

Regelwerke für den Einsatz von Geokunststoffen

Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus

Prof. Dr.- Ing. J. Müller-Rochholz

Die Anwendungen im Straßenbau regeln das **Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus** bzw. die zugehörigen **Technischen Lieferbedingungen**. Merkblatt und TL sind zu beziehen bei der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - FGSV - 50973 Köln, Postfach 501362.

Das Merkblatt enthält Angaben zu Geotextilien, Geogittern und gitterähnlichen Produkten für den Einsatz im Erdbau und Entwässerungsanlagen des Straßenbaus. Wir erläutern hier speziell die Funktionen **Trennen**, **Filtern** und **Bewehren**.

Trennen

Als Trennschicht unter Schüttungen können Geotextilien eingesetzt werden bei:

- Fehlender Filterstabilität zwischen übereinanderliegenden Schichten
- Gefahr einer Vermischung und/oder des Durchbrechens bei einer Schüttung auf wenig tragfähigem Untergrund

Auswahl des Materials

Als Grundlage für die Auswahl eines Geotextils oder Geogitters für eine bestimmte Anwendung müssen die zu erwartenden Beanspruchungen des Produktes erfaßt und gewichtet werden. Verbundstoffe werden nach dem Verfahren ausgewählt, das ihren jeweils bestimmenden Komponenten entspricht. Im Merkblatt ist die Gewichtung der einzelnen Auswahlparameter tabellarisch aufgeführt. (S. 46)

Beanspruchung des Materials

Die Beanspruchung der Geotextilien wird unter anderem festgelegt in Abhängigkeit von der Bodengruppe des Schüttmaterials (**Anwendungsfall AS**) und dem Baubetrieb (**Beanspruchungsfall AB**).

Einteilung nach Beanspruchung durch das Schüttmaterial (AS):

AS1: Einsatz eines Geotextils in Fällen, in denen die mechanische Beanspruchung durch das Schüttmaterial und den Einbau ohne Einfluß auf die Auswahl ist

AS2: Geotextil zwischen feinkörnigen Böden und grob- oder gemischtkörnigen Böden (DIN 18196).

AS3: Geotextil zwischen feinkörnigen Böden und grob- oder gemischtkörnigen Böden mit bis zu 40% Steinen und Blöcken sowie scharfkantigem, gebrochenem Material der Körnung wie AS2.

AS4: Geotextil zwischen feinkörnigen Böden und grob- oder gemischtkörnigen Böden mit über 40% Steinen und Blöcken sowie scharfkantigem, gebrochenem Material der Körnung wie AS3.

AS5: Geotextil zwischen feinkörnigen Böden und grob- oder gemischtkörnigen Böden mit über 40% Steinen und Blöcken aus scharfkantigem Gestein.

Einfluß der mechanischen Beanspruchung durch Einbau und Baubetrieb (AB):

Hier wird u. a. die erwartete Spurrinnentiefe in der Schüttlage zugrunde gelegt.

AB1: Einbau und Überschütten von Hand und keine wesentliche Beanspruchung des Geotextils durch die Verdichtung.

AB2: Maschineller Einbau und Verdichtung keine wesentliche Walkbeanspruchung durch den Bauverkehr.

AB3: Maschineller Einbau und Verdichtung sowie erhöhte Walkbeanspruchung durch den Bauverkehr.

AB4: Maschineller Einbau und Verdichtung sowie erhöhte Walkbeanspruchung durch zugelassene Spurrinnentiefen von 5 bis 15 cm.

AB5: Maschineller Einbau und besondere Walkbeanspruchung durch zugelassene Spurrinnentiefen von über 15 cm.

Geotextilrobustheitsklassen - GRK

Die maßgebende mechanische Beanspruchung, nämlich Schädigung durch Einzelkörner bzw. Steine und durch die Walkarbeit einer Schüttung auf weichem Untergrund, entzieht sich der Bemessung.

Deshalb wird aus empirisch gewonnenen Erkenntnissen eine Einteilung getroffen, die für alle Produkte Klassen gleicher Robustheit gegenüber dieser Beanspruchung einführt. Gleiche GRK bedeuten für die Produkte Vliesstoff, Bändchengewebe und Multifilamentgewebe unterschiedliche Anforderungen!

Die Klassifizierung gilt nur für die Fälle, in denen die mechanischen Parameter nicht bemessen werden, nicht für Bewehrungen. Hier kann die Abminderung der Zugfestigkeit durch das Schüttmaterial mit einem Versuch zur Simulation der Beschädigung beim Einbau ermittelt werden.

GRK für Vliesstoffe

GRK	Stempeldurchdrückkraft (x*-s)	Masse pro Flächeneinheit (x*)
1	≥ 0,5 kN	≥ 80 g/m ²
2	≥ 1,0 kN	≥ 100 g/m ²
3	≥ 1,5 kN	≥ 150 g/m ²
4	≥ 2,5 kN	≥ 250 g/m ²
5	≥ 3,5 kN	≥ 300 g/m ²

für Vliesstoffe wird der Mittelwert der Stempeldurchdrückkraft (x*) minus Standardabweichung (s) verwendet.



Prüfeinrichtung für Stempeldurchdrückversuch - CBR - test mit hydraulischer Klemmung im tBU

GRK für Produkte aus Folienbändchen oder Spleißgarn (PP oder PE)

GRK	Höchstzugkraft ¹⁾ (x*-s)	Masse pro Flächeneinheit (x*)
1	≥ 20 kN/m	≥ 100g/m ²
2	≥ 30 kN/m	≥ 160 g/m ²
3	≥ 35 kN/m	≥ 180 g/m ²
4	≥ 45 kN/m	≥ 220 g/m ²
5	≥ 50 kN/m	≥ 250 g/m ²

1) es gilt der kleinere Wert aus Längs- und Querrichtung

GRK für Produkte aus Multifilamentgarnen (meist PES)

GRK	Höchstzugkraft ¹⁾ (x*-s)	Masse pro Flächeneinheit (x*)
1	≥ 60 kN/m	≥ 230g/m ²
2	≥ 90 kN/m	≥ 280 g/m ²
3	≥ 150 kN/m	≥ 320 g/m ²
4	≥ 180 kN/m	≥ 400 g/m ²
5	≥ 250 kN/m	≥ 550 g/m ²

Zum Nachweis einer GRK von Verbundstoffen aus Geweben oder Maschenwaren oder Geogittern mit Vliesstoffen, die als Schutzschicht oder Filter wirken, empfiehlt das Merkblatt, entsprechende vergleichende Baustellenversuche nachzuweisen. Bei Verwendung von Verbundstoffen als Flächendrän ist allein die GRK des Filters maßgebend.



Prüfmaschine ± 30kN für Höchstzugkraft / Höchstzugkraftdehnung mit hydraulischen Spannköpfen im tBU

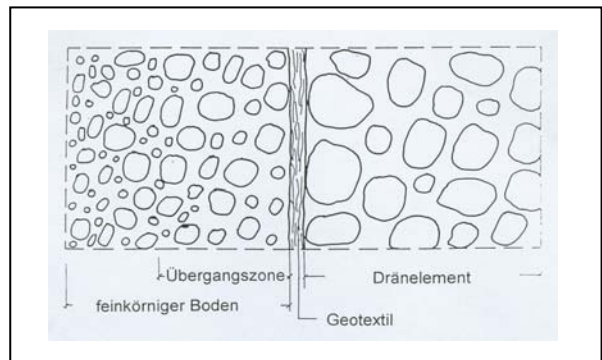
Filtern

Durch Geotextilien kann die Filterstabilität beim Einsatz von grobkörnigen, schlecht abgestuften Materialien gegenüber dem zu entwässernden Boden verbessert werden. Es können hierbei enggestufte, grobkörnige Schüttmaterialien eingebracht werden, deren Vorteil eine hohe Wasserdurchlässigkeit ist und die evtl. wirtschaftlicher sind.

Auswahl des Materials

Bei der Auswahl des Geotextils ist folgendes zu beachten:

- die Filterwirksamkeit des Geotextils gegenüber dem Boden ist nachzuweisen
- es ist auf eine ausreichende Robustheit des geotextilen Filters gegenüber den benachbarten Böden und der Einbaubeanspruchung zu achten
- beim Einsatz in geeigneten Flächen ist die Reibung zwischen Boden und Produkt zu berücksichtigen



Filterelement (mit Kiesdränage)

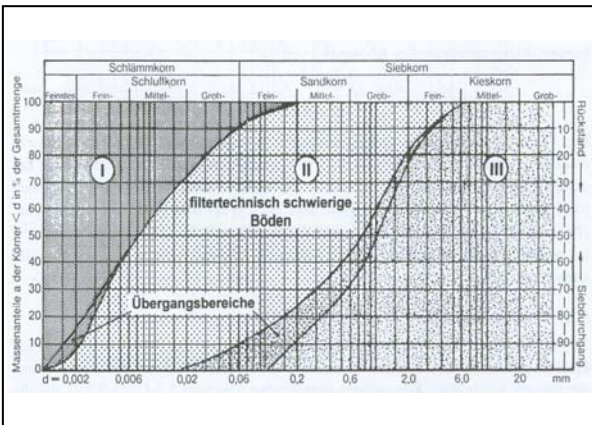
Der geotextile Filter bildet ein Element zwischen dem zu entwässernden Boden und der das Wasser führenden Sickeranlage.

Der geotextile Filter muß die mechanische und hydraulische Filterwirksamkeit bzw. Wasserdurchlässigkeit erfüllen. Hierfür maßgebende Parameter der Geotextilien sind die wirksame Öffnungsweite $O_{90,W}$ der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_v und für besondere Fälle auch die Filtrationslänge.

Wo der Filter entscheidend für die Sicherheit und Funktion des Bauwerkes ist, ist eine Filterbemessung erforderlich. Der Nachweis kann über die im Merkblatt genannten Bemessungskriterien, durch Referenzobjekte oder anwendungsorientierte Untersuchungen geführt werden.

Filterregeln für mechanische Filterwirksamkeit

Bei den Bemessungsansätzen für geotextile Filter wird zwischen drei Körnungsbereichen des zu entwässernden Bodens nach DIN 18196 unterschieden. Für diese Körnungsbereiche werden auf der Basis der wirksamen Öffnungsweite $O_{90,W}$ des Geotextils Filterregeln angegeben, die die mechanische Filterwirksamkeit gewährleisten.



Körnungslinie für Bodentypen mit unterschiedlichem hydraulischem Verhalten



Prüfeinrichtung zur Bestimmung der wirksamen Öffnungsweite ($O_{90,W}$) im tBU

Bemessung und Auswahl

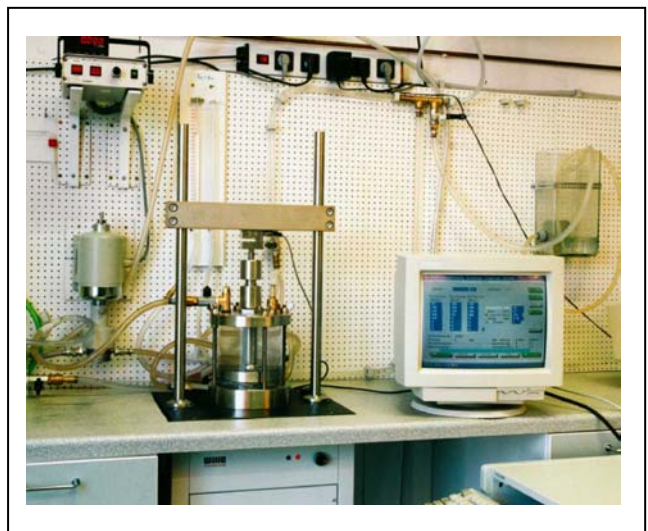
Hierbei sind zu beachten

- Kornverteilung / Körnungsband des anstehenden Bodens
- bei bindigen Böden: Plastizität bzw. Ton-/Schluffverhältnis
- Lastfall (statisch / dynamisch; vertikale / tangentielle Richtung der Anströmung)
- Art und Konstruktion des Bauwerkes (die dem Geotextil zugewiesene Funktion)
- Sicherheitsanforderungen an den Filter (z.B.: Auswirkungen bei Filterversagen, Instandsetzungsmöglichkeiten)
- Einbaubeanspruchung
- Art der mechanischen Beanspruchung beim Einsatz

Für die hier betrachteten Anwendungen können folgende Filterregeln über die Festlegung der zulässigen Öffnungsweite des geotextilen Filters $O_{90,W}$ zulässig ein ausreichendes Bodenrückhaltevermögen gewährleisten:

- a) für feinkörnige Böden ($d_{40} \leq 0,06\text{mm}$)
 - $O_{90,W}$ zulässig $\leq 10d_{50}$
 - einschränkend für filtertechnisch schwierige Böden (siehe oben)
- b) für grob- und gemischt-körnige Böden ($d_{40} \leq 0,06\text{mm}$)
 - $O_{90,W}$ zulässig $\leq 5d_{10}$
 - $O_{90,W}$ zulässig $\leq d_{90}$

Mit Rücksicht auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Filters sollte die Öffnungsweite des gewählten Filters $O_{90,W}$ gewählt möglichst nahe an $O_{90,W}$ zulässig, keinesfalls aber unter $0,2 \cdot O_{90,W}$ zulässig liegen. Hierdurch wird der Kolmationsicherheit¹ und damit dem Erhalten der Wasserdurchlässigkeit des Systems Rechnung getragen.



Prüfeinrichtung zur Wasserdurchlässigkeit senkrecht zur Geotextilebene (k_v) im tBU

¹ Kolmation = Blockierung von Öffnungen oder Einwandern und Einlagern von Bodenteilen

Bewehren

Bewehrte Bodensysteme im Sinne des Merkblattes sind Verbundsysteme aus einem Schüttboden und einer Bewehrung aus dafür geeigneten Geotextilien oder Geogittern. Sie werden beispielsweise für folgende Aufgaben eingesetzt:

- Erhöhung der Sicherheit gegen Böschungs- und Geländebruch bei Schüttungen auf wenig tragfähigem Untergrund
- Verbesserung des Tragverhaltens ungebundener Tragschichten von direkt befahrenen Schüttungen
- Herstellen und Sichern von Geländesprüngen, die steiler sind als der natürliche Böschungswinkel des Füllbodens.

Das Bewehrungselement soll bei einer für das Erdbauwerk noch zulässigen Verformung die Kraft aktivieren, die dem System zum Erreichen der erforderlichen Standsicherheit fehlt.

Das weitere Vorgehen wird in den "Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGEO)" dargestellt. (Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Hohenzollernstr. 52, 45128 Essen; Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Mühlentstr. 33-34, 13187 Berlin)

Bemessung und Auswahl

Die zulässige Ausnutzung der Zugkraft der Bewehrungselemente richtet sich nach der vorgesehenen Nutzungsdauer bzw. bei der Bewehrung gegen Geländebruch bei Dämmen nach der Konsolidierungszeit und weiteren Randbedingungen. Sie wird aus der Höchstzugkraft im Kurzzeitversuch dadurch ermittelt, daß für verschiedene, die Bewehrung beeinflussende Parameter Abminderungsfaktoren gebildet werden, unter deren Ansatz aus der Höchstzugkraft die zulässige anzusetzende Zugkraft F_d ermittelt wird ("d" für "design")

Als Kurzzeitfestigkeit F_k gilt der Nennwert, d.h. der vom Hersteller zugesicherte charakteristische Wert (5% Fraktile) für die Höchstzugkraft der Bewehrung.

Als Abminderungsfaktoren zu berücksichtigen sind:

- A_1 für das Zeitstandverhalten
- A_2 für Beschädigung durch Transport, Einbau und Verdichtung
- A_3 für Verarbeitung (Verbindungsstellen, Anschlüsse)
- A_4 für Umgebungseinflüsse (Wetter, Chemikalien, Mikroorganismen, Tiere)

Unter zusätzlicher Berücksichtigung des Partialsicherheitsbeiwertes γ von 1,75 ermittelt sich die Bemessungsfestigkeit F_d der Bewehrung:

$$F_d = F_k / (A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4 \times \gamma)$$

Alle Abminderungsbeiwerte, insbesondere die Zeitstandfestigkeit und das Verformungsverhalten unter Dauerlast (Kriechen) über mehrere Jahre hinweg sind vom Hersteller der Bewehrung durch entsprechende Versuche nachzuweisen!



Prüfeinrichtung für Zeitstandverhalten im tBU

Vertragsgestaltung

Gemäß Merkblatt sind die Anforderungen an die Produkte, sowie an deren Prüfung und Klassifizierung in die Vertragsunterlagen aufzunehmen. Außerdem wird gefordert, Verwendungszweck, Einbau, Prüfumfang und Abrechnungsmodus für die Leistungen erschöpfend zu beschreiben. Zu den Lieferbedingungen und zur Qualitätssicherung werden im Merkblatt verbindliche Aussagen gemacht.

Qualitätssicherung

Hierzu dient ein System aus Eignungsprüfung, Eigenüberwachungsprüfung und Kontrollprüfung. Für besondere Produkte, z.B. für Bewehrungszwecke, wird eine Fremdüberwachung der Produktion empfohlen.

Eignungsprüfung

Nachweis der Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend der Anforderungen des Bauvertrages.

Prüfungen können von einem unabhängigen Institut durchgeführt werden, Prüfzeugnisse müssen dem Auftraggeber vor Auftragsvergabe eingereicht werden. Die Zeugnisse dürfen nicht älter als 2 Jahre sein.

Eigenüberwachungsprüfung

Sind Prüfungen des Herstellers / Auftragnehmers über die Güteeigenschaften der Produkte bzw. Leistungen. Prüfnachweise sind auf Verlangen vorzulegen.

Kontrollprüfung

Können vom Auftraggeber auf dessen Rechnung durchgeführt werden, um Güteeigenschaften der Produkte bzw. Leistungen sicherzustellen.

Fremdüberwachungsprüfungen

Werden von einer dafür anerkannten, unabhängigen Prüfstelle im Rahmen eines Fremdüberwachungsvertrages mindestens 2 mal jährlich durchgeführt (DIN 18200). Sie dienen zur Überwachung der ordnungsgemäße Durchführung der Eigenüberwachung und Kontrolle der laufenden Produktion.