

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Ingenieur und Architekt
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	104 (1986)
<b>Heft:</b>	40
<b>Artikel:</b>	Bemessung von Geotextilien im Strassenbau: Regressionsberechnung von Erfahrungswerten
<b>Autor:</b>	Jaecklin, Felix P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-76259">https://doi.org/10.5169/seals-76259</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Bemessung von Geotextilien im Straßenbau

## Regressionsberechnung von Erfahrungswerten

Von Felix P. Jaecklin, Ennetbaden

Die Absicht bestand darin, vorhandene Kenntnisse und Erfahrungen in der Anwendung von Geotextilien für Straßen ohne Belag zusammenzustellen. Der Vergleich der vorhandenen Literatur zeigt deutlich, dass nur beschränkte Angaben auffindbar sind, welche dem Ingenieur erlauben, die massgebenden Geotextileigenschaften wie Festigkeit und Dehnbarkeit unter gegebenen Belastungen zu bestimmen. Die hier dargestellte Berechnungsmethode basiert weitgehend auf den 88 Fallbeispielen, welche das französische Geotextil-Komitee empfiehlt, und die durch eine Umfrage der Schweizerischen Gesellschaft für Geotextilfachleute SVG bei in- und ausländischen Fachleuten ergänzt wurde, um den Stand der Bemessungsmethoden der Praxis bezüglich Geotextilien einzubeziehen.

Diesen Untersuchungen folgte eine weitere Studie über den Unterschied der Prüfbedingungen in Frankreich und in der Schweiz, bezüglich der Geotextil-Bruchdehnung, was eine Differenz von rund 15% ergab.

Eine ausführliche Darstellung der Bemessungsmethode enthält das Geotextil-Handbuch.

## Regressionsberechnung

Die umfangreichen Informationen wurden in einer aufwendigen mathematischen Regressionsmethode erfasst. Da sechs Variablen mit lediglich empirischen Zusammenhängen einwirken, ist dieses Verfahren komplex. Jede Art mathematischer Funktionen oder Kombinationen davon sind denkbar. Zweifellos ist keine direkte und exakte Lösung möglich. Darum waren durch zahlreiche Probeversuche Formeln zu suchen, welche das vorhandene Zahlenmaterial sinngemäß zu simulieren vermögen.

Dieses Vorgehen wird hier erläutert, da es in dieser Art als eher ungewöhnlich gilt und anfänglich mehrfach als kaum realisierbar beurteilt wurde. Die Resultate dieser Arbeit dürften daher Interesse finden wegen der Bemessungsdiagramme, aber auch als Beispiel einer neuartigen computerunterstützten Ingenieur-Methode, die einen grossen Zahlensatz in Bemessungsformeln umsetzt.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt somit nicht in den Einzelheiten der Formeln, sondern in der Art der Erfassung der Tendenzen und der verschiedenen Wirkungen.

## Wirkung des Geotextils im Straßenkörper

Theoretisch entsteht durch die Einlage des Geotextils in den Straßenkörper ein *Kompositmaterial* ähnlich wie «Bewehrte Erde» oder bewehrter Beton. Allerdings bestehen noch keine Ingenieurmethoden zur Erfassung dieser Verhältnisse im Boden. Offenbar basiert die Wirkung des Geotextils im Straßenkörper nur beschränkt auf der Verstärkung und Bewehrung, hauptsächlich aber in der Kombination verschiedener Aufgaben, wie Trennen, Filtern und Drainieren, sowie einer dynamischen Wirkung.

Nach Feldversuchen erzeugen Belastungen meist nur eine geringe Erhöhung der Zugkräfte, da die Dehnungen im Geotextil die Spannungen reduzieren, jedoch das Gesamtverhalten verbessern. Dies bedeutet, dass die Wirkung von Geotextilien im Straßenkörper nicht durch eine einfache Belastungs-Dehnungs-Berechnung zu erfassen ist. Die grossen Verformungen, das plastische Verhalten von Boden und Geotextil sowie besondere dynamische Wirkungen beeinflussen das Gesamtverhalten in komplizierter Weise. Es ist daher angebracht, erfolgreiche Anwendungen und Erfahrungen als Richtschnur zur Projektierung zu verwenden, anstelle von theoretischen, übersimplifizierenden Berechnungsannahmen.

Die dargelegte Berechnungsmethode bezweckt, Bemessungsdiagramme für die Ingenieurpraxis zu erstellen. Durch das Sammeln von weiteren Erfahrungen sind die mathematischen Einzelheiten der Methode zu verfeinern, um die Toleranzen und die Wirtschaftlichkeit zu verbessern; Kommentare sind daher sehr erwünscht.

## Definition der Variablen

### Strassenabschnitt

Das gesamte Strassenprojekt ist in Unterabschnitte zu unterteilen, die ähnliche Untergrundverhältnisse aufweisen, da die übrigen Variablen, wie Verkehrslast, Spurrinnentiefe und Schüttmaterial, meistens gleich bleiben. Variierende Untergrundverhältnisse begründen eine sinnvolle Projektunterteilung. Selbstverständlich betrifft diese Methode nur Straßen ohne Belag, also Baupisten oder Naturstrassen.

### Verkehrsbelastung

Die Verkehrsbelastung wird wie nachfolgend mit dem Faktor  $V$  definiert:

$V = 0,5$ sehr leichter Verkehr	Leichtverkehr (nur Autos) oder Raupenfahrzeuge
$V = 1,0$ leichter Verkehr	wenig Schwerverkehr, max. 10 Lastwagen pro Tag, Gesamtlast 1000–10 000 t
$V = 2,0$ mittel	viel Schwerverkehr, 10 bis 50 Lastwagen pro Tag Gesamtlast 10 000–50 000 t
$V = 2,5$ schwer	sehr viel Schwerverkehr 50–100 Lastwagen pro Tag Gesamtlast 50 000–100 000 t
$V = 3,0$ sehr schwer	extremer Schwerverkehr über 100 Lastwagen pro Tag Gesamtlast über 100 000 t

### Erläuterungen

- Leichtverkehr betrifft Fahrzeuge mit weniger als 3,5 t. Als Gesamtlast zählt das Gewicht aller Fahrzeuge vor Einbau des Belages.
- Die Bemessung beruht auf europäischen Grosslastwagen (LW oder LKW) mit 36 t Gesamtgewicht auf 4 Achsen, also 9 t Achslast.
- Extremer Schwerverkehr sind Transport- oder Baustellenfahrzeuge ohne Strassenzulassung. Sofern diese besonders hohen Reifendruck oder Achslasten aufweisen, ist der  $V$ -Faktor angemessen zu erhöhen z.B.  $V = 4$ .

### Spurrinnentiefe

Die Spurrinnen der provisorischen Strasse erreichen nach erfolgter Verkehrsbelastung etwa den angegebenen Wert. Es ist beizufügen, dass die Geo-

U	CBR %	$c_u$ kN/m <sup>2</sup>	ME1 MN/m <sup>2</sup>	ME2 MN/m <sup>2</sup>	phi °	VSS Klasse
3 sehr weich	(1-2)	10-60	1-3	2-5	12-18	S0
2 weich	2-5	60-150	3-10	5-20	15-25	S1
1 fest	5-10	150-300	10-25	20-25	25-35	S2

Tabelle 1. Einfluss des Untergrundes

Beanspruchung	minimale Schüttdicke [dm]		
	bei U = 1	bei U = 2	bei U = 3
Leichtverkehr V = 1	3	3.5	4
Schwerverkehr V = 2	3.5	4	4.5
extrem.Schwerverk. V = 3	4	4.5	5

Definition des D Faktors :

D = 3 Schüttdicke, dünn 0.3-0.4 m

D = 4 Schüttdicke, mittel 0.4-0.5 m

D = 5 Schüttdicke, dick 0.5-0.8 m

Tabelle 2. Minimale Schüttdicke

textilien nicht eigentlich zur Verminde-  
rung von Spurrinnen bemessen werden,  
sondern umgekehrt, je nach Spur-  
rinnen wird ein Geotextil gewählt, das  
nicht beschädigt wird. Der entspre-  
chende Faktor R ist:

R = 3-4 Spurrinnen bis zu 3 cm

R = 5 Spurrinnen bis zu 5 cm

R = 10 Spurrinnen bis zu 10 cm

R = 15 Spurrinnen bis zu 15 cm

Normal sind Spurrinnen von 5-10 cm,  
da grössere Spurrinnen den Bauverkehr  
zu stark behindern. Zudem wird der  
Untergrund überbelastet, und die gros-  
sen Deformationen weichen den Unter-  
grund auf, was die Tragfähigkeit ver-  
mindert. Grosse Spurrinnen erfordern  
zudem Nacharbeit mit dem Graderbal-  
ken zum Glätten der Oberfläche, was  
eine Gefahr von Geotextilbeschädigun-  
gen bedeutet.

### Untergrund und Tragfähigkeit

Die Qualität des Untergrundes wird bei  
harten Böden mit Plattenversuchen  
und bei weichen Böden mit dem Feld-  
CBR-Gerät geprüft, d.h. einem Stock  
mit Skala und konischer Spitze, wel-  
cher den CBR-Wert direkt abzulesen  
ermöglicht. Die nachstehend verwen-  
deten U-Werte entsprechen den franzö-  
sischen Untergrundklassen.

### Erläuterungen

- Der CBR-Wert definiert den U-Fak-  
tor.
- $c_u$ - und ME-Werte sind geschätzt und  
dienen nur zum generellen Vergleich
- Alle nachstehenden Berechnungen  
basieren auf dem CBR-Wert, evtl.  
dem  $c_u$ -Wert. Nicht möglich sind  
Korrelationen in grobem Kies oder  
Geröll sowie auf verdichteten Schüt-  
tungen.
- S1 bis S4 sind die neuen Schweizer  
Tragfähigkeitsklassen. S0 wird zu-  
dem hier für weiche Böden verwen-  
det.
- CBR, California Bearing Ratio, be-  
stimmt sich nach der Norm SNV  
670 316 für Feldversuche und der  
Norm SNV 670 320a für Laborversu-  
che.

- $c_u$  ist die mit dem Drehflügel gemes-  
sene, undrainierte Scherfestigkeit,  
ungenau auch als Kohäsion bezeich-  
net.
- ME ist der Deformationsmodul ge-  
mäss dem Lastplattenversuch mit  
dem Durchmesser 0,3 m, wie festge-  
legt in der Norm SNV 670 317a. Der  
Wert entspricht etwa dem deutschen  
Lastplattenversuch EV1, d.h.  $EV1 =$   
 $0,79 \cdot ME1$ .
- ME2 wird mit der Wiederbelastung  
der Platte bestimmt und entspricht  
etwa EV2, d.h.  $EV2 = 0,79 \cdot ME2$ .
- φ ist der totale Reibungswinkel, grob  
geschätzt.

### Schüttmaterial

Die Sorte des Schüttmaterials wird wie  
folgt berücksichtigt:

K = 0,5 gebrochenes Material

Korngrösse Durchm. 20-80  
mm gut abgestuft.

K = 1 sauberer Kies, Kiessand I, max.  
Durchm. 63 mm und weniger  
als 3% Feinanteil, gut abgestuft.  
GW: Max. 3% Feinanteil und  
max. Durchm. 250 mm oder  
weniger als die Hälfte der  
Schüttdicke D.

K = 2 siltiger Kies, Kiessand II, max.  
Durchm. 100 mm und weniger  
als 10% Feinanteil oder GM:  
weniger als 15% Feinanteil,  
max. Durchm. 250 mm oder  
weniger als die halbe Schüttdicke  
D.

### Erläuterungen

- Die Norm SNV 670 120 definiert die  
Kiessandtypen I und II.  
Ausser diesen meist verwendeten  
Schüttmaterialien existieren auch  
weitere Typen, welche besonders für  
provisorische Strassen von wirt-  
schaftlicher Bedeutung sein können,  
nämlich saubere Sande, siltige Sande  
und Kiese (SP, GP, SW, GW, SM,  
GM gemäss USCS, Unified Soil Clas-  
sification System).
- Zudem findet gebrochenes Felsmate-  
rial oder gebrochenes Geröll immer  
häufiger Verwendung im Strassen-  
bau.

- Falls gebrochenes Material grosse  
Körner mit eckigen Kanten und Spit-  
zen enthält, so ist das Geotextil beim  
Schüttten oder bei der Verdichtung  
besonders gefährdet. In solchen Fäl-  
len ist ein Geotextil mit hoher Reiss-  
festigkeit oder noch besser mit hoher  
Weiterreisskraft, grosser Reissdehn-  
nung und genügender Dicke zu wäh-  
len.

### Schüttdicke und Anzahl Geotextilien

Um praktikable Baupisten anzulegen,  
darf die Schüttdicke ein gewisses Mini-  
mum gemäss Tabelle 2 nicht unter-  
schreiten (D-Wert).

In Fällen mit viel Schwerverkehr und  
weichem Untergrund werden zwei La-  
gen Geotextilien verwendet: eine erste  
mit grosser Reissdehnung direkt auf  
dem weichen Untergrund. Es wird mit  
etwa 0,1-0,2 m überdeckt und mit leich-  
ten Geräten verdichtet. Das zweite  
Geotextil erzeugt eine gute Armie-  
rungswirkung dank geringer Reissdehn-  
nung und hoher Festigkeit.

Definition der D-Werte mit 2 Geotexti-  
lien:

D = 6,0:

Schüttdicke mittel, 0,3-0,4 m + 2 Lagen

D = 6,5:

Schüttdicke mittel, 0,4-0,5 m + 2 Lagen

D = 7,0:

Schüttdicke dick, 0,5-0,8 m + 2 Lagen

### Geotextil-Kennwert

Die meisten hier verwendeten Erfah-  
rungswerte beruhen auf Polyester-End-  
losfasern mit mechanischer Vernadel-  
lung. Andere Geotextiltypen weisen  
grössere oder kleinere Reissdehnung  
auf, was nachstehend berücksichtigt  
wird.

Die totale Widerstandsfähigkeit eines  
Geotextils hängt ab von der kombinier-  
ten Wirkung der Reisskraft r und der  
Reissdehnung ε<sub>r</sub>, d.h. die Zerreissarbeit  
ist die Kraft mal Dehnung:

$$A = r \cdot \epsilon_r$$

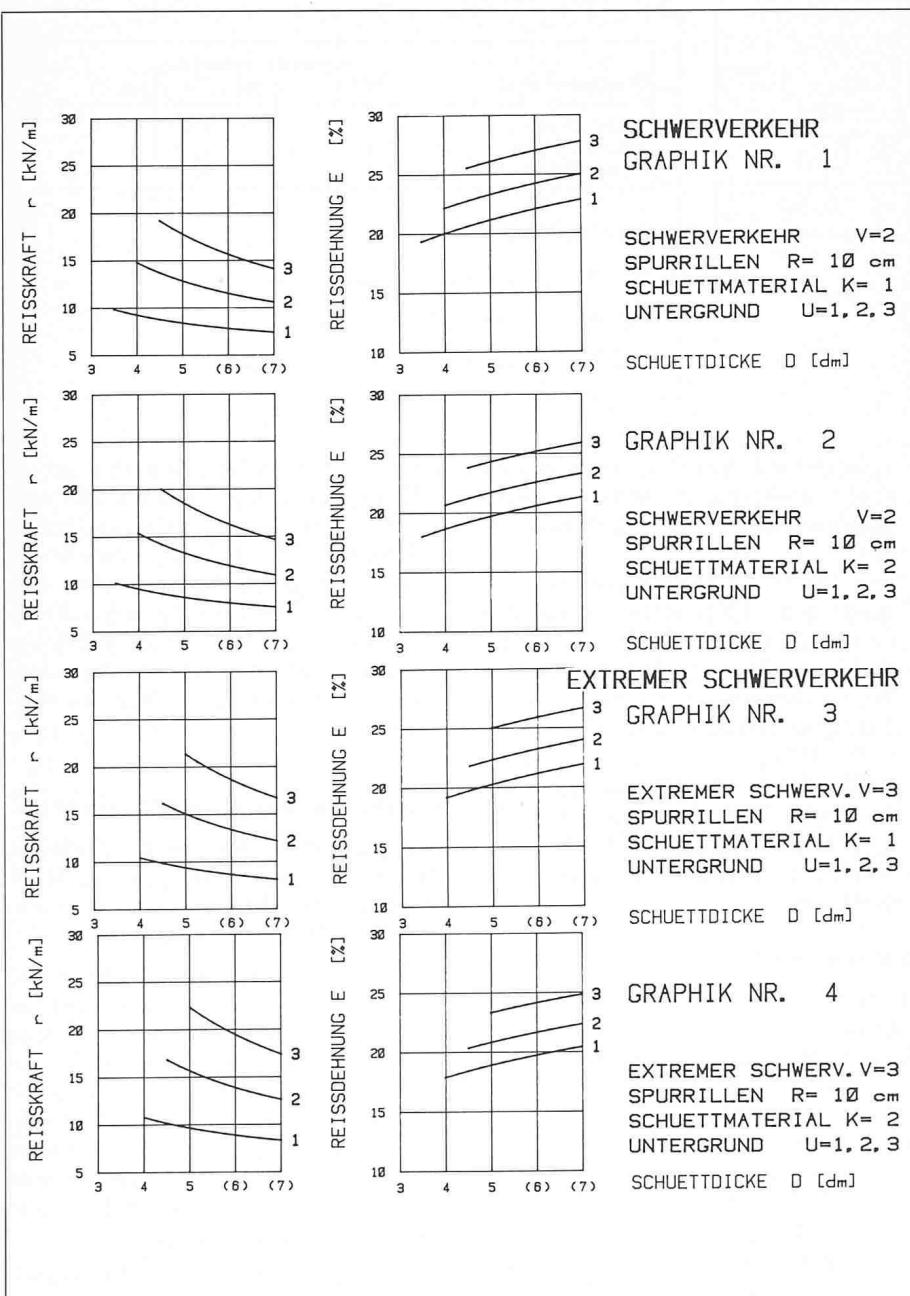


Bild 1. Graphiken

Diese Formel bedeutet, dass Geotextilien mit grosser Reissdehnung der Beschädigung durch Deformation ausweichen. Normalerweise ist der Geotextilkennwert  $G = 1$ , was bedeutet, dass keine spezielle Berücksichtigung erfolgt. Dies gilt, wenn die vorhandene Reissdehnung und Reisskraft grösser sind als die geforderten Minimalwerte. Falls die Reissdehnung unter dem Minimalwert liegt, so ist der  $G$ -Wert wie folgt zu bestimmen:

$$G = \varepsilon_r \text{erforderlich} / \varepsilon_r \text{vorhanden}$$

Der  $G$ -Faktor wird verwendet, um die Reisskraft  $r$  auf  $r^*$  zu erhöhen.

$$r^* = r \cdot G$$

In der Praxis ist somit  $G = 1,0$  oder höher, jedoch kaum über 2,0.

## Mechanische Geotextil-Anforderungen

### Mathematische Simulation der Ausgangswerte

Konzept und Vorgehen zur Bestimmung der Reisskraft und Reissdehnung  $\varepsilon_r$  sind in der Einleitung dargelegt. Einer der Vorteile der mathematischen Erfassung von Erfahrungswerten ist deren Gebrauch zum Zeichnen von Bemessungsdiagrammen (siehe 1 bis 4). Zudem können die Variablen beliebig kombiniert werden, und auch Dezimalstellen sind durchaus zulässig. Als weniger offensichtlicher Nachteil bleibt zu beachten, ob die gewählte Kombination von Variablenwerten im Rahmen

der ursprünglichen Erfahrungswerte liegt oder eine nicht zulässige Extrapolation bedeutet. Das ist durch den Fachmann im Einzelfall zu prüfen.

### Minimale Reisskraft $r$

Der Textilausdruck «Reisskraft» ist gleichbedeutend mit dem Ingenieurbegriff «Reissfestigkeit». Die Fomel lautet:

$$(1) \quad r = [5 + (2,1 \cdot V_1 \cdot R_1 \cdot U_1 \cdot D_1 \cdot K_1)] \cdot G$$

Die Hilfsvariablen sind wie folgt definiert:

$$(2) \quad V_1 = (V + 0,8)^{0,8}$$

$$(3) \quad R_1 = 4 / (3 \cdot R^{0,8})$$

$$(4) \quad U_1 = 0,9 U^{1,2}$$

$$(5) \quad D_1 = 3,6 / D$$

$$(6) \quad K_1 = [1 + (1/K - 1)^2]^{1/4}$$

Die komplette Bemessungsformel lautet demnach

$$(7) \quad r = [5 + (2,1 \cdot (V + 0,8)^{0,8} \cdot 4/3 \cdot R^{-0,8} \cdot 0,9 \cdot U^{1,2} \cdot 3,6/D \cdot [1 + (1/K - 1)^2]^{1/4}]] \cdot G$$

*Bemessungsformel für die Reissdehnung  $\varepsilon$ :*

In ähnlicher Weise wie für die Reissfestigkeit  $r$  ist die erforderliche minimale Reissdehnung  $\varepsilon$  zu bestimmen, allerdings mit zwei Korrekturen:

- Reduktion der minimalen Reissdehnung um eine französische Klasse, als Folge neuerer Erfahrungen.
- Eine zusätzliche Umfrage bei Geotextilfachleuten 1982/83 sowie eine Spezialumfrage 1984/85, Jaeklin [9], führten zu Präzisierungen. Vor allem die letzte Umfrage ergab einen Unterschied zwischen der französischen und der schweizerischen (EMPA)-Prüfmethode von etwa 15%. Entsprechend wurden die französischen Werte mit dem Transferfaktor  $T = 1,15$  multipliziert.

Alle diese Korrekturen sind in den Bemessungsdiagrammen enthalten.

Die Bemessungsformel für die Reissdehnung  $\varepsilon$  lautet:

$$(8) \quad \varepsilon_f = 1,4 \cdot V_2 \cdot R_2 \cdot (U_2 + D_2) \cdot K_2 \text{ (in \%)}$$

Diese Formel verwendet den Hilfswert  $\varepsilon_f$  und  $\varepsilon_r$ ,  $\varepsilon_f$  = Reissdehnung  $\varepsilon$  gemäss der franz. Empfehlung und  $\varepsilon_r = (\varepsilon_f \text{ minus 1 Klasse}) \cdot T$  mit  $T = 1,15$  als Korrektur.

Die Hilfsfaktoren sind wie folgt definiert:

$$(9) \quad V_2 = 1 / V^{0,1}$$

$$(10) \quad R_2 = \log R$$

$V = 0.5 \quad 1 \quad 2 \quad 2.5 \quad 3$	Tabelle 3
$V_1 = 1.23 \quad 1.60 \quad 2.27 \quad 2.59 \quad 2.90$	
$R = 3 \quad 5 \quad 7 \quad 10 \quad 15$	Tabelle 4
$R_1 = 1.22 \quad 1.17 \quad 1.14 \quad 1.10 \quad 1.07$	
$U = 1 \quad 2 \quad 3$	Tabelle 5
$U_1 = 0.90 \quad 2.07 \quad 3.36$	
$D = 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7$	Tabelle 6
$D_1 = 1.20 \quad 0.90 \quad 0.72 \quad 0.60 \quad 0.51$	
$K = 0.5 \quad 1 \quad 2$	Tabelle 7
$K_1 = 1.18 \quad 1.00 \quad 1.06$	

Tabellen 3 bis 7. Bestimmung der Hilfsfaktoren

Tabellen 8 bis 12. Bestimmung der Grösse der Hilfsfaktoren

$V = 0.5 \quad 1 \quad 2 \quad 2.5 \quad 3$	Tabelle 8
$V_2 = 1.07 \quad 1.00 \quad 0.93 \quad 0.91 \quad 0.91$	
$R = 3 \quad 5 \quad 7 \quad 10 \quad 15$	Tabelle 9
$R_2 = 0.48 \quad 0.70 \quad 0.87 \quad 1.00 \quad 1.18$	
$U = 1 \quad 2 \quad 3$	Tabelle 10
$U_2 = 1.00 \quad 2.83 \quad 5.20$	
$D = 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7$	Tabelle 11
$D_2 = 14.77 \quad 16.0 \quad 16.99 \quad 17.78 \quad 18.45$	
$K = 0.5 \quad 1 \quad 2$	Tabelle 12
$K_2 = 1.07 \quad 1.00 \quad 0.93$	

Bild 2. Diagramme 5 und 6

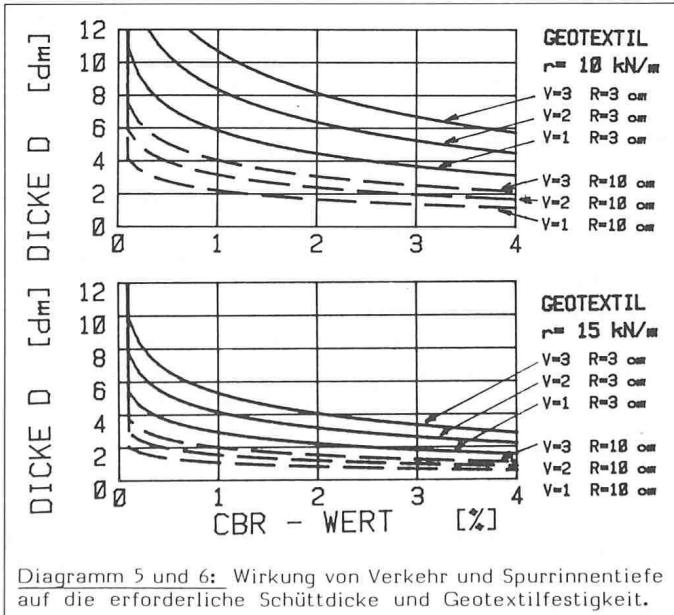


Diagramm 5 und 6: Wirkung von Verkehr und Spurrinnentiefe auf die erforderliche Schüttdicke und Geotextilfestigkeit.

(11)  $U_2 = U^{1.5}$

(12)  $D_2 = 10 + 10 \cdot \log D$

(13)  $K_2 = 1 / K^{0.1}$

Entsprechend lautet die komplette Bezeichnungsformel:

(14)  $\epsilon_f =$

$$1,4 \cdot \log R \cdot (U^{1.5} + 10 + 10 \cdot \log D) \\ V^{0.1} \cdot K^{0.1}$$

(15)  $P_f = \ln(\epsilon_f / 6,913)^{(1/0,2457)}$

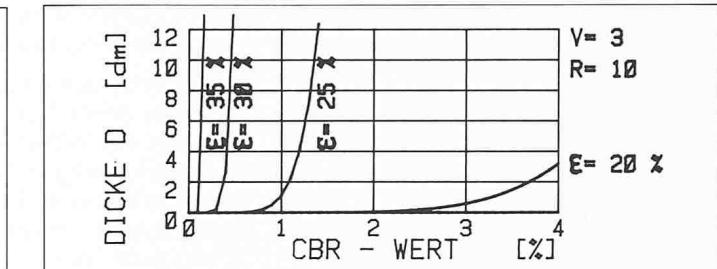
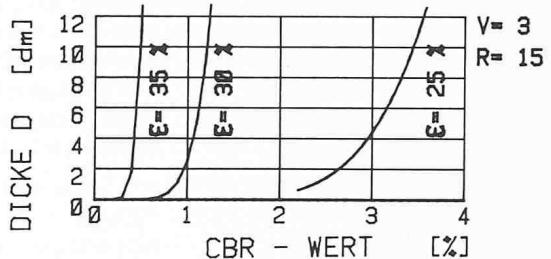
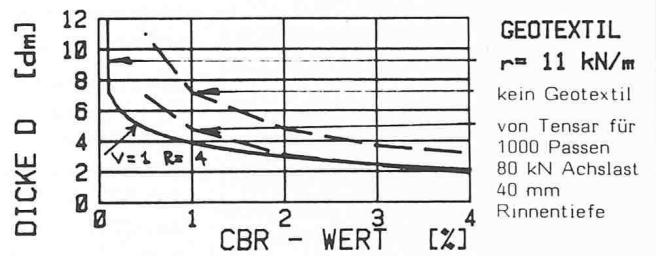
Diagramm 7: sehr starker Verkehr (V=3) und grosse Spurrinnentiefe (R=10 cm) erfordern ein min.  $E = 25\%$  oder mehr, falls CBR unter 2 liegt.Diagramm 8: Ähnlich wie in Diagramm 7 erfordern noch tiefere Spurrinnen ein entsprechend erhöhtes  $E = 30\%$  oder mehr, falls CBR unter 2 liegt.

Diagramm 9: Die mit der hier angegebenen Methode berechnete, durchgehende Linie wird mit der unteren gestrichelten Linie, gemäss einer neueren Tensar-Publikation verglichen und zeigt eine gute Übereinstimmung.

Bild 3. Diagramme 7 bis 9

Bild 4. Diagramme 10 und 11

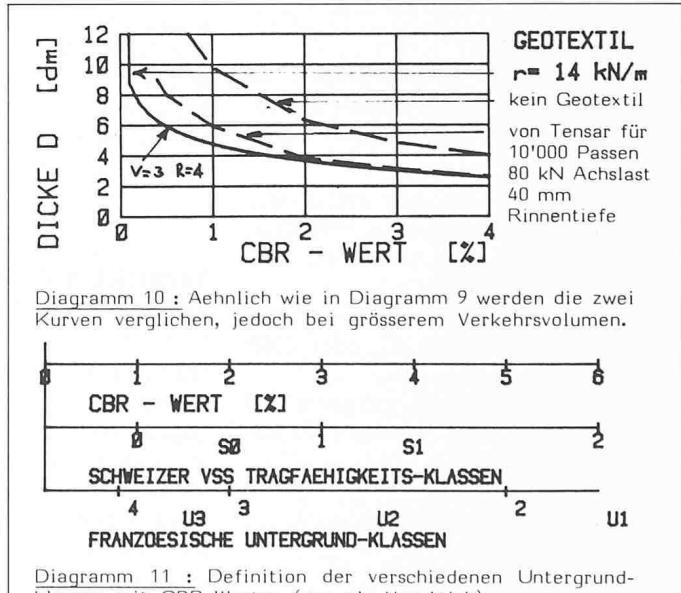


Diagramm 10: Aehnlich wie in Diagramm 9 werden die zwei Kurven verglichen, jedoch bei grösserem Verkehrsvolumen.

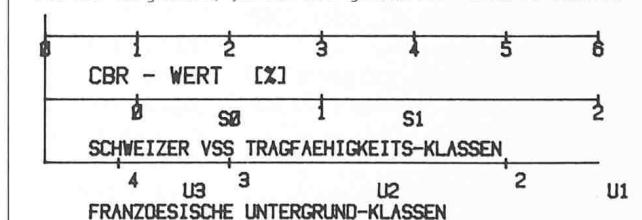


Diagramm 11: Definition der verschiedenen Untergrundklassen mit CBR-Werten (nur als Vergleich).

(16)  $P = P_f - 1$   
Reduktion um 1 Klasse

Daraus wird die erforderliche minimale Reissdehnung bestimmt zu:

(17)  $\epsilon_r = 6,913 \cdot e^{0,2457 \cdot P} \cdot T$

Diese Werte können mit der vereinfachten Formel wie folgt verwendet werden:

$$(18) \quad \varepsilon_r = [(1,4 \cdot V_2 \cdot R_2 \cdot (U_2 + D_2) - 5] \cdot T$$

Der Unterschied zur exakten Methode wie oben gezeigt beträgt etwa 1–4% im Bereich von  $\varepsilon_r = 10\text{--}30\%$ .

#### Hinweise zur Wahl der geeigneten Reissdehnung

Falls grosse Deformationen auf der Baustelle erwartet werden, so sind viel grössere minimale Reissdehnungen nötig:

- $\varepsilon_r = 25\%$  min., falls nur 1 Lage und grössere Deformationen auf der Baustelle erwartet werden.
- $\varepsilon_r = 50\text{--}70\%$  min., falls sehr grosse Deformationen oder grosse Steine oder weicher Untergrund vorkommen.
- $\varepsilon_r = 70\%$  min. für die untere Lage bei Verwendung von 2 Geotextilien und Schüttzwischenlage.
- $\varepsilon_r$ -Maximum = 15–20% falls, nur Leichtverkehr ( $V = 1$ ) und weicher Untergrund ( $U = 3$ ), sowie Spurrinnen von 3–4 cm ( $R = 4$ ). Diese Anforderung beschränkt ausnahmsweise die maximale Reissdehnung um die Armierungswirkung zu erhöhen.
- $\varepsilon_r$ -Maximum = 15% für die zweite Lage von Geotextilien ( $D = 6\text{--}7$ ), um die Spurrinnentiefe zu beschränken.

Mit Ausnahme des letzten Punktes stimmen diese Anforderungen mit der Auffassung der Technischen Kommission des SVG überein.

Die allgemeinen Anforderungen an Geotextilien bei grobkörnigem Schüttmaterial ( $d_{85}$  grösser als 30 mm) lauten wie folgt:

- $\varepsilon_r$  min = 20%, falls sehr steifer oder harter Untergrund gemäss VSS Klasse S3 oder S4, bzw. CBR-Wert über 12%
- $\varepsilon_r$  min = 30%, falls steifer Untergrund gemäss Klasse S2, oder CBR 6–12%
- $\varepsilon_r$  min = 40%, falls  $d_{85}$  grösser als 30 mm und auf sehr weichem Untergrund.

nate, um die Zusammenhänge ähnlich wie bisher in der Literatur zu gestalten.

Die Bilder 5 und 6 illustrieren die Wirkung der Schüttdicke der Spurrinnentiefe und der Verkehrsbelastung: höhere Verkehrsvolumen erfordern grösserer Schüttdecken. Bei gleichem Verkehrsvolumen führt die geringere Schüttdecke zu bedeutend grösseren Spurrinnen. Diese zwar sinnvollen Zusammenhänge könnten zum Schluss führen, dass eine grössere Reissfestigkeit des Geotextils auch zu geringeren Spurttiefen führt und deshalb die Geotextilfestigkeit direkt zur Bemessung gegen Spurrinnen dienen würde, was jedoch nicht die Absicht ist.

Die Spurrinnentiefe ist das kombinierte Resultat aus Verkehrsvolumen, der Schüttdecke und deren Verdichtungsgrad sowie dem vorhandenen Untergrund. Die ermittelten Geotextileigenschaften vermeiden dessen Beschädigung und helfen die Spurrinnen etwas geringer zu halten.

Als Ausnahme zählt der Fall mit zwei Geotextilien, ein schwaches, aber stark dehnfähiges direkt auf dem weichen Untergrund und ein starkes, gering dehnfähiges Geotextil auf einer ersten Zwischenschicht. Diese Anwendung bezweckt die eigentliche Bewehrung.

Die Bilder Nr. 7 und 8 vergleichen die Anforderungen an die Reissdehnung je nach CBR-Wert. Bei sehr viel Schwerverkehr ( $V = 3$ ) und tiefen Spurrinnen ( $R = 10$  bzw. 15 cm) wird ein Reissdehnung von 25–30% gefordert, falls der CBR-Wert unter 2 liegt, was durch die meisten Vliese problemlos erfüllt wird. Nur bei CBR-Werten über 4 sind Geotextilien mit  $\varepsilon$  unter 20% verwendbar. Bei weichen Böden sind diese Anforderungen zudem fast unabhängig von der Schüttdecke  $D$ .

#### Literatur

- [1] J. P. Giroud and Noiray, «Geotextile-Reinforced Unpaved Road Design», ASCE Geotechnical Journal Nr. 9, September 1981, S. 1233
- [2] J. P. Giroud, C. Ah-Line and R. Bonaparte, «Design of unpaved Roads and Trafficked Areas with Geogrids», Symposium on Polymergrid, Reinforcement in Civil Engineering, 4.1 London 23–24 March 1984, 1–12
- [3] Dr. Willmers, «Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien im Erdbau», Teil: «Hinweise für die Anwendung», Ausgabe 1983, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- [4] K. Helprecht, K. Moritz, B. Ruhose: «Zur Verwendung von Vliestoffen beim Bau von Landstrassen der unteren Bauklassen», Strasse und Tiefbau, November 1984, S. 23.
- [5] P. L. Bourdaux: «Dimensionnement des Géotextiles utilisés comme armatures», Strasse und Verkehr Nr. 6, Juni 1984, Seite 215.
- [6] H. Rathmayer: «Experiences with VTT-DO Classified Non Woven Geotextiles for Finnish Road Constructions», 2nd International Conference on Geotextiles, Las Vegas, 1982, Section 2B International Standards, S. 307.
- [7] Comité français des Géotextiles: «Recommendations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les couches de forme», Document du Ministère des Transports, direction des routes et de la circulation routières, février 1981.
- [8] K. C. Zerfass: «Spinnvliesstoffe im Straßen- und Wegebau (Wirkungsweise und geforderte Eigenschaften)», Intern. Chemiefaser-Tagung in Dornbirn, Österreich, 23.–25. September 1981.
- [9] F. P. Jaecklin: Einfluss der Prüfmethoden auf die Reissdehnung und Rückwirkung auf die Bemessung der erforderlichen Geotextil-Reissfestigkeit. TK-Dokument des SVG, Januar 1985.
- [10] R. Ruegger, F. P. Jaecklin, J. F. Ammann: Das Geotextilhandbuch des SVG Schweiz, Verband für Geotextilfachleute St. Gallen, Verlag Vogt & Schild AG, Solothurn, Schweiz, 1985.
- [11] Tensar: Ground Stabilization with Geogrids, brochure July 1982, revised October 1985, page 6 and 7.

schelten Linien die Vergleichskurven aus einer kürzlichen Tensar-Publikation [11], die bei vergleichbaren Fällen eine gute Übereinstimmung feststellen lassen. Eine zu grosse Genauigkeit darf kaum erwartet werden, da je nach Wahl der Variablen und der örtlich wechselnden Bedingungen eine gewisse Bandbreite das Resultat bildet.

Vortrag, gehalten am Internat. Geotextil-Kongress in Wien, 8.4.1986

#### Zusätzliche Bemessungsdiagramme

Die nachfolgenden Bemessungsdiagramme beruhen auf denselben Formeln, verwenden jedoch den CBR-Wert und die Schüttdecke  $D$  als Koordinaten.

Die Bilder 9 und 10 verwenden die Bemessungsformeln für die durchgezogenen Linien und zeigen mit den gestrichelten

Adresse des Verfassers: Felix P. Jaecklin, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Geotechnikbüro, Geissbergstr. 46, 5400 Ennetbaden.