

Geokunststoffe können zur Verbesserung der Tragfähigkeit und zur Verringerung von Verformungen im Straßenbau eingesetzt werden. Grundsätzlich können drei verschiedene Anwendungen genannt werden: Baustraßen ohne Deckschichten, Straßen mit Deckschichten und Arbeitsplattformen. Um die richtige Bewehrung und Tragschichtdicke bestimmen zu können, ist eine genaue Betrachtung des jeweiligen Projektes und seiner Anforderungen notwendig.

In diesem Artikel werden nur die Fälle Baustraße ohne gebundene Fahrbahndecke und qualifizierter Straßenbau mit gebundener Fahrbahndecke betrachtet. Die so genannten Arbeitsplattformen stellen Sonderfälle der Tragschichtbewehrung dar. Dabei handelt es sich beispielsweise um Arbeitsflächen, die temporär für den Einsatz von schwerem Bohr- oder Rammgerät auf weichem Untergrund befestigt werden müssen. Solche Systeme erfordern u.a. eine gesonderte Betrachtung der Grundbruchgefährdung.

**Baustraßen**

Im Bereich von Baustraßen finden Bewehrungen in Tragschichten nur temporär Anwendung. Wesentliche Bemessungskriterien sind hierbei die mögliche Tiefe der sich durch den Bauverkehr ausbildenden Spurrinnen bzw. die Tragfähigkeit der Fahrbahnoberfläche. Hier haben sich u.a. die Berechnungsverfahren nach Giroud-Noiray (1981) [1], Jaeck-

**Stabilisierung und Tragfähigkeitsverbesserung des Untergrundes:**

**Geogitterbewehrte Tragschichten im Straßenbau**

von Dipl.-Ing. O. Syllwasschy\* und Dr.-Ing. J. Sobolewski\*

lin-Floss (1988) [2], Jewell (1996) [3], SVG-Handbuch (2003) [4], Giroud-Han (2004) [5] und BKT-Verfahren (2005) [6] als anwendbar hervorgehoben.

Die gängigsten Eingangsparameter des Planums für die Berechnungen sind der Verformungsmodul  $E_{v2}$ , der Spitzeneindringwiderstand gemessen als CBR-Wert (California Bearing Ratio) oder die undrännierte Scherfestigkeit in Form der undrännierten Kohäsion  $c_u$ . Im deutschsprachigen Raum sind meistens Daten von Plattendruckversuchen vorhanden. Einige Programme benötigen jedoch den CBR-Wert als Eingangsparameter, der im englischsprachigen und teilweise auch im skandinavischen Raum oft Verwendung findet. Hier kann man sich empirisch gewonnene Korrelationen zwischen diesen Größen zunutze machen, auch wenn streng genommen zwischen einem Verformungsmodul und CBR-Wert bzw.  $c_u$  kein direkter physikalischer Zusammenhang besteht.

Für die Einwirkungen sind unterschiedliche Angaben notwendig, die den zu erwartenden Verkehr ausreichend beschreiben. Dies sind insbesondere die Belastung (Gewicht der Lkw, Achsenanzahl, Achsen- bzw.

Radlast, Reifenabmessungen, Reifendruck), Verkehrsdaten (Anzahl der Überfahrten je Zeiteinheit, Dauer der Baumaßnahme, Geschwindigkeit) und Anforderungen an die Baustraßenoberfläche (maximale Spurrinentiefe, Tragfähigkeit, Verformungsmodul).

**Qualifizierter Straßenbau**

Der qualifizierte Straßenbau wird in Deutschland u.a. durch die RSTO 01 geregelt. Jeder Bauklasse und Bauweise sind hierbei entsprechende Straßenbauten mit Mindestverformungsmodulen an den einzelnen Schichtgrenzen zugeordnet. Die Situation auf der Baustelle stellt sich meist wie folgt dar: Das Planum, auf dem die Straße gegründet werden soll, weist nicht den geforderten Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf. Somit ist es insbesondere innerorts bei definierter Höhe der Fahrbahnoberkante notwendig, die Tragfähigkeit zu erhöhen, ohne einen tieferen Bodenaushub vorzunehmen, um eine Massenerhöhung zu vermeiden bzw. ohne mehr Tragschichtmaterial einzubauen, weil sonst die Höhenvorgabe nicht eingehalten werden kann. Die hierfür möglichen Bemessungsverfahren sind [4] sowie EBGeo (1997) [7] und mit Einschränkungen [2], [3] und [6], weil letztere im Wesentlichen für ungebundene Fahrbahndecken entwickelt wurden.

Hervorzuheben ist hier die Empfehlung des Schweizer Geokunststoffverbandes (SVG), die auf den Untersuchungen eines Forschungsprojektes beruht, in dessen Rahmen eine Versuchspiste auf einem bindigen Untergrund mit unterschied-

lichen Geokunststoffen in der Trennlage untersucht wurde. So konnte aufgrund einer breiten Datenbasis ein Bemessungsdiagramm in Verbindung mit mechanischen Anforderungen an die Bewehrung aufgestellt werden, das bisher sehr gute Projektausführungen ermöglicht hat.

Dies stellt nur eine Auswahl von Verfahren mit entweder theoretischen oder empirischen Ansätzen dar, die jedoch in den meisten Fällen zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Vereinfachte Bemessungswerkzeuge wie pauschalisierte Tabellen oder Scheiben lassen sich nicht den hier genannten oder sonst bekannten Verfahren zuordnen. Sie weichen in einigen Punkten stark zur unsichereren Seite von den oben genannten Verfahren ab.

**Produkte und Rohstoffe**

Geokunststoffe, die zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Untergrundes beitragen sollen, sind im Wesentlichen geosynthetische Gewebe oder Geogitter. Diese Produkte können bei relativ geringen Verformungen hohe Zugkräfte aufnehmen. Als Rohstoffe werden hier überwiegend Polyester PET, Polypropylen PP und Polyethylen PE eingesetzt. Produkte mit höheren Dehnsteifigkeiten, die eine hohe Zugfestigkeit bei kleinen Bruchdehnungen aufweisen, werden aus PET oder Polyvinylalkohol PVA hergestellt. Während PET nur in Bodenmaterial bis zu einem pH-Wert  $< 9-9,5$  eingesetzt werden kann, besitzen die anderen Werkstoffe die Eigenschaft auch bis in hohe basische Bereiche bis  $\text{pH} = 14$  eingesetzt werden zu können, wie es z.B. in Recycling-

\*Huesker Synthetic GmbH, Gescher

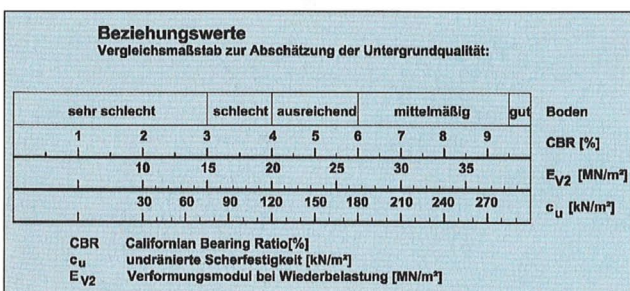


Abbildung 1: Korrelation der Baugrundparameter. Fotos und Grafiken: Huesker Synthetic

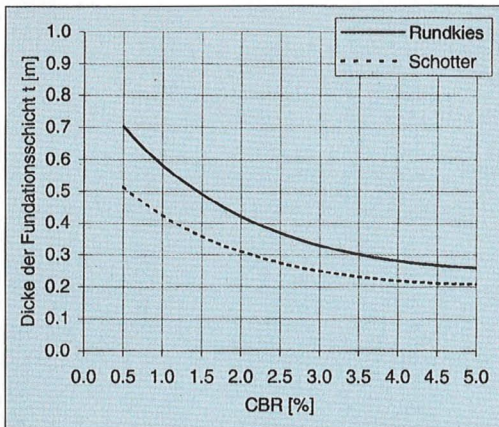


Abbildung 2: Bemessungsdiagramm

Kurzzeitfestigkeit bei Dehnung 2%	$F_{k2,0} \geq 8 \text{ kN/m}$
Bemessungsgrenze der Langzeitzugfestigkeit	$F_d \geq F_{k2,0}$
Kurzzeitzugfestigkeit	$F_k \geq 20 \text{ kN/m}$

Tabelle 1: Mindestanforderungen an Tragschichtbewehrungen nach SVG-Handbuch



Abbildung 3: Wertstoffzentrum Herrenberg

Material aus Beton der Fall sein kann. Hierbei zeichnet sich insbesondere PVA durch eine sehr geringe Bruchdehnung von nur 5% aus, wodurch bei gleichen Anforderungen, wie sie z.B. im SVG-Handbuch gefordert werden, geringere Kurzzeitzugfestigkeiten erforderlich sind. Somit kann bei gleichen Dehnsteifigkeiten ein leichteres und ebenso preisgünstiges Geogitter angeboten werden.

Im Bereich der Tragschichten werden generell Bewehrungen eingebaut, die in Längs- und Querrichtung dieselbe Zugfestigkeit haben und somit eine gleichmäßige Lastabtragung der punktuellen Einwirkungen des Rades in beide Richtungen ermöglichen. Ein Vlies kann aufgrund seiner geringen Dehnsteifigkeit und relativ hohen

Bruchdehnung keine nennenswerte Bewehrungsfunktion übernehmen. Im Bereich der Tragschichten dient es zum Trennen, Filtern oder Drainieren. Dem Trennen des meist sehr feinkörnigen Untergrundes von der grobkörnigen Schüttlage kommt indes eine hohe Bedeutung zu. Dadurch, dass die feinen Bodenteilchen zurückgehalten werden, bleibt das Korngerüst in seiner Ausgangsform erhalten, der Poren-

raum wird nicht verfüllt, und die Scherfestigkeit in der Schüttlage wird nicht verringert. Wichtig ist eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit, um bei der Konsolidierung des weichen, meist schluffigen oder tonigen Untergrundes den freien Austritt des nach oben fließenden Wassers zu ermöglichen. Bei der Ausführung von Tragschichtbewehrungen haben sich in der Vergangenheit kombinierte Produkte aus Geogitter und Vlies vielfach bewährt.

Zu beachten ist insbesondere auch der Einbauvorgang des Tragschichtmaterials. So wird durch schwere dynamische Verdichtung auf der ersten Einbaulage von ca. 30 cm das anstehende feinkörnige Planum (Schluffe, Tone) durchgewalkt, und es kommt sehr schnell zu einem Verlust der Tragfähigkeit. Dies kann durch eine Bewehrung nicht aufgefangen werden. Hier ist eine angepasste statische Verdichtung zweckmäßiger.

### Wertstoffzentrum Herrenberg

Dieses bereits in den Jahren 1996 und 1997 ausgeführte Projekt steht stellvertretend für viele Ausführungen bei denen Tragschichtbewehrungen zum Einsatz kamen. Der Baugrund für den Wertstoffhof, Holzsammlung und Kompostierungsflächen bestand aus Auffüllungen bis zu einer Höhe von 20 m. Auf einer Fläche von ca. 20.000 m<sup>2</sup> wurde das Füllmaterial teilweise in mehr als 2-m-Lagen unverdichtet eingebaut, so dass nur geringe Tragfähigkeiten von  $E_{V2} = 20 \text{ MN/m}^2$  bis  $30 \text{ MN/m}^2$  festgestellt werden konnten. Seitens des Planers wurde eine geosynthetische Bewehrung der Tragschichten vorgeschlagen,

um die Tragfähigkeit des Untergrundes zu verbessern. Im Bereich der bituminös befestigten Flächen wurde eine kombinierte Frostschutztragschicht (KFT) in einer Dicke von 42 cm vorgesehen. Im Bereich der nur mit Mineralbeton geplanten Flächen sollte einheitlich 60 cm Mineralbeton in zwei Lagen à 30 cm eingebaut werden. Auf der Oberkante der KFT und des Mineralbetons wurde ein  $E_{V2} = 100 \text{ MN/m}^2$  gefordert.

Der Einbau erfolgte in der Ebene der UK-Tragschicht, also direkt auf dem begradigten Planum. Zur Absicherung des Entwurfes wurde vor der endgültigen Bauausführung auf dem Gelände ein Probefeld mit den Abmessungen 8 x 10 m eingerichtet. Untersucht wurden zwei Geogittertypen mit unterschiedlichen Höchstzugkraftdehnungen von 9% bzw. 12%.

Es wurden zwei Testflächen mit den jeweiligen Geogittern sowie das Planum als Referenz geprüft. Die gestellte Anforderung  $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  wurde jeweils übertroffen. Das Produkt Fortrac 40/40-35 T wurde gewählt, weil mit ihm ein besseres Verdichtungsverhältnis  $E_{V2}/E_{V1}$  erzielt werden konnte und eine kleine Reserve in der Zugfestigkeit des Geogitters wegen der unterschiedlichen Tragfähigkeit des Planums gewünscht war.

Verglichen mit den Werten aus dem Diagramm von Voss (1961) [8] konnte effektiv eine Einsparung von ca. 15 cm hochwertigem Tragschichtmaterial erreicht werden. Die Anforderungen an den Verformungsmodul wurden durch die Bauüberwachung regelmäßig geprüft und an allen Stellen eingehalten. Auch über einen Zeitraum von zehn Jahren zeigten sich bei diesem Projekt keine außergewöhnlichen Verfor-

Testfläche 1: Fortrac 40/40-35 T Test-Nr.: LP 1	Testfläche 1: Fortrac 40/40-35 T Test-Nr.: LP 2	Testfläche 3: Fortrac 35/35-35 Test-Nr.: LP 3	Planum: Test-Nr.: LP 4
$E_{V1} = 63,5 \text{ MN/m}^2$	$E_{V1} = 56,1 \text{ MN/m}^2$	$E_{V1} = 61,1 \text{ MN/m}^2$	$E_{V1} = 18,8 \text{ MN/m}^2$
$E_{V2} = 122,6 \text{ MN/m}^2$	$E_{V2} = 115,4 \text{ MN/m}^2$	$E_{V2} = 131,5 \text{ MN/m}^2$	$E_{V2} = 28,7 \text{ MN/m}^2$
$E_{V2}/E_{V1} = 1,93$	$E_{V2}/E_{V1} = 2,06$	$E_{V2}/E_{V1} = 2,15$	$E_{V2}/E_{V1} = 1,53$

Tabelle 3: Ergebnisse vom Wertstoffzentrum Herrenberg

Geogitter	Höchstzugkraft längs/quer [kN/m]	Höchstzugkraft- dehnung längs/quer [%]	Maschen- weite längs/quer [mm]
Fortrac 35/35-35	35/35	12/12	35 x 35
Fortrac 40/40-35 T	40/40	9/9	35 x 35

Tabelle 2: Probenmaterial vom Wertstoffzentrum Herrenberg



Abbildung 4: Testfeld auf dem Wertstoffzentrum Herrenberg

mungen. Die Tragschichtbewehrung hat ihre Aufgabe über diesen Zeitraum erfolgreich erfüllt.

Die bei diesem Projekt erreichte Einsparung von Tragschichtmaterial bzw. die Verbesserung des Verformungsmoduls ist jedoch nur beispielhaft zu betrachten. Der Erfolg einer Tragschichtbewehrung ist von mehreren Faktoren abhängig. Die erreichbaren Werte schwanken in Abhängigkeit des anstehenden Bodens, der Kornverteilung des Tragschichtmaterials und der Verdichtungsart. Wie bereits zu Beginn beschrieben, ist je nach Kornverteilung der Einsatz eines Trennvlieses zweckmäßig. Eine Empfehlung kann nur bei ausreichender Kenntnis der Boden- und Baustellenverhältnisse erfolgreich sein. Die Verdichtung der Tragschicht muss dem Untergrund angepasst werden. Oftmals ist der Bau eines Probefeldes sinnvoll, um ggf. das System vor der Baumaßnahme modifizieren zu können. ■

### Literatur

[1] Giroud, J.P.; Noiry L.: Geotextile-reinforced unpaved road design, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 107, No. GT 9, pp. 1233-1254, September 1981.

[2] Jaecklin, F.P.; Floss, R.: Methode zur Bemessung von Geotextilien im Straßenbau auf weichem Untergrund, Sonderdruck aus I. Kongress Kunststoffe in der Geotechnik, K-GEO 88, Hamburg, 1988.

[3] Jewell R.A.: Soil reinforcement with geotextiles, CIRIA, London, 1996.

[4] Rügger, R.; Hufenus, R.: Bauen mit Geokunststoffen, Schweizer Verband für Geokunststoffe (SVG), St. Gallen, 2003.

[5] Giroud, J.P.; Han, J.: Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, p. 775-797, August 2004.

[6] Turczynski, U.; Schwerdt, S.; Mannsart, G.: Die Bemessung von geokunststoffbewehrten Tragschichtstabilisierungen unter Verwendung von Tragfähigkeitsmodellen; 5. Österreichische Geotechniktagung, Wien, 2005.

[7] Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen, EBGeo, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Berlin, 1997.

[8] Voss, R.: Lagerungsdichte und Tragwerte von Böden bei Straßenbauten, S&A, Heft 4, 1961.

**INFO  
Hotline**

Tel.: 02542/701 - 0  
Fax: 02542/701 - 499  
E-Mail: [syllwasschy@huesker.de](mailto:syllwasschy@huesker.de)  
[sobolewski@huesker.de](mailto:sobolewski@huesker.de)  
[www.huesker.com](http://www.huesker.com)

