaterial	Scharfkantiges Schüttmaterial
AS 1	Anwendungen, bei denen die mechanische Beanspruchung durch das Schüttmaterial keinen Einfluss auf die Auswahl hat	
AS 2	grob- oder gemischtkörnige Böden nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)	
AS 3	grob- oder gemischtkörnige Böden mit bis zu 40 M.-% Steinen	grob- oder gemischtkörnige Böden nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)
AS 4	grob- oder gemischtkörnige Böden mit über 40 M.-% Steinen	grob- oder gemischtkörnige Böden mit bis zu 40 M.-% Steinen
AS 5		grob- oder gemischtkörnige Böden mit über 40 M.-% Steinen

⁽¹⁾ Aufbereitetes Schüttmaterial (z. B. gebrochenes Gestein, Recyclingbaustoff) ist entsprechend der Korngröße und -form einzustufen

Tab. 3: Beanspruchung von Geotextilien durch das Schüttmaterial ⁽¹⁾

so ist dies beispielsweise durch den Einsatz von Geogittern möglich.

Wird nach der Festlegung des Anwendungs- und des Beanspruchungsfalles die Geotextilrobustheitsklasse gemäß Tabelle 1 bestimmt und ein entsprechendes Geotextil gewählt, so ist davon auszugehen, dass es die Beanspruchung erträgt und damit die Trennfunktion gegeben ist [3].

4. Beispiel

Für eine Baustraße soll auf dem vorhandenen Boden zunächst ein Vliesstoff verlegt werden. Anschließend wird darauf eine gebrochene Gesteinskörnung 0/63 mm maschinell eingebaut (Schüttmaterial: Frostschutzmaterial 0/63 gemäß Abschn. 2.2 der TL SoB-StB 04). Das Schüttmaterial wird direkt von den Baufahrzeugen befahren. Die zu erwartende Spurrinnentiefe beträgt bis zu 15 cm.

Anwendungsfall gemäß Tab. 3: AS 3

Die gebrochene Gesteinskörnung entspricht einem scharfkantigen Schüttmaterial ohne Steine (Größtkorn nicht über 63 mm)

■ Beanspruchungsfall gemäß Tab. 4: AB 3

Der üblicherweise maschinell erfolgende Einbau und die Verdichtung des Schüttmaterials ergeben in Verbindung mit der erwarteten Spurrinnentiefe den Beanspruchungsfall AB 3.

■ Erforderliche Geotextilrobustheitsklasse gemäß Tab. 1: GRK 4

Aus der Kombination von Anwendungs- und Beanspruchungsfall ergibt sich die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse. Gemäß Tab. 2 muss der zu verwendende Vliesstoff somit eine Stempeldruckkraft $F_{p,5\%}$ von mindestens 2,5 kN

Beanspruchungsfall	Einbau des Schüttmaterials	Verdichtung	Beanspruchung durch Bauverkehr (Schüttlage über geotextiler Trennlage)
AB 1	von Hand	kein Einfluss	kein Bauverkehr
AB 2	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe < 5 cm
AB 3	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe 5 cm bis 15 cm
AB 4	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe 15 cm bis 30 cm
AB 5	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe > 30 cm

Tab. 4: Beanspruchung der Geotextilien durch Einbau und Baubetrieb

und ein Flächengewicht von mindestens 250 g/m² aufweisen.

5. Zusammenfassung

Die dauerhafte Funktionstüchtigkeit eines Trenn- und Filtergeokunststoffes ist von grundsätzlicher Bedeutung, damit die ihm zugeordnete Bauaufgabe erfüllt werden kann. Wird z. B. die Filter- und Trennfunktion schon nach dem Einbau nicht erzielt, besteht die Gefahr eines lokalen Versagens im Bauwerk. Aus diesem Grund legt das "Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus – M Geok E – mit Checklisten (C Geok E)" ein großes Augenmerk auf die Robustheit eines solchen Geotextils. Mit der richtigen Auswahl der Geotextilrobustheitsklasse können die Nutzungsdauer des zu errichtenden Bauwerks sichergestellt und die möglichen Erhaltungskosten verringert werden. ■

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Martin Köhler
 Fachhochschule Lippe und Höxter
 Fachbereich Bauingenieurwesen
 Lehrgebiet Straßenwesen
 Emilienstraße 45
 32756 Detmold
 Internet: www.geo-site.com

Literatur

- [1] Köhler, M.; Ulonska, D.; Wellner, F.: Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen: Richtig planen und ausführen; Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (Hrsg); Verlag Bau + Technik; Düsseldorf; 2006
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.): Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus – M Geok E – mit Checklisten (C Geok E), Ausgabe 2005; FGSV-Verlag; Köln; 2005
- [3] Müller-Rochholz, J.: Geokunststoffe im Erd- und Straßenbau; Werner Verlag; München; 2005
- [4] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV (Hrsg.): Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004 – TL SoB-StB 04 ; FGSV-Verlag; Köln; 2004