

Geotextilien: Entstehung einer Normprüfung

Autor(en): **Sterba, Ivo / Mayor, Pierre-André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 19: **50 Jahre Institut für Grundbau und Bodenmechanik an der ETH
Zürich**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75785>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Geotextilien: Entstehung einer Normprüfung

Von Ivo Sterba und Pierre-André Mayor, Zürich

Einleitung

Der jährliche Verbrauch an Geotextilien in der Schweiz wurde im Jahr 1978 durch die Fachleute auf 2 Mio m² geschätzt. Eine entsprechende Schätzung für das Jahr 1984 ergibt schon Mengen von 3 bis 4 Mio m². Die praktische Verdoppelung des Verbrauchs innerhalb von sechs Jahren veranschaulicht die wachsende Bedeutung dieser neuen Baustoffe.

Durch die Kombination der Geotextilien mit dem Boden entsteht ein Verband, in dem das Geotextil eine mechanische oder eine hydraulische Aufgabe, häufig sogar beide, zu erfüllen hat.

Die Anwendung der Geotextilien bei verschiedenen geotechnischen Proble-

men hat in den letzten Jahren zu neuartigen technischen Lösungen geführt, die oft mit wirtschaftlichen Vorteilen verbunden sind.

Der Vielfalt der zahlreich vorhandenen Produkte, die auf dem schweizerischen Markt von Beginn an vorhanden waren – sowohl Vliese wie Gewebe mit unterschiedlichen Eigenschaften – hat die Anwender, d.h. die Bauunternehmer, die projektierenden Ingenieure und Architekten, sowie die Bauherren verunsichert. Es zeigte sich schon sehr früh das Bedürfnis nach Normen für die Prüfung und Qualitätsbestimmung und nach Richtlinien für die Anwendung der Geotextilien.

Forschungsarbeiten des Institutes

Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung der Schweizer Normen für Geotextilien wurde am Institut ein Forschungsauftrag durchgeführt, dessen Ziel es war, die hydraulischen Eigenschaften von Geotextilien für die Filter- und Drainagefunktion zu ermitteln. Der Forschungsauftrag wurde vom Eidg. Departement des Innern erteilt und von der Kommission 3, «Unter- und Oberbau» der Vereinigung Schweizerischer Strassenbau fachleute (VSS), begleitet. Eine gute Zusammenarbeit entwickelte sich auch mit der Technischen Kommission des Schweizerischen Verbandes der Geotextilfachleute (SVG). Mitarbeiter des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik waren in diesen beiden Fachorganen von Anfang an tätig.

Erste Versuche

Die allerersten Versuche mit Geotextilien wurden in einem klassischen bodenmechanischen Gerät, Oedometer (50 cm²), vorgenommen. Die Voruntersuchungen haben die Probleme einer Durchlässigkeitsbestimmung gezeigt:

- Die im gewöhnlichen Hahnwasser vorhandene Luft scheidet sich während des Durchströmens im Geotextil aus und setzt dessen Durchlässigkeit herab.
- Die Druckverluste des Gerätes sind nicht vernachlässigbar.

- Eine zuverlässige Abdichtung zwischen den Proben und der Oedometerwand konnte nicht gefunden werden.

Diese Erfahrungen führten zur Erkenntnis, dass die hydraulischen Eigenschaften von Geotextilien nur in einer eigenen, besonderen Apparatur untersucht werden können. Als erstes wurde ein Permeameter gebaut, als kreiszylindrisches Gerät zur Bestimmung der Durchlässigkeit normal zum Geotextil, mit einer Durchflussfläche von 25 cm² und mit einem Piezometer-Paar. Der Permeameter wurde an ein hydraulisches System angeschlossen, das einen geschlossenen Wasserkreislauf mit entlüftetem Wasser ermöglichte.

Forschungsapparatur

Das Bedürfnis, die einzelnen Aspekte der Durchlässigkeitsbestimmung zu studieren, führte dann zum Entwurf und zur Konstruktion eines polyvalenten Forschungsgerätes, das sowohl die Durchlässigkeit normal zur Ebene wie in der Ebene des Geotextils zu bestimmen gestattete. Die belastbare Fläche der Textilproben beträgt 100 cm², die Druckverhältnisse werden mit 14 Piezometer-Paaren ermittelt [1] und [2].

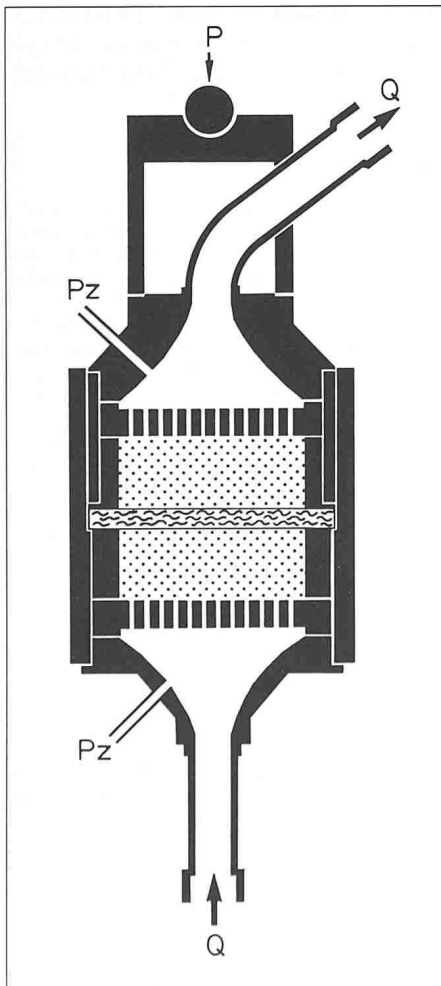
Aufgrund umfangreicher Untersuchungen mit diesem Permeameter wurden Bedingungen erkannt, die bei der Ermittlung der Durchlässigkeit zu berücksichtigen sind:

- Die auf das Geotextil wirkende Normalspannung darf in ihrem Einfluss auf die Durchlässigkeit nicht vernachlässigt werden.
- Auch der hydraulische Gradient wirkt sich auf die Durchlässigkeit eines Geotextils aus. Versuche sind daher so anzusetzen, dass sie bei kleinen Gradienten, das heisst im laminaren Bereich, der in der praktischen Anwendung massgebend ist, durchgeführt werden.
- Um reproduzierbare Werte der Durchlässigkeit zu erhalten, müssen die Versuche mit entlüftetem, demineralisiertem Wasser bei konstanter Temperatur durchgeführt werden.
- Sämtliche Geräteteile, die in Berührung mit Wasser kommen, müssen aus nichtrostenden Materialien bestehen.

Apparatur für Routineversuche

Entsprechend diesen Anforderungen wurden dann zwei Geräte für die hydraulische Eignungsprüfung für Geotextilien entwickelt: eines für Versuche normal zur Ebene des Geotextils und das andere für Versuche in der Ebene des Geotextils. Die genaue Beschrei-

Bild 1. Schema des Permeameters zum Bestimmen der Durchlässigkeit normal zur Geotextilebene (Pz: Piezometer)



bung der beiden Geräte, der zugehörigen hydraulischen Apparatur und der Versuchsdurchführung ist in [3] enthalten.

Die Funktionsweise des Permeameters für die Versuche normal zum Geotextil ist aus Bild 1 ersichtlich. Er besteht im wesentlichen aus einer oberen und einer unteren Belastungsplatte mit Durchmessern von rund 140 mm. Die Belastungsplatten, die in einem Zylinder geführt sind, sind als Filterplatten ausgebildet mit einer durchströmten Fläche von 100 cm². Die Durchlässigkeit der Filterplatten beträgt bei geringem Durchfluss 0,12 m/s und begrenzt entsprechend die Anwendbarkeit des Gerätes. Es werden je nach Dicke des Geotextils eine oder mehrere Lagen eingebaut; die Versuche werden bei Belastungen von 20 kN/m² und 200 kN/m² durchgeführt.

Bei der Versuchsdurchführung werden die folgenden Grössen gemessen:

Dicke des belasteten Geotextils	d (m)
Wasserdurchfluss pro Zeit	Q (m ³ s ⁻¹)
Druckverlust pro Geotextillage	ΔH (mWS)
durchströmender Querschnitt (Konstante)	F (m ²)

Der Auswertung der Daten wird das Gesetz von Darcy zugrunde gelegt, womit sich für den Durchfluss pro Zeiteinheit ergibt:

$$Q = k_{no} \cdot \frac{\Delta H}{d} \cdot F$$

k_{no} = Durchlässigkeitskoeffizient für Strömung normal zum Geotextil

Das Ergebnis der Durchlässigkeitsversuche kann dann als Permittivität ψ in s⁻¹ ausgedrückt werden:

$$\text{Permittivität } \psi = \frac{k_{no}}{d} = \frac{Q}{\Delta H \cdot F} \text{ (s}^{-1}\text{)}$$

Die Permittivität ist ein Mass für die Wassermenge, die bei gegebenen Randbedingungen senkrecht durch ein Geotextil strömen kann.

Der Permeameter für die Versuche in der Geotextilebene ist in Bild 2 dargestellt. Das Geotextil wird hier einlagig in einen wasserdichten Gummischlauch eingebaut und mit einem quadratischen Kolben von 100 cm² Fläche belastet. Das Wasser wird dann beidseitig angeschlossen und das Geotextil ho-

izontal bei Belastungsdrücken von ebenfalls 20 kN/m² und 200 kN/m² durchströmt.

An Messgrössen gehen aus dem Versuch die folgenden Werte hervor:

Dicke des belasteten Geotextils	d (m)
Wasserdurchfluss pro Zeit	Q (m ³ s ⁻¹)
Druckverlust im Geotextil	ΔH (mWS)
durchströmte Breite (Konstante)	b (m)
durchströmte Länge (Konstante)	l (m)

Auch hier wird die Auswertung aufgrund des Gesetzes von Darcy vorgenommen und ergibt für den Durchfluss je Zeiteinheit die folgende Beziehung:

$$Q = k_{po} \cdot \frac{\Delta H}{l} \cdot b \cdot d$$

k_{po} = Durchlässigkeitskoeffizient für Strömung in der Geotextilebene

Das Versuchsergebnis lässt sich somit in Form der Transmissivität θ angeben:

$$\begin{aligned} \text{Transmissivität } \theta &= k_{po} \cdot d = \\ &= \frac{Q \cdot l}{\Delta H \cdot b} \text{ (m}^2\text{s}^{-1}\text{)} \end{aligned}$$

Analog zur Permittivität ist die Transmissivität ein Mass für die Wassermenge, die bei gegebenen äusseren Randbedingungen in der Ebene des Geotextils durchströmen kann. Beide Werte wurden in die Schweizer Norm als Materialkennwerte aufgenommen. Sie erlauben den direkten Vergleich von Produkten mit unterschiedlicher Durchlässigkeit und unterschiedlicher Dicke.

Prüfvorschriften

Im Juli 1983 wurde vom VSS die SN-Norm 640 550 «Geotextilien, Begriffe und Produktebeschreibung» herausgegeben. Gemäss dieser Norm sind die Konstruktionsdaten, die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften wie auch die Beständigkeiten durch Standardversuche am Geotextil zu bestimmen.

Die Standardversuche zur Bestimmung der hydraulischen Eigenschaften wurden anhand der am IGB durchgeführten Untersuchungen festgelegt. Die entsprechenden Prüfvorschriften wurden in «Strasse und Verkehr», Heft 11/83, publiziert.

Die beiden am Institut entwickelten und konstruierten Permeameter, für

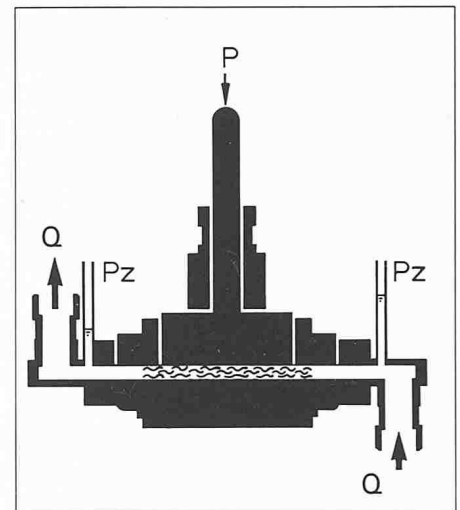


Bild 2. Schema des Permeameters zum Bestimmen der Durchlässigkeit in der Geotextilebene (Pz: Piezometer)

die Durchlässigkeitsprüfung normal zur Ebene und in der Ebene des Geotextils, wurden an die Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt in St. Gallen übergeben.

Damit können an der Anstalt, in der normalerweise Textilien untersucht werden, neben den mechanischen und Beständigkeitsprüfungen auch die hydraulischen Prüfungen der Geotextilien durchgeführt werden. Im Jahre 1984 wurden hier bereits rund 60 Produkte den vorgeschriebenen Normversuchen unterzogen.

Literatur

- [1] Dürst, R., Bucher, F. und Schaeerer, Ch.: Permeameter for investigating the hydraulic characteristics of geotextiles; «Matériaux et Constructions», Vol. 14, Nr. 82, p. 319-324, (1981)
- [2] Bucher, F., Jeger, P. und Sterba, I.: Results of permeameter tests on statically loaded geotextiles, 2. Int. Geotextil Konferenz, Las Vegas, Band 3, S. 845-850 (1982)
- [3] Bucher, F., Sterba, I.: Geotextilien, hydraulische Funktionsweise, Forschungsarbeit 3/80 der VSS, Bundesamt für Strassenbau, Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement (1984)
- [4] Bucher, F., Sterba, I.: Ergebnisse von Durchlässigkeitsuntersuchungen an Geotextilien. 23. Int. Chemiefasertagung, Dornbirn, (1984).

Adresse der Verfasser: Ivo Sterba, dipl. Ing. ETH; Pierre-André Mayor, dipl. Ing. ETH, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.