

F Hydraulische Langzeitleistungsfähigkeit von Dränmatten

Zori Bronstein, Greven

Prof. Dr.-Ing. Jochen Müller-Rochholz, Münster

Hydraulische Langzeitleistungsfähigkeit von Dränmatten

- Berücksichtigung der Ergebnisse aus Laboruntersuchungen bei den hydraulischen Nachweisen

Inhalt

1. Einleitung
2. Bemessung nach E2-20 GDA (Entwurf 2003)
3. Mechanische Einflüsse auf das Ableitvermögen
 - 3.1 Kurzzeitverhalten
 - 3.2 Langzeitverhalten
4. Chemische Widerstandsfähigkeit
5. Durchwurzelung
6. Zusammenfassung
7. Literatur

1. Einleitung

Es wurde 1999 /1/, 2000 /2/, 2001 /3/ in dieser Fachtagung grundlegend über Geokunststoffdränmatten berichtet. Inzwischen sind neue Produkte auf dem Markt und die Langzeit- und Laborerfahrungen deutlich gewachsen.

2. Bemessung nach E2-20 GDA (Entwurf 2003)

Bei der Bemessung eines geosynthetischen Dränelements soll nachgewiesen werden, dass das Langzeit-Wasserableitvermögen gleich oder größer als die Eintrittswassermenge aus der Dränspende ist.

Die Bemessung nach E2-20 GDA (Entwurf 2003) /4/ erfolgt nach Gleichung (1)

$$q_{d,A} = \frac{q_k}{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 \cdot D_4 \cdot S} \geq q_a \quad (1)$$

$q_{d,A}$	= Wasserableitvermögen des Dräns reduziert	$[l/(d \cdot m_{\text{Breite}})]$
q_k	= Wasserableitvermögen des Dräns in seiner Ebene unter Berücksichtigung des Druckkriechens	$[l/(d \cdot m_{\text{Breite}})]$
q_a	= maßgeblicher spezifischer Dränabfluss	$[l/(d \cdot m_{\text{Breite}})]$
S	= Sicherheitsfaktor	
D_1 - D_4	= Abminderungsfaktoren (s. Tabelle)	

D1	Übertragung der Versuchsbedingungen auf die Einbaubedingungen (Bodenbettung) etc.	2,0
D2	Einbaubeanspruchungen	1,2
D3	Querschnittveränderungen der Dränmatte, z.B. im Bereich von Überlappungen und bei Bauteilanschlüssen	1,2
D4	Durchwurzeln, Verockerungen oder Bodeneinträge	1,5 bis 2,0

Auf Grund besonderer Erfahrungen und/oder produktspezifischer Nachweise können abweichende Abminderungsfaktoren angesetzt werden. Geotextile Filterlagen sind nach FGSV, 2003 /5/ zu dimensionieren.

3. Mechanische Einflüsse auf das Ableitvermögen

3.1 Kurzzeitverhalten

In CEN ist eine Prüfnorm in Bearbeitung, mit der das Druckstauchungsverhalten von Dränmatten erfasst wird. Hintergrund für diese Norm ist die Fragestellung: Wie kann ich Änderungen an Dränmatten nach Einlagerung in Chemikalien, nach Bewitterung, nach Ofenlagerung etc. quantifizieren? Ergebnisse einer solchen Druckbeanspruchung zwischen starren planparallelen Platten zeigen Bilder 1 und 2.

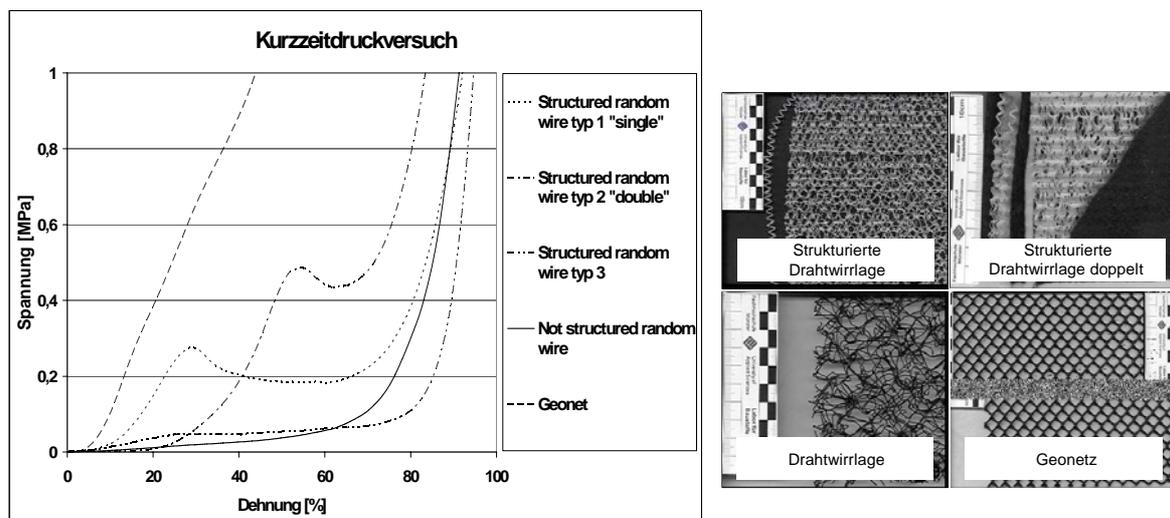


Bild 1: Kurzzeitdruckversuch: strukturierte Dränkerne (Structured random wire), Drahtwirrlage (Not structured random wire) Geonetz (Geonet)

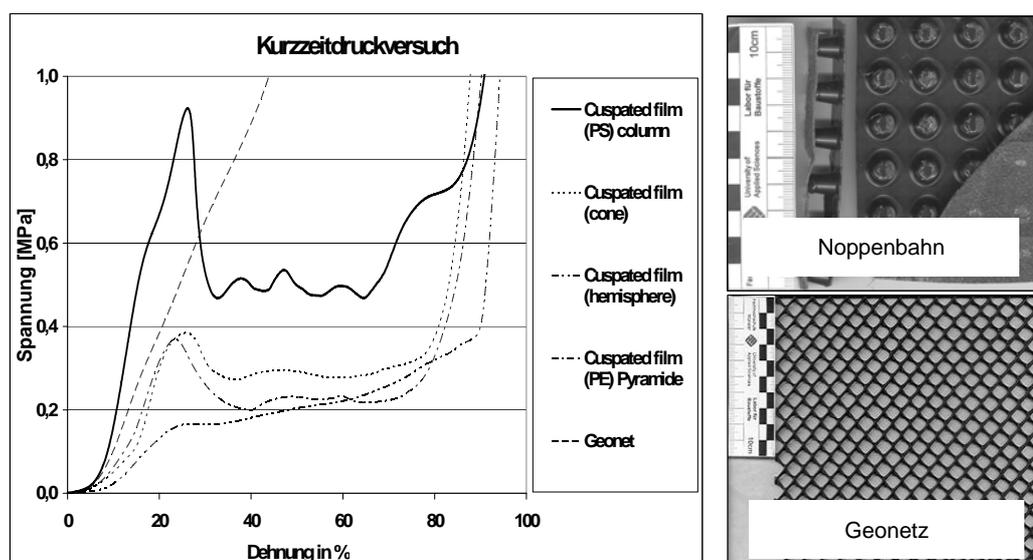


Bild 2: Kurzzeitdruckversuch: Noppenbahnen (cuspedated film), Geonetz (Geonet)

Es ist gut zu erkennen, dass zwei wesentliche Typen von Kurven zu unterscheiden sind: monoton steigende Kurven (z.B. für Drahtwirrlagen, Geonetze, Schaumflocken) und Kurven mit relativen Maxima (= Bruch oder Kollaps für Noppenbahnen, Zickzack-, „Eierkarton“-Strukturen, auch strukturierte Wirrlagen). Hilfreich sind diese Kurzzeitdruckstauchungskurven, um zu erkennen, ob Kriechkurven problemlos zu extrapolieren sind. Monotone Kurven erlauben eine sichere, einfache Extrapolation, bei Kurven mit Bruch-/Kollapserscheinungen muss die dauerhaft wirkende Belastung deutlich vom Bruchpunkt entfernt sein, da erfahrungsgemäß Erscheinungen wie kollabierende „Eierkartons“ im Langzeitversuch bei geringeren Spannungen auftreten. Dies gilt ganz besonders bei säulenartigen Dränkernen unter Schub-/Druckbeanspruchung.

3.2. Langzeitverhalten

Beim Langzeitverhalten wurde zunächst nur auf das Kriechverhalten des Dränkerns („Gespacer“) abgehoben. Entsprechende Kriechkurven zeigt Bild 3. Kennt man die Dicke zum Zeitpunkt t kann das Ableitvermögen des Dräns bei dieser Dicke ermittelt werden und z. B. als Nomogramm dargestellt werden (Bild 4).

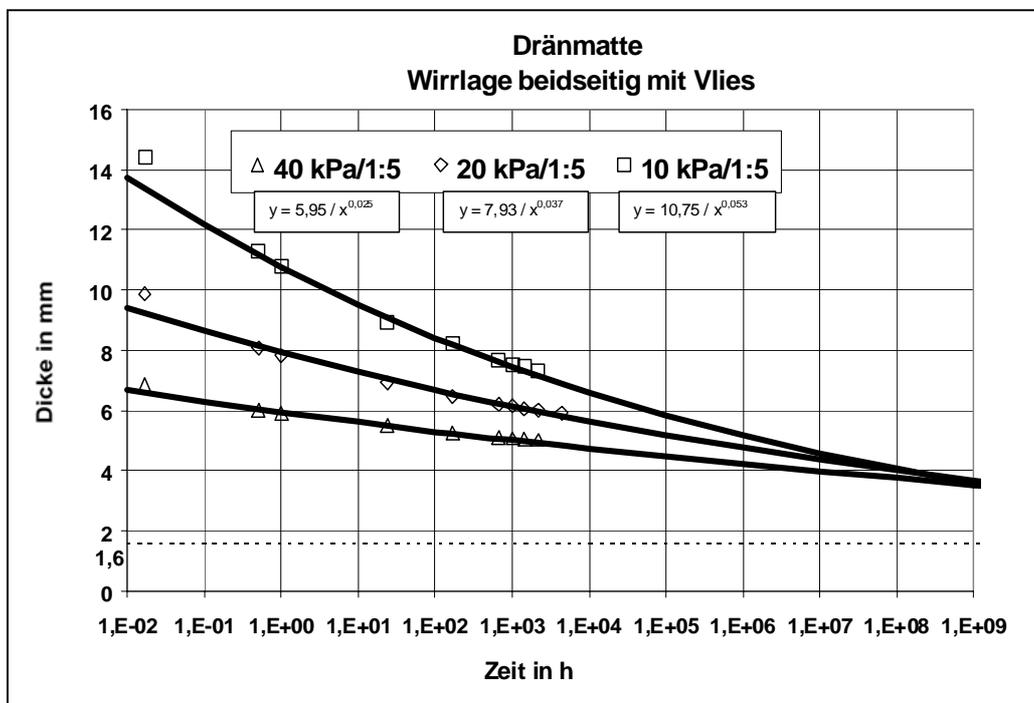


Bild 3: Druckstauchungskurven Drahtwirrlagen

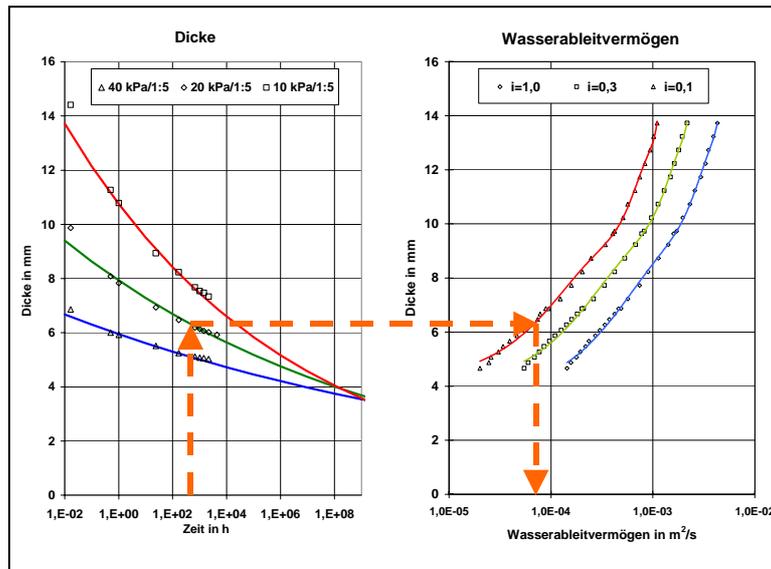


Bild 4: Nomogramm Kriechen und Ableitvermögen Q /3/

Diese Prüfung mit vorgegebener Dicke kann nur zwischen starren Druckplatten gemacht werden, da mit dem nach Norm für die Regelprüfung vorgegebenen Schaumgummi-platten eine Dickenbestimmung des Dräns nicht möglich ist. Die Abweichung des Ableitvermögens bei starren Platten gegenüber der Prüfung mit Schaumgummiplatten wird bei der Berechnung durch den „Systembeiwert“ (D1) berücksichtigt, der häufig nicht exakt bestimmt ist. Der wesentliche Einfluss ist hierbei die Verformung des Filters in den Abflussraum hinein und damit die Verkleinerung des Abflussquerschnitts. Durch Versuchsreihen mit einem Dränkern (Noppenbahn) und 7 verschiedenen Vliesstofffiltern können wir diesen Einfluss angeben (Bild 5).

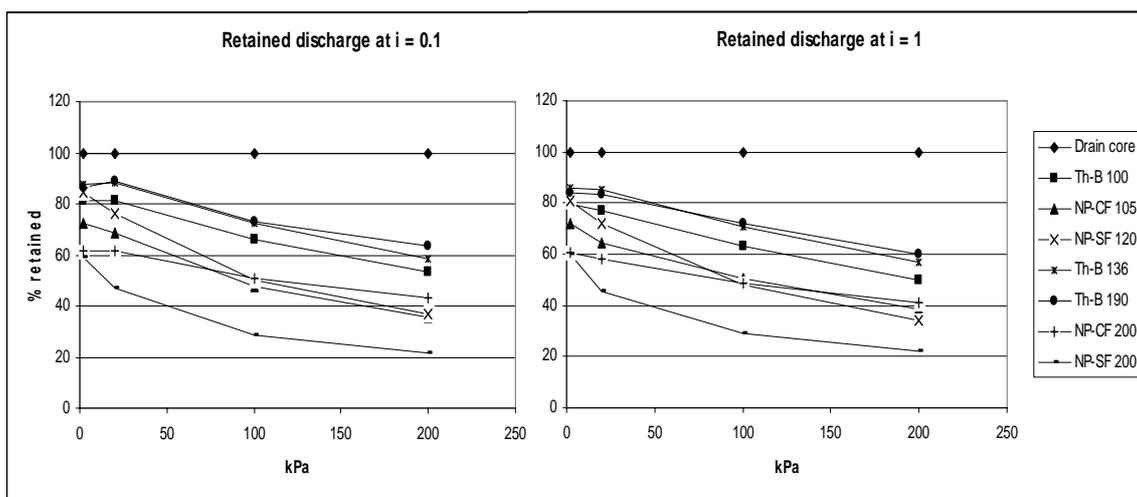


Bild 5: Einfluss der Filterverformung auf Wasserableitvermögen /6/

Hierbei wurde zunächst der Kurzeiteinfluss geprüft. Um auch das Kriechen des Filters in seiner Auswirkung zu quantifizieren, wurden zwei Wege gegangen:

1. Langzeitdruckbelastung der Dränmatte mit Boden (Bild 6) und anschließend Prüfung des Wasserleitvermögens im verbliebenen Bodenkontakt unter gleicher Spannung.

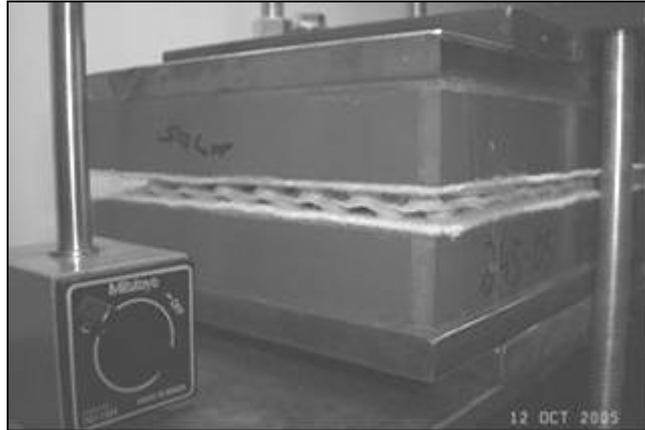
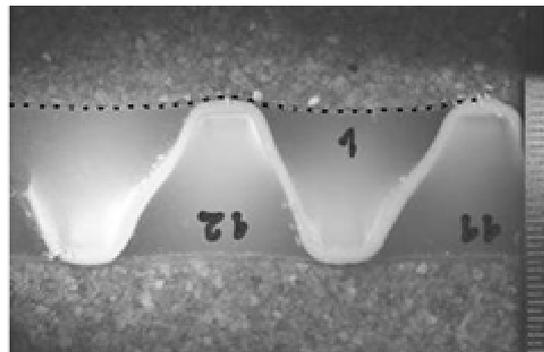
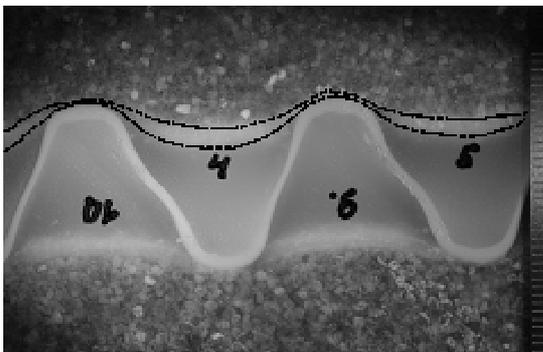


Bild 6: Probe zwischen Bodenschichten im Kriechversuch

An typischen Proben wurde die Verformung des Filters unter Last ermittelt (Ausgießen mit Kunstharz und Ausmessen an Sägeschnitten, Bilder 7a und 7b).



Bilder 7a, b: Schnittbild mechanisch und thermisch verfestigte Filtervliesstoffe unter gleicher Druckbelastung durch Boden nach 670 Stunden (gestrichelte Linien = Verformung des Filters)

2. Kriechversuche an Vliesstoffen

Um die im Bodenkontakt wirkende Membranzugspannung bei der vorliegenden Normalspannung für Kriechversuche abzuschätzen, wurde die im Druckkriechversuch ermittelte Verformung des Filters in eine Zugdehnung umgerechnet und diese Zugdehnung des Filters mit den jeweiligen Zugkraft-Dehnungslinien in eine Zugkraft umgewandelt. Mit dieser Zugkraft (8 % der Kurzzeitfestigkeit bei mechanisch verfestigtem Vliesstoff, 14 % bei thermisch verfestigtem) laufen Zugkriechversuche; Ergebnisse bis 670 Stunden sind in Bild 8 dargestellt.

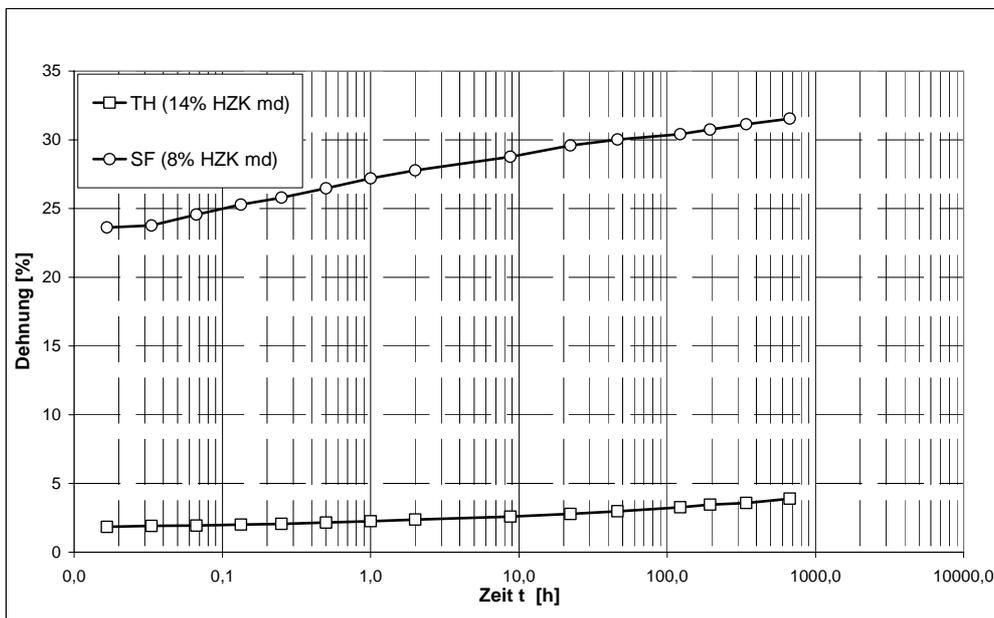


Bild 8: Kriechkurven mechanisch (SF) und thermisch (TH) verfestigte Filtrvliesstoffe (bei unterschiedlicher Belastung!)

Bisherige Ergebnisse

Bodenkontakt zu Regelprüfung:

Die Proben, bei denen die Druckspannung über eine Bodenschicht eingeleitet wurde, sind in den Ergebnissen praktisch identisch mit der Prüfung zwischen Schaumgummi-platten. Hier simuliert das Versuchsmaterial einen feinkörnigen Boden sehr gut (Bild 9).

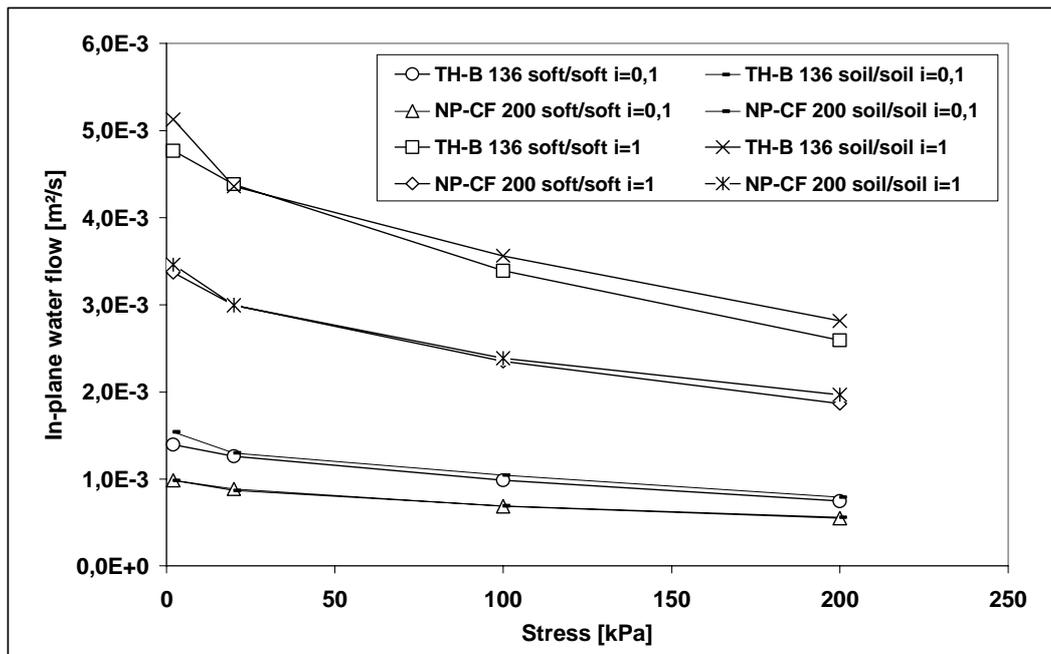


Bild 9: Vergleich Bettung Schaumgummiplatten (soft/soft)/Bodenschichten (soil/soil)

Gegenüber einer Prüfung zwischen starren Platten ändert sich das Ableitvermögen um bis zu 80 % (Bild 5); dies ist als produktspezifische Systemabminderung einzurechnen. Vorsicht auch bei Datenblättern (keine Angaben, hart/hart, hart/weich oder weich/weich?).

4. Chemische Widerstandsfähigkeit

Dränmaterialien aus PE und PP zeigen wie die aus den gleichen Polymeren hergestellten Geokunststoffe eine hohe Beständigkeit (bei CEN-Tests im tBU wurden Säure- und Alkalienbeständigkeit bei 60 °C und im Ofentest die Oxidationsbeständigkeit geprüft).

An den ausgegrabenen Proben nach rd. 12-jähriger Nutzungszeit wurden in der BAM Untersuchungen zum Antioxidantienrest gemacht, die eine weitere Lebensdauer von rd. 80 Jahren – also in der Summe ca. 100 Jahre – bei sehr konservativen Annahmen ergaben /7/.

5. Durchwurzelung

Bei Ausgrabungen von Geotextilien (z. B. Polyestergewebe bei rückverankerter Wand aus Betonelementen) wurden Wurzeln auf den Bewehrungslagen gefunden, Birkenwurzeln wachsen in feuchten Mauermörtelfugen. Es findet Wurzelwachstum dort(hin) statt, wo Wasser verweilt. Bei polymeren Garnen gibt es z. T. eine Hydrophobie, die bewirkt, dass erst ab einem bestimmten Wasserdruck (in früheren Arbeiten 10 – 90 mm für neue Vliesstoffe ermittelt) ein Wasserdurchtritt erfolgt. Dies lässt kleine Wassermengen auf der Oberfläche des Filters stehen oder fließen und Wurzeln finden hier mehr Wasser als im Dränern.

Bereiche mit fehlendem Gefälle und deshalb stehendem Wasser im Geodrän (Bild von Ausgrabungen auf einer Deponieoberfläche zeigen dies deutlich)

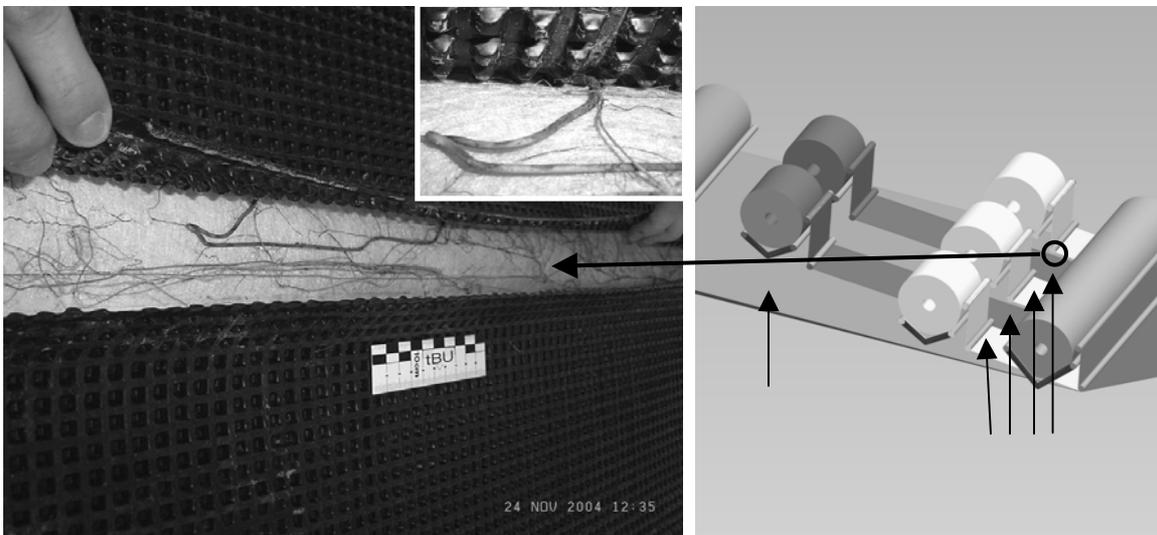


Bild10 a, b: Wurzeln an der Stoßstelle von zwei Dränbahnen und Filtervliesstoff. Können dort zügiges Wachstum von Wurzeln bewirken (Bild 10 zeigt die 1 Jahr alte mangelhafte Dränung).

6. Zusammenfassung

Die hydraulische Leistungsfähigkeit eines Geodräns hängt von seiner Langzeitdruckverformung ab. Zu der Verformung des Dränkerns unter Druck kommt zusätzlich noch die den Abflussquerschnitt mindernde Zugverformung des Filters. Dies wird im Systembeiwert bei der Berechnung berücksichtigt. Seine Größe kann bis zu 5 (Kurzzeit) sein. Wurzeln im Dränquerschnitt sind meist durch lokal unzureichendes Gefälle verursacht.

7. Literatur

- /1/ Müller-Rochholz, J.: Dränelemente aus Kunststoffen, Anforderungen und Nachweismöglichkeiten
Vortrag bei der 15. Fachtagung „Die sichere Deponie“ des SKZ, 2/1999
- /2/ Müller-Rochholz, J.: Langzeitverhalten von Dränmatten
Vortrag bei der 16. Fachtagung „Die sichere Deponie“, Würzburg, 02/2000
- /3/ Müller-Rochholz, J.; Bronstein, Z.: Dimensionierung von (Geokunststoff-)Dränmatten unter besonderer Berücksichtigung des Langzeitverhaltens
Vortrag bei der 17. SKZ-Fachtagung „Die sichere Deponie“, 02/2001
- /4/ E 2-20 Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen,
Entwurf 2003, GDA-Empfehlung, www.gda-empfehlungen.de
- /5/ Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues,
Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2005
- /6/ Müller-Rochholz, J. ; Recker, Ch.; Bronstein, Z.; Diederich, R.: Influence of Geotextile Filter on the Discharge Capacity of Geocomposite Drainage Materials, 4th International Conference on Geofilters, Stellenbosch, South Africa, 2004
- /7/ Müller-Rochholz, J. ; Bronstein, Z.; Schröder, H. F.; Zeynalov, E. B.; von Maubeuge, K. P.: Longterm Behaviour of Geosynthetic Drains – Excavations on Landfills after up to 12 Years Service. – 7. International Conference on Geosynthetics, Nice, France, 2002