

Fremdprüfung von eignungsfestgestellten Dränmatten

- Qualitätssicherung bei der Fertigung
- Erfahrung bei der Verlegung
- Ergebnisse und Bewertungen der Laborprüfungen

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Aufgabe der Fremdprüfung
- 3 Aufbau der Dränmatten
- 4 Projektspezifische Eignungsnachweise
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Wasserableitvermögen
 - 4.3 Filterwirksamkeit
 - 4.4 Schutzwirksamkeit
 - 4.5 Standsicherheit
- 5 Qualitätssicherung bei der Fertigung
- 6 Anlieferung und Lagerung
- 7 Qualitätssicherung bei der Verlegung
- 8 Kontrollprüfungen
 - 8.1 Sinnvolle Prüfungen im Rahmen der Fremdprüfung
 - 8.2 Probenahme
 - 8.3 Ergebnisse
- 9 Zusammenfassende Bewertung
- 10 Literatur

Einleitung

Bei dem Bau von endgültigen Oberflächenabdichtungen von Deponien spielt neben der eigentlichen Abdichtung die Fassung und Ableitung von Sickerwässern aus den Niederschlagsereignissen eine entscheidende Rolle für die Funktionalität einer Oberflächenabdichtung. In den beiden letzten Jahrzehnten finden hierfür immer häufiger Kunststoff-Dränelemente ihre Anwendung.

In Bezug auf die Langzeitstabilität der Dränelemente wurden in den letzten Jahren umfangreiche Gutachten [U6, U7, U8] durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM, Berlin, an drei Dränelementen verschiedener Hersteller erstellt, die eine grundsätzliche Feststellung der Eignung der Dränelemente zum Einsatz in endgültige Oberflächenabdichtungen von Deponien zum Inhalt haben.

Gemäß Nummer 2.1, Ziffer 1 des Anhanges 1 der Deponieverordnung (DepV) 2009 [U1] dürfen nur von der BAM zugelassene Geokunststoffe, Polymere und serienmäßig hergestellte Dichtungskontrollsysteme eingesetzt werden. Für die einzusetzenden Geokunststoffe besitzen bislang nur die Kunststoffdichtungsbahnen und geotextile Schutzschichten (in Verbindung mit einer mineralischen Schutzschicht) eine entsprechende "BAM-Zulassung". Für die verbleibenden Geokunststoffe wie geotextile Trenn- und Filterlagen, Dränelemente, Dichtungskontrollsysteme und Geogitter müssen nach [U1] von der BAM Zulassungsrichtlinien erarbeitet werden. Hierzu wird derzeit die BAM-Richtlinie "Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten" entsprechend überarbeitet.

Mit diesem Beitrag werden die Erfahrungen bei Herstellung, Lieferung, Einbau und den Qualitätsprüfungen auf der Baustelle sowie im Labor mit den drei bislang durch die BAM eignungsfestgestellten Dränmatten aus Sicht einer fremdprüfenden Stelle mitgeteilt. Die drei eignungsfestgestellten Dränmatten werden im folgenden mit Dränmatte A, B und C bezeichnet.

Gemäß der Hinweise zur Qualitätssicherung in der BAM-Richtlinie "Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten" [U2] ist die gleichmäßige Qualität der Fertigung regelmäßig durch Eigen- und Fremdüberwachungsmaßnahmen sicherzustellen. Der Einbau ist durch einen Verlegefachbetrieb [U5] vorzunehmen. Bei Einbau der Kunststoff-Dränelemente ist auch eine fremdprüfende Stelle, deren Qualifikation gemäß der BAM Richtlinie "Qualifikation und die

Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle" [U4] nachgewiesen wurde, zu beauftragen, die die Einhaltung der Anforderungen gemäß der BAM-Richtlinie bestätigt. Nur die Kette Eigen- und Fremdüberwachung der Herstellung und Fremdprüfung mit entsprechenden Kontrollprüfungen beim Einbau stellt eine fachgerechte und den Anforderung der BAM-Richtlinie entsprechende Qualitätssicherung sicher. Erst dann entsprechen die eingebauten Dränmatten dem Stand der Technik.

Für die Herstellung, Einbau und Überbauen der Dränmatten liegt ein Musterqualitätssicherungsplan [U10] vor, der durch die AK-GWS Arbeitsgruppe Fremdprüfer erarbeitet wurde.

1 Aufgabe der Fremdprüfung

- Mitarbeit in der Planung
- Bewertung der vorgelegten Eignungsnachweise
- Bewertung der Unterlagen der Eigenüberwachung
- Kontrolle der Produkte bei Anlieferung/Lagerung
- Betreuung eines Versuchsfeldes
- Einbaukontrolle
- Kontrollprüfungen im Labor
- Freigabe/Teilfreigabe zum Überbauen

Fremdprüfende Stellen arbeiten als verlängerter Arm der überwachenden Behörden. Das impliziert, dass der verantwortliche Fremdprüfer stets Kontakt zur Behörde hält und diese über den Sachstand der Baumaßnahme informiert.

2 Aufbau der Dränmatten

Bei allen drei Dränmatten handelt es sich um dreischichtige Kunststoff-Produkte, die ein Filtervlies an der Oberseite besitzen, einem Dränkörper und einem Deck- bzw. Schutzvlies an der Unterseite. Die Filtervliese und Deckvliese an Ober- und Unterseite bestehen jeweils aus den selben Geotextilien. Die Dränmatten werden, je nach Hersteller, in Breiten von 1,90 m, 3,80 m, 4,10 m und 5,00 m in Längen von 35 m, 60 m und 100 m hergestellt.

Die Form bzw. Geometrie der Dränkörper ist jedoch unterschiedlich ausgeformt. Bei den Produkten A und B handelt es sich um wellige Wirrgelege aus extrudierten PP-Strängen, bei dem Produkt C aus PE-HD-Rippen, die netzförmig übereinander gelegt und verschweißt sind (Geonetz).



Bild 1: Dränmatte A



Bild 2: Dränmatte B



Bild 3: Dränmatte C

Die Verbindungsarten zwischen Filter- und Deckvlies zum Dränkern sind bei allen Dränmatten in unterschiedlicher Weise ausgeführt:

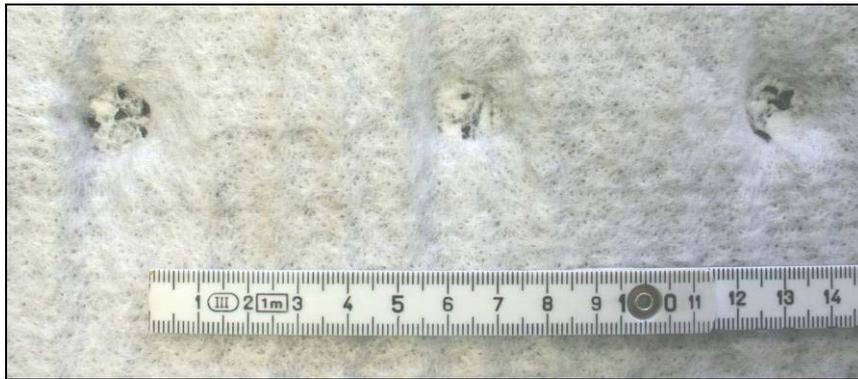


Bild 4: Ultrahochfrequenz-Schweißpunkte, Dränmatte A

Bei der Dränmatte A werden die Vliese durch punktförmiges Schweißen mittels Ultrahochfrequenz-Schweißverfahren hergestellt (Bild 4). Die ca. 1,6 - 1,8 cm großen Schweißpunkte liegen senkrecht zur Abrollrichtung ca. 3 – 8 cm, in Abrollrichtung ca. 20 –30 cm auseinander.

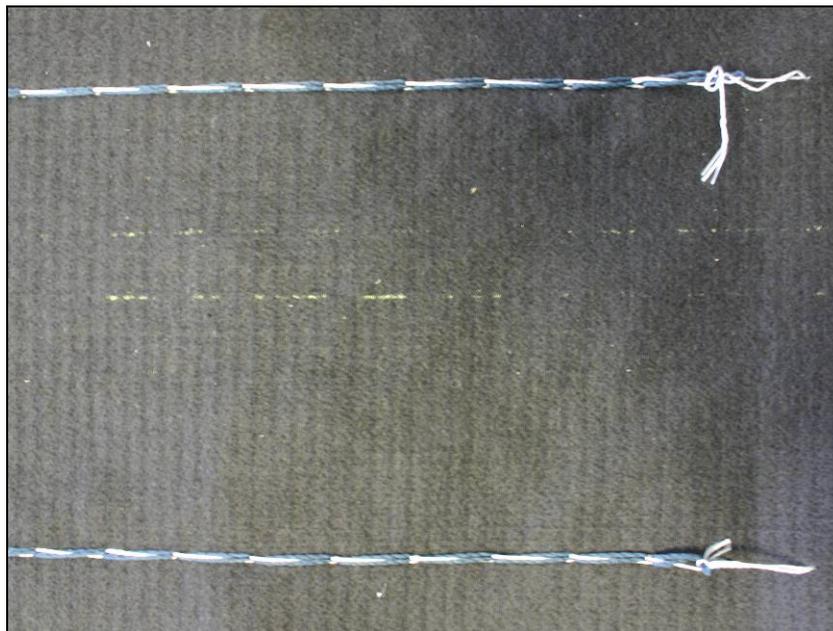


Bild 5: Vernähte Komponenten der Dränmatte B

Bei der Dränmatte B sind die lose übereinander liegenden Komponenten mit einer Nähmaschine im Stichabstand von 3 cm in Abrollrichtung vernäht (Bild 5). Die Vernähung erfolgt senkrecht zur Abrollrichtung in einem Abstand von 20 cm. Dies dient ausschließlich des fachgerechten Transportes und der Lagesicherung der Komponenten bei der Verlegung.

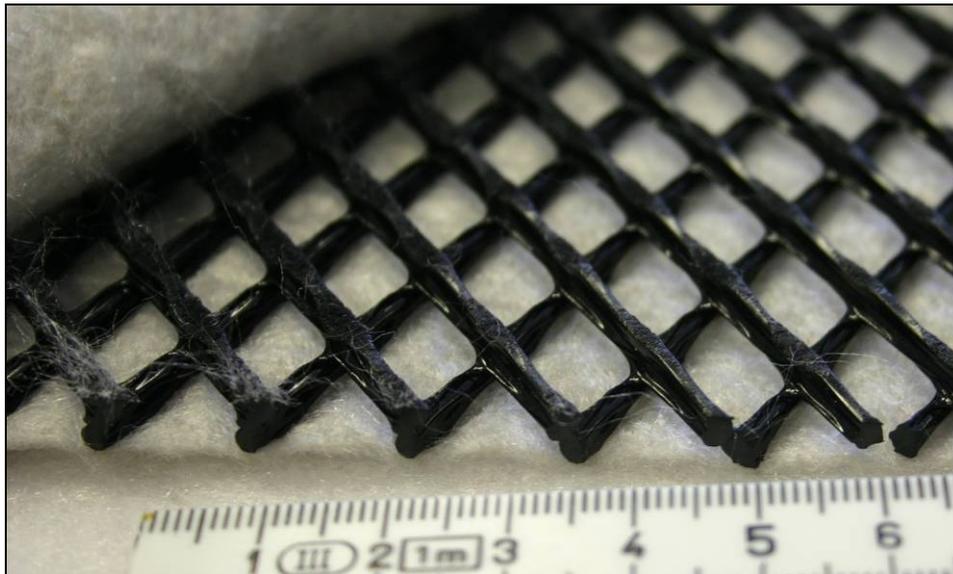


Bild 6: Abgezogenes Filtervlies, Dränmatte C

Bei der Dränmatte C werden der Filter- und der Schutzvliesstoff flächig thermisch auf laminiert (Bild 6).

3 Projektspezifische Eignungsnachweise

3.1 Allgemeines

Die projektspezifische Eignung muss für jedes Bauvorhaben separat geführt werden, da sich die Abdichtungsgeometrie, hauptsächlich Böschungsneigungen und -längen sowie Überdeckungsstärken bei jedem Projekt unterscheiden. In diesem Beitrag werden Dränmatten in Oberflächenabdichtungen betrachtet, die auf der dichtenden Komponente "Kunststoffdichtungsbahn" eingebaut und mit einem Unterboden oder einer zusätzlichen, in der Dicke reduzierten mineralischen Dränschicht überschüttet werden. Dies ist zur Zeit die häufigste Kombination in Oberflächenabdichtungssystemen.

Auf der Grundlage des Eignungsgutachtens ist projektbezogen im Einzelnen folgendes nachzuweisen:

- die hydraulische Leistungsfähigkeit
- die hydraulische und mechanische Filterstabilität

- die mechanische Schutzwirkung für die Dichtungsbahnen
- die Verbundparameter zu den angrenzenden Schichten

Diese Nachweise sind durch entsprechend qualifizierte Fachleute zu führen und falls erforderlich, durch Prüfzeugnisse qualifizierter Prüflabore zu belegen.

3.2 Wasserleitvermögen

Das in den Dränern eingedrungene Sickerwasser muss langfristig abgeleitet werden. Hierzu ist ein langfristig druckstabiler und kriecharmer Dränern notwendige Voraussetzung. Für den Einsatz zwischen einer Dichtungsbahn und einer mineralischen Deckschicht ist die Bettungsbedingung hart/weich zu betrachten, da der zur Verfügung stehende Porenraum durch das Eindrücken des Filtervlieses geringer wird.

Die Bemessung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Dränkomposits für Oberflächenentwässerungsschichten kann zur Zeit nach verschiedenen Richtlinien oder Empfehlungen (EAG-Drän, DVWK-Merkblatt, FGSV-Merkblatt oder GDA-Empfehlung) durchgeführt werden, da noch keine einheitliche Empfehlung vorliegt.

In der Regel wird die Bemessung nach den GDA-Empfehlungen E 2-20 "Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen", Stand 01/2004 durchgeführt.

Hierbei wird das im Gutachten aufgeführte, abgeschätzte Langzeit-Wasserleitvermögen mit der jeweiligen Auflaststufe und dem relevanten hydraulischen Gradienten in Ansatz gebracht.

Der ermittelte Wert des Wasserleitvermögens q_k wird durch Abminderungsfaktoren reduziert. Dieser reduzierte Wert $q_{d,A}$ muss dann mindestens so groß sein wie der maßgebliche spezifische Dränabfluss q_a :

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

mit:

D ₁	Übertragung der Versuchsbedingungen auf die Einbaubedingungen (Bodenbettung) etc.	2,0
D ₂	Einbaubeanspruchungen	1,2
D ₃	Querschnittsveränderungen der Dränmatte, z. B. im Bereich von Überlappungen und bei Bauteilanschlüssen	1,2
D ₄	Durchwurzeln, Verockerungen oder Bodeneinträge	1,5 bis 2,0
S	Sicherheitsbeiwert	1,1

In welcher Höhe die einzelnen Teilsicherheitsbeiwerte angesetzt werden sollen oder können, scheint jedem bemessenden Ingenieur selbst überlassen zu sein. Das folgende Beispiel zeigt für zwei unterschiedliche Produkte eine beliebige Wahl der Beiwerte:

	Gemäß GDA	gewählt
D1:	2,0	1,0
D2:	1,2	1,2
D3:	1,2	1,2
D4:	1,5 – 2,0	2,0
zusätzlich		
<u>S:</u>	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>
Gesamtabminderungsfaktor f: 3,168		

Baumaßnahme X, Dränmatte Y

	gewählt
D1 = 2,0	1,20
D2 = 1,2	1,20
D3 = 1,2	1,20
D4 = 1,5 - 2,0	1,50
S = 1,1	1,10
<u>Reduktionsfaktor:</u>	<u>2,85</u>

Baumaßnahme Y, Dränmatte Z

Da keine einheitliche Empfehlung vorliegt, die die Teilsicherheitsbeiwerte konkret beschreibt und definiert, was der jeweilige Faktor oder Beiwert tatsächlich beschreiben soll, sind die Hinweise in den jeweiligen Eignungsgutachten sinnvoll. Hier wird ein Abminderungsfaktor für die Einwirkungen von $1,2 \cdot 2 \cdot 1,1 = 2,6$ angegeben, der sich nur noch aus zwei Abminderungsfaktoren für den Materialwiderstand und dem allgemeinen Sicherheitsbeiwert zusammensetzt.

3.3 Filterwirksamkeit

Die Filterwirksamkeit ist abhängig von der langfristigen Filterstabilität zwischen dem zu entwässernden Boden und dem Geotextil (Eintrittsvlies) der Dränmatte. Hierzu ist zwingend projektbezogen für die einzubauenden Böden die hydraulische und mechanische Filterstabilität nachzuweisen. Dies ist im Baufortschritt zu wiederholen, wenn die ausführende Baufirma beabsichtigt, einen anderen Boden wie nach ursprünglichem Eignungsnachweis einzusetzen.

In einigen Bundesländern wird der alleinige Einsatz einer Dränmatte als Flächenentwässerung nicht genehmigt. Es wird zusätzlich eine mineralische Dränschicht in reduzierter Dicke gefordert. Dies ist offensichtlich nur dem Misstrauen gegen die Langzeitstabilität der Kunststoffkomponente geschuldet.

Bei diesem Entwässerungssystem ist deshalb darauf zu achten, dass die mineralische Entwässerungsschicht filterstabil zum Unterboden ist. Sollte dies nicht gegeben sein, ist auch hier ein langzeitstabiles Filtervlies einzusetzen, da sonst bei Versagen des Filtervlieses keine Dränwirkung mehr vorhanden ist. Der Einsatz eines falsch bemessenen Filtervlieses kann dann nach einer gewissen Zeit zu einer Böschungsrutschung durch Wassereinstau in der Rekultivierungsschicht führen.



Bild 7: Aufgeweichter Unterboden über dem Filtervlies (Pfeil)

3.4 Schutzwirksamkeit

Die Dränmatte wirkt zudem als Schutzsystem für die Kunststoffdichtungsbahn gegenüber punktförmiger Beanspruchungen aus der überbauten mineralischen Schicht (zusätzliche Dränschicht oder Unterboden). An der Unterseite der Dränmatte ist ein Schutzvlies angeordnet, welches sich in direktem Kontakt zur unterliegenden Kunststoffdichtungsbahn befindet.

Bei allen hier betrachteten Dränmatten konnte eine ausreichende Schutzwirkung gegenüber punktförmigen Belastungen von 8, 16, 32 und 64 mm Körnern, die in einem Sand 0/2 mm eingebettet waren, nachgewiesen werden. Die Auflastspannung betrug dabei jeweils 100 kN/m² bei einer Temperatur von 40°C. Die Auflastspannung entspricht einer Überdeckung von ca. 2,5 bis 3,0 m mit einem Erhöhungsfaktor von 2,0 für die Zeitraffung. Bei Einsatz eines von der Körnungslinie abweichenden Bodens mit größeren Kornfraktionen ist es erforderlich, einen projektspezifischen Schutzwirksamkeitsnachweis durchführen zu lassen. In der Regel reicht hierbei eine Versuchsdauer von 100 h aus, wenn ein entsprechender Lasterhöhungsfaktor von 2,5 für die Zeitraffung gewählt wird.

3.5 Standsicherheit

Ein weiterer wesentlicher Parameter ist das Reibungsverhalten der Dränmatte gegenüber den angrenzenden Kunststoffbauteilen und mineralischen Baustoffen. Die Einhaltung der nach Standsicherheitskriterien geforderten Reibungsparameter ist bei jedem Projekt nachzuweisen. Hierbei können für Reibungspartner, die industriell hergestellt sind, wie Kunststoffdichtungsbahnen oder Bentonitmatten, bereits vorliegende Prüfergebnisse benutzt werden, wenn die Prüfbedingungen dem vorgesehenen Aufbau entsprechen. Reibungsparameter zwischen Dränmatte und angrenzenden mineralischen Schichten sind in jedem Fall nachzuweisen, auch wenn diese Fuge in der Regel nicht die kritischste ist.

4 Qualitätssicherung bei der Fertigung

Die Dränmatten werden aus den Einzelkomponenten Geotextilien und Dränkörper hergestellt. Die Geotextilien werden von zwei Herstellern zugekauft. Die Dränkörper und das Dränkomposit werden von allen Herstellern selbst gefertigt. Die Qualitätssicherung erstreckt sich damit auf die Fertigung der Einzelkomponenten und der Fertigung des Gesamtproduktes.

Gemäß der BAM-Richtlinie sind an den Dränmatten folgende Eigenschaften im Rahmen von Eigen- und Fremdüberwachung bei der Fertigung zu prüfen:

Tabelle 1: Kontrollumfang Dränmatte und Einzelkomponenten

Eigenschaft	Symbol	Prüfverfahren	Dimension	Messproben- größe	Notwendigkeit		
					Kompo- nente	EÜ	FÜ
Flächenbezogene Masse	m_A	DIN EN ISO 9864	g/m^2	100 cm ²	GTX 1	X	
				100 cm ²	GSP	X	
				100 cm ²	GTX2	X	
				100 cm ²	GCD	X	X
Dicke (bei 2 kPa)	d	DIN EN ISO 9863-1	mm	$D \geq 100$ mm	GTX 1	X	
					GSP	X	
					GTX2	X	
					GCD	X	X
OIT-Analyse		ASTM D3895 in Verbindung mit ASTM D5885			GTX 1	X	X
					GSP	X	X
					GTX2	X	X
Stempeldurchdrückkraft	F_p	DIN EN ISO 12236	kN	$D \geq 200$ mm	GTX 1	X	
					GTX2	X	
Zugfestigkeit	T_{MAX}	DIN EN ISO 10319	kN/m	$b = 200$ mm	GCD	X	
Verbundfestigkeit im Schälversuch	$\alpha_{Schäl}$	DIN EN ISO 13426-2	N/20cm	$b = 200$ mm	GCD	X	X
Dicke (nach einem 24 h Druck-Kriechversuch bei 20 kPa)	d	DIN EN 1897	mm	(200 x 200) mm ²	GCD	X	X
Wasserdurchflussrate	q_N	DIN EN ISO 11058 Verfahren A oder B	$l/(m^2 \cdot s)$	$D \geq 50$ mm	GTX 1	X	
Charakteristische Öffnungsweite	O_{90}	DIN EN ISO 12956	μm	$D \geq 130$ mm	GTX 1	X	
Wasserableitvermögen (2 Laststufen, MD, $i = 0,1$ und $i = 0,3$ und $1,0$ Bettung nach Absprache)	q_p	DIN EN ISO 12958	$l/(m \cdot s)$	(300 x 200) mm ²	GCD	X	X

MD: Maschinenrichtung

GTX1: Geotextil, oberseitig als Filtervlies

GSP: Geospacer

GTX2: Geotextil, unterseitig als Stützvlies

GCD: Drän-Geoverbundstoff (Kunststoff-Dränelement)

EÜ: Eigenüberwachung der Produktion

FÜ: Fremdüberwachung der Produktion

Der Hersteller muss gemäß [U3] folgende grundsätzliche Anforderungen nach DIN EN 13252:2005-04 auf den Produktdatenblättern mit Toleranzen dokumentieren:

Tabelle 2: Dokumentation von Prüfgrößen von Dränmatten auf dem Begleitdokument

Prüfgröße	Prüfvorschrift	Bemerkung
Zugfestigkeit	DIN EN ISO 10319	am Filtervlies (GTX1)
Durchdrückverhalten	DIN EN ISO 12236	am Filtervlies (GTX1)
Durchschlagverhalten	DIN EN 918	am Gesamtprodukt (GCD)
Charakteristische Öffnungsweite	DIN EN ISO 12956	am Filtervlies (GTX1)
Wasserdurchflussrate	DIN EN ISO 11058	Verfahren A oder B am Filtervlies (GTX1)
Wasserableitvermögen in der Ebene	DIN EN ISO 12958	am Gesamtprodukt (GCD), 20 kPa, $i=1,0$, weich/weich, MD
Beständigkeit	DIN EN 13252, Anhang B	Angabe ohne Toleranzen

GTX 1: Geotextil, oberseitig als Filterlage

GCD: Drän-Geoverbundstoff (Kunststoff-Dränelement)

MD: Maschinenrichtung

Zusätzlich werden von den Herstellern gemäß BAM-Richtlinie weitere Eigenschaften ermittelt:

Tabelle 3: Zusätzlich ermittelte Prüfgrößen von Dränmatten

Prüfgröße	Prüfvorschrift	Bemerkung
GESAMTPRODUKT		
Wasserableitvermögen in der Ebene	DIN EN ISO 12958	Dickenstufen (inkl. 3 Laststufen, z. B. 20/50 kPa); $i = 0,1; 0,3; 0,5; 1; MD$; hart/hart
		Mind. 3 Laststufen, z. B. 20/50 kPa; $i = 0,1; 0,3; 0,5; 1; MD$; hart/weich
		Mind. 3 Laststufen, z. B. 20/50 kPa; $i = 0,1; 0,3; 0,5; 1; MD$; hart/weich
Kurzzeit-Scherfestigkeit	i. Anl. an EAG DRÄN ¹	Prüfung unter Wasser
Kurzzeit-Druckfestigkeit	i. Anl. an DIN EN 826	
Schutzwirksamkeit	GDA E 3-9 in Verbindung mit der BAM-Zulassungsrichtlinie für Schutzschichten	
FILTERVLIESE		
Dicke d_F (bei $\sigma = 2$ kPa)	DIN EN ISO 9863-1	
flächenbezogene Masse m_A	DIN EN ISO 9864	Filterschicht und Schutzschicht sollen mindestens zur Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 3 gehören.
Durchdrückverhalten F_P	DIN EN ISO 12236	

MD: Maschinenrichtung

¹ EAG-Drän, Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Dränmatten. Herausgegeben vom Arbeitskreis AK 5.1, Kunststoffe in der Geotechnik, der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), wird demnächst veröffentlicht.

Die Begleitdokumente zeigen unterschiedliche Datenzusammenstellungen. Bei keinem Hersteller sind alle geforderten Prüfgrößen auf dem Begleitdokument in der vorgenannten Form angegeben.

Als Beispiel sei hier das Wasserableitvermögen kurz erläutert:

Das Wasserableitvermögen als wichtigste Eigenschaft der Dränmatte wird bei keinem Hersteller mit der Bettung weich/weich angegeben. Ein Hersteller gibt standardmäßig die Abflussleistung bei zwei Laststufen und zwei hydraulischen Gradienten an, jedoch nur mit der Bettung hart/hart und ohne Angabe von Toleranzen.

Abflussleistung q , h/h , md^* - bei 20 kPa Auflast - bei 50 kPa Auflast	DIN EN ISO 12958	$l/(m \times s)$	bei $i = 0,1$ $6,55 \times 10^{-1}$ $4,46 \times 10^{-1}$
Abflussleistung q , h/h , md^* - bei 20 kPa Auflast - bei 50 kPa Auflast	DIN EN ISO 12958	$l/(m \times s)$	bei $i = 0,3$ $1,28 \times 10^{+0}$ $8,91 \times 10^{-1}$

Ein Hersteller gab das Ableitvermögen bei vier Laststufen und nur einem hydraulischen Gradienten mit der Bettung hart/hart an. Keine Angabe von Toleranzen.

Ableitvermögen in der Ebene (q_p); MD (<u>hart/hart</u>) $i = 1$ bei 20 kPa bei 50 kPa bei 200 kPa bei 500 kPa	DIN EN ISO 12958	$l/(m \times s)$	1,1 1,0 0,8 0,6
--	------------------	------------------	--------------------------

Nach Überarbeitung des vorgenannten Produktdatenblattes sind die Werte des Ableitvermögens bei drei Laststufen einem hydraulischen Gradienten, jedoch mit den Bettungen hart/hart und hart/weich und den jeweiligen Toleranzen angegeben.

Ableitvermögen in der Ebene (q_p); MD; $i = 1$ bei 20 kPa bei 50 kPa bei 200 kPa	DIN EN ISO 12958	$l/(m \times s)$	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">hart / hart</th> <th colspan="2">hart / weich</th> </tr> <tr> <th>x</th> <th>$2s^{(b)}$</th> <th>x</th> <th>$2s^{(b)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1</td> <td>-0.33</td> <td>0.90</td> <td>-0.30</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>-0.30</td> <td>0.77</td> <td>-0.23</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>-0.24</td> <td>0.49</td> <td>-0.15</td> </tr> </tbody> </table>	hart / hart		hart / weich		x	$2s^{(b)}$	x	$2s^{(b)}$	1.1	-0.33	0.90	-0.30	1.0	-0.30	0.77	-0.23	0.8	-0.24	0.49	-0.15
hart / hart		hart / weich																					
x	$2s^{(b)}$	x	$2s^{(b)}$																				
1.1	-0.33	0.90	-0.30																				
1.0	-0.30	0.77	-0.23																				
0.8	-0.24	0.49	-0.15																				

Ein Hersteller gibt den geforderten Wert bei der Auflast 20 kPa mit Toleranz an, jedoch mit der Bettung hart/weich.

Eigenschaften des Verbundstoffes

Auflast in kPa	Hydraulischer Gradient i in -	Wasserleitvermögen in der Ebene* $q_{\text{stress/gradient}}$ in $l/(s \cdot m)^{**}$		
		Mittelwert	Toleranz	Norm
20	1,0	1,9	-0,3	EN ISO 12958

* Messergebnisse der [REDACTED] unter Berücksichtigung der EN ISO 12958, Aufbau (hart/weich) in MD
Der Bodendruck gegen die beidseitigen Filter wurde einseitig mit einem weichen Auflagern simuliert.

** $l/(s \cdot m) = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Aus Sicht einer fremdprüfenden Stelle wäre es wünschenswert, wenn das Wasserleitvermögen bei der Bettung hart/weich (als häufigster Anwendungsfall) für die Laststufen 20 und 50 kPa und den hydraulischen Gradienten $i = 1$ und $i = 0,1$ sowie den zugehörigen Toleranzen angegeben werden.

Die Eigen- und Fremdüberwachungsprüfungen werden im Rahmen der Fertigung nach einem Standardprüfplan durchgeführt. Als Nachweis der Qualität der gelieferten Produkte werden von den Herstellern Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204-3.1B vorgelegt, in denen die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen dargestellt sind. Der Aufbau der Abnahmeprüfzeugnisse ist bei jedem Hersteller unterschiedlich.

Ein Hersteller gibt die ermittelten Prüfergebnisse übersichtlich in Tabellenform an.

Ein zweiter Hersteller gibt für jede einzelne Dränmatte ein separates Abnahmeprüfzeugnis mit den ermittelten Werten an. Ebenfalls sehr übersichtlich.

Der dritte Hersteller trägt die ermittelten Prüfergebnisse in Diagrammen ein. In den Diagrammen sind alle Prüfergebnisse der geprüften Eigenschaft des laufenden Jahres übersichtlich dargestellt. Es sind jedoch eigentlich nur die Werte von Interesse, die für die auf die aktuelle Baustelle gelieferten Dränmatten ermittelt wurden.

Zusammenfassend ist jedoch festzustellen, dass die Liefere dokumentation mit den Abnahmeprüfzeugnissen von allen Herstellern von guter Qualität ist.

5 Anlieferung und Lagerung

Die Dränmatten aller Hersteller werden mit Verpackung aus PE-Folien auf die Baustelle geliefert. Die Lagerung erfolgt auf einem separaten vorbereiteten Lagerplatz. Die Anzahl der Rollenschichten übereinander ist vom Hersteller vorgegeben.

Die Aufgabe der Fremdprüfung besteht darin, darauf zu achten, dass der Lagerplatz für die Kunststoffprodukte geeignet ist und die gelieferten Rollen unbeschädigt sind.

6 Qualitätssicherung bei der Verlegung

Voraussetzung für die Verlegung der Dränmatten ist ein fachgerechter Untergrund. Eine Kunststoffdichtungsbahn, die als Auflagerschicht dient, ist einerseits besenrein und andererseits wellenfrei bzw. nahezu wellenfrei mit den Dränmatten zu überbauen.

Für alle Dränmatten liegen Verlegeanleitungen der Hersteller vor. Prinzipiell ist die Verlegung in Längsrichtung (meist Böschungfallrichtung) bei allen Dränmatten analog. Die jeweiligen Dränkörper werden längsseitig stumpf gestoßen. Die Dränmatten besitzen wechselseitig an Ober- und Unterseite Vliesstoffüberstände, die bei der Verlegung die nächstfolgende Dränmatte über- bzw. unterdeckt. Das überdeckende Vlies wird auf der Baustelle mittels Wärmegases mit der nächstfolgenden Dränmatte thermisch fixiert. Diese Fixierung dient zur Lagesicherheit gegen Verrutschen beim Überbau mit einem mineralischen Baustoff.

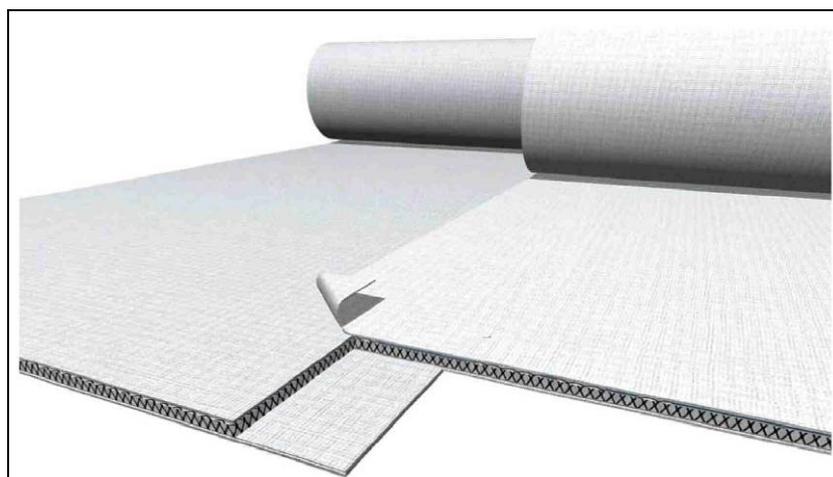


Bild 8: Prinzipielle Verlegung in Längsrichtung

Bei der Verlegung ist darauf zu achten, dass die Dränkörper über die gesamte Länge ohne Fuge verlegt sind.

Bei der Ausbildung von Kopfstößen als Querüberlappungen ist auf die jeweilige Verlegerichtlinie des Herstellers zu achten. Bei einem Produkt werden die Dränkörper, nach Lösen und Zurückklappen der Deckvliese, ineinander gelegt und das Deckvlies wieder zurückgeklappt und thermisch fixiert (Bild 9).

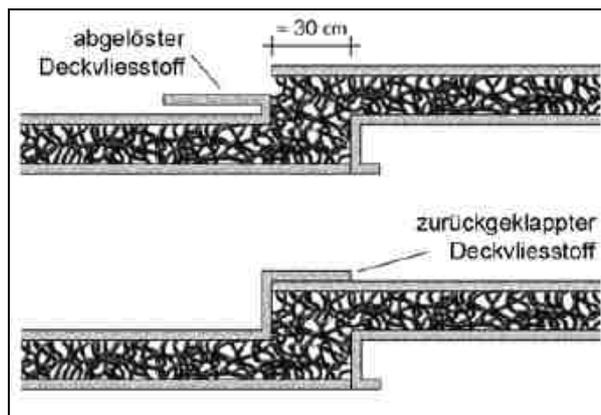


Bild 9: Ausführung Querüberlappung, Dränmatte A

Bei den Dränmatten B und C werden die Querüberlappungen dachschindelartig bzw. "umgekehrt dachschindelartig" mit Überlappungslängen von $> 1,0$ m bzw. > 30 cm ausgeführt.

Bei der "umgekehrt dachschindelartigen" Verlegung der Dränmatte C muss der offene Dränkörper mit einem Vliesstoffstreifen, der mindestens oberseitig thermisch fixiert wird, abgedeckt werden, um ein Eindringen von Bodenmaterial zu vermeiden.

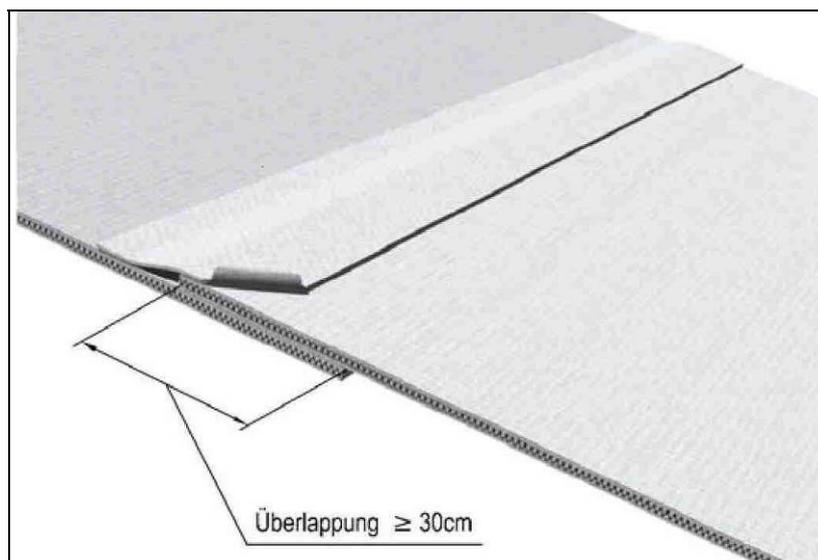


Bild 10: Ausführung Querüberlappung, Dränmatte C

Bei allen Arbeiten mit Warmgas ist darauf zu achten, dass keine Schmelzperforationen des Deckvlieses auftreten. Sollte dies der Fall sein, sind die entstandenen Schadstellen mit einem Reparaturvliesstoff zu überdecken. Die verlegten Dränmatten sind gegen Windsog zu sichern.

Alle verlegten Flächen sind von der Fremdprüfung und gegebenenfalls mit der überwachenden Behörde visuell auf anforderungsgerechte Verlegung hin zu prüfen und zum Überbau mit der nächstfolgenden mineralischen Schicht freizugeben. Die Freigabe muss dokumentiert werden.

Nach der Freigabe sollte unverzüglich mit dem Überbau begonnen werden, um eine übermäßige UV-Bestrahlung zu vermeiden. Als Richtwert sollten die Dränmatten nicht länger als eine Woche offen liegen.

7 Kontrollprüfungen

7.1 Sinnvolle Prüfungen im Rahmen der Fremdprüfung

In der BAM-Richtlinie Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente [U3] sind im Rahmen der Fremdprüfung keine Laborkontrollprüfungen vorgesehen. Im Hinblick auf die Erarbeitung einer Zulassungsrichtlinie, ist es sinnvoll, analog zu den bestehenden Zulassungen auch

Kontrollprüfungen durch die Fremdprüfung vorzusehen. Der Arbeitskreis Fremdprüfer des AK-GWS hat dies bereits in einem Musterqualitätssicherungsplan berücksichtigt.

Es geht um eine Qualitätssicherungskette von der Herstellung bis zum Überbau der Dränmatten, die nur sinnvoll wird, wenn auch an den angelieferten Produkten Kontrollprüfungen durchgeführt werden.

Hierfür sind Laborprüfungen notwendig, die die wichtigsten Eigenschaftswerte der Dränmatte nachweisen können:

- Geometrie der Dränmatte (Dicke und flächenbezogene Masse)
- Festigkeit der Dränmatte (Zugversuch und spezielle Prüfung zur Verbundfestigkeit)
- Öffnungsweite des Eintrittsvlieses (Filter)
- Wasserableitvermögen

Daraus ergeben sich die für eine Fremdprüfung sinnvollen Prüfungen (nach [U10]):

Kontrollprüfungen alle 5.000 m²

- Schichtdicken nach DIN EN ISO 9863-1 an den Vliesen und am Dränkörper
- Flächenmassen nach DIN EN ISO 9864 an den Vliesen und am Dränkörper
- Höchstzugkraft und -dehnung parallel und senkrecht zu Produktionsrichtung nach DIN ISO EN 10319 oder DIN EN 29073-3 an den Vliesen
- Gesamtschichtdicke nach DIN EN ISO 9863-1 an der Dränmatte
- Gesamtflächenmasse nach DIN EN ISO 9864 an der Dränmatte
- Verbundfestigkeit nach dem im Eignungsgutachten vorgegebenen Verfahren an der Dränmatte

Kontrollprüfungen alle 15.000-20.000 m²

- Charakteristische Öffnungsweite nach DIN EN ISO 12956 am Eintrittsvlies (bei Überschüttung der Dränmatte mit Unterboden)
- Wasserableitvermögen nach DIN EN ISO 12958

Schichtdicken

Die Überprüfung der Dicke des Dränkörpers liefert indirekt eine Aussage, ob die zugesicherten Werte des Ableitvermögens erreicht werden können, da diese im wesentlichen von der Dicke der Sickerschicht abhängen.

Die Prüfung der Vliesstoffe dient zur Kontrollprüfung der eingesetzten Geotextilien.

Flächenbezogene Masse

Die Bestimmung der flächenbezogenen Masse dient hauptsächlich zum Nachweis der ausreichenden Rohstoffmenge bei der Fertigung des Dränkörpers. Die Materialstärke ist für die ausreichende Druckstabilität des Dränkörpers wesentlich.

Die Prüfung der Vliesstoffe dient zur Kontrollprüfung der eingesetzten Geotextilien.

Höchstzugkraft und -dehnung

Die Bestimmung der Zugeigenschaften dient als Kontrollprüfung der eingesetzten Geotextilien.

Verbundfestigkeit

Die Verbundfestigkeit spielt bei zwei Dränmatten im Reibungsversuch eine Rolle. Die Bestimmung der Verbundfestigkeit der Komponenten wird nach den jeweiligen Prüfvorschriften des Herstellers durchgeführt und dient zur Kontrollprüfung des Gesamtprodukts.

Charakteristische Öffnungsweite

Die Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite ist bei Abdichtungssystemen, bei denen der Unterboden direkt auf die Dränmatte eingebaut wird, eine nicht unwesentliche Prüfung. Sie dient zur Kontrolle des geotextilen Filters und der Einhaltung der Filterstabilität. Bei Einbau einer zusätzlichen mineralischen Entwässerungsschicht kann diese Prüfung entfallen.

Wasserableitvermögen

Die Durchführung der Prüfung und der baubegleitenden Kontrolle des Ableitvermögens ist für die Funktionstüchtigkeit unerlässlich. Im Rahmen eines Projektes wurde bei der Kontrollprüfung im Rahmen eines Versuchsfeldbaus nur noch die Hälfte des zugesicherten Wasserableitvermögens bestimmt. Nach eingehender Ursachenforschung konnte mit Hilfe des Herstellers ein Produktionsfehler aufgedeckt werden, der unter Umständen zu erheblichen Spätschäden hätte führen können.

7.2 Probenahme

Die für die Laborprüfungen zu entnehmenden Proben sollten über die gesamte Breite der Dränmatte verteilt erfolgen. Hierzu wird von der Rolle auf der Baustelle ein ca. 1,0 -1,5 m langer Streifen über die gesamte Rollenbreite abgeschnitten und in das Labor transportiert.

Bei der Probenentnahme für die jeweiligen Prüfungen ist auch die Herstellungsweise der jeweiligen Dränmatte zu berücksichtigen. So wird z.B. der Dränkörper der Dränmatte C aus PE-Strängen aus einer Ringdüse extrudiert, aufgeweitet, aufgeschnitten und aufgefaltet. Hier ist daher zu beachten, dass rechter und linker Rand des Dränkörpers bei der Fertigung direkt nebeneinander lagen. Dementsprechend ist für eine repräsentative Probenentnahme auf eine statistische Verteilung der Messproben zu achten.

Für die Zugprüfungen der Vliese ist darauf zu achten, dass die bei der Fertigung entstandenen Veränderungen wie Schweißpunkte oder Löcher durch Vernähung sich nicht im zu prüfenden Streifen befinden. Gleiches gilt für die Prüfung der charakteristischen Öffnungsweite.

7.3 Ergebnisse

In den letzten drei Jahren wurden von der GGU alle drei eignungsfestgestellten Dränmatten im Rahmen von endgültigen Oberflächenabdichtungen fremdgeprüft. Die Abdichtungsflächen der Oberflächenabdichtungen betragen ca. 12.000 m² bis 80.000 m².

Die Anforderungen an die Dicke, flächenbezogene Masse und an die Höchstzugfestigkeit konnten an allen geprüften Dränmatten-Proben nachgewiesen werden.

Als Beispiel werden Prüfergebnisse an den Dränmatten A und C vorgestellt:

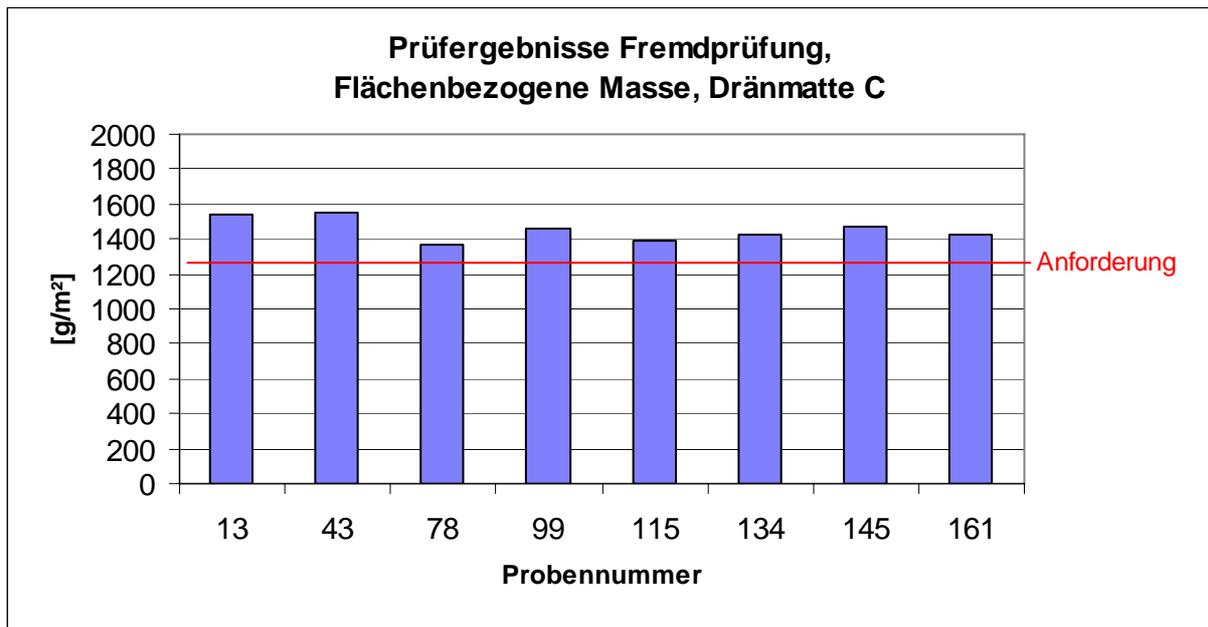


Bild 11: Prüfergebnisse "Flächenbezogene Masse", Dränmatte C

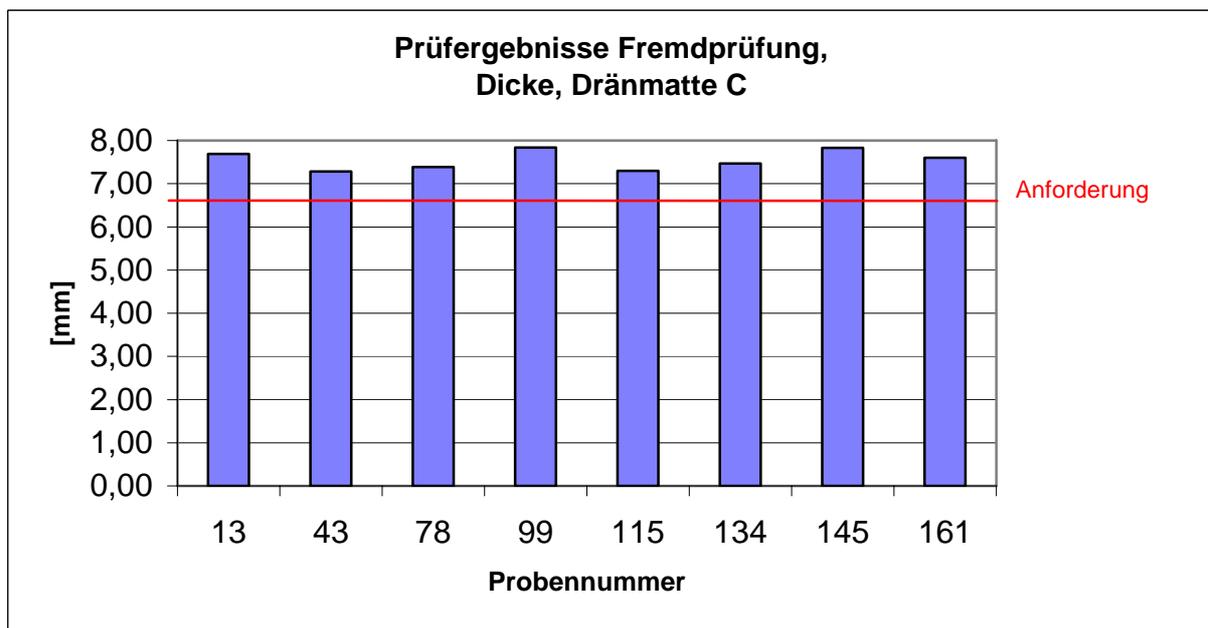


Bild 12: Prüfergebnisse "Dicke Dränkomposit", Dränmatte C

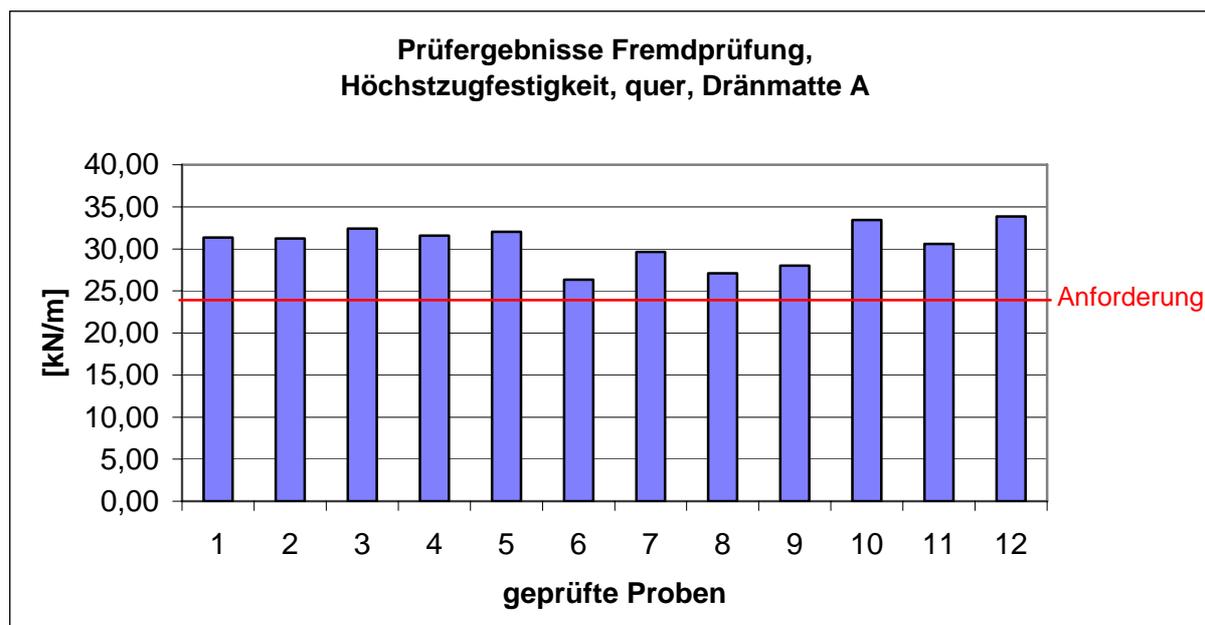


Bild 13: Prüfergebnisse "Höchstzugfestigkeit, quer", Dränmatte A

Bei den Prüfergebnissen des Wasserableitvermögens durch die Fremdprüfung kam es bei einer Dränmatte zu Unterschreitungen der im Datenblatt angegebenen Werte. Da keine Toleranzen im Datenblatt angegeben waren, führte dies zuerst zu einem Einbaustopp. Nach Rücksprache mit dem Hersteller zeigte sich, dass der Datenpool, aus dem die Werte für das BAM-Gutachten entnommen worden waren, zu gering war. Die Auswertung der Versuchsergebnisse der im Rahmen der Eigenüberwachung geprüften Werte des Wasserableitvermögens bestätigten im Mittelwert die im BAM-Gutachten angegebenen Werte, zeigten jedoch eine größere Abweichung in den Einzelwerten. Bei Ansatz der um die Standardabweichung verminderten Werte ergibt sich eine untere Grenze des Wasserableitvermögens, die den Abweichungen bei den Prüfungen gerecht wird.

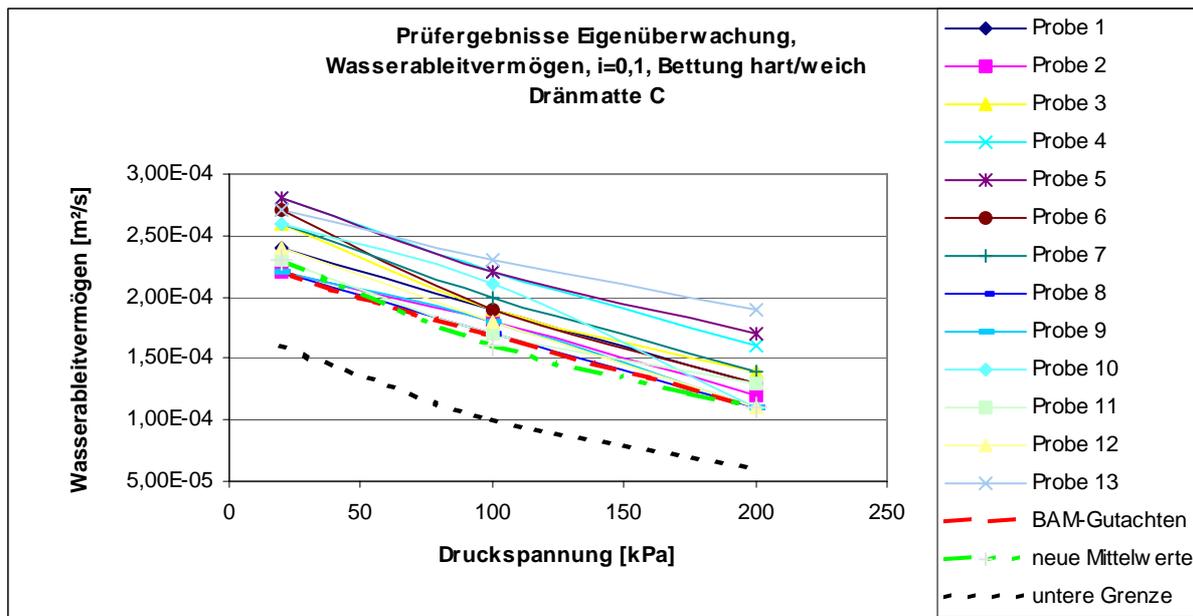


Bild 14: Prüfergebnisse Eigenüberwachung "Wasserleitvermögen", Dränmatte C

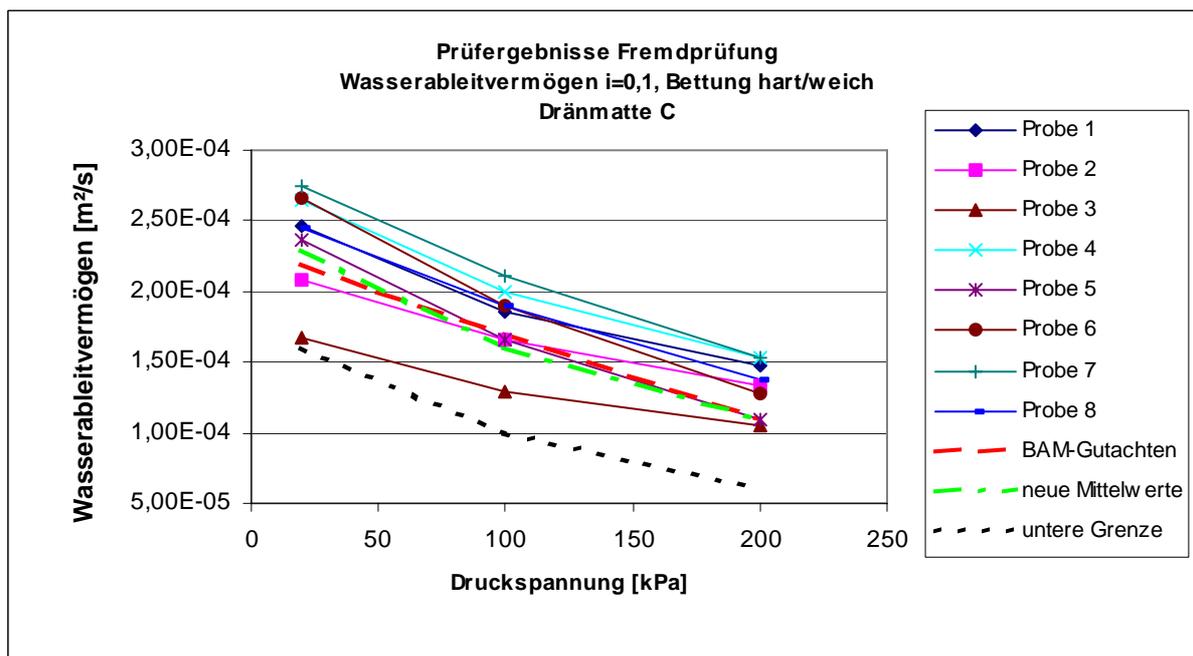


Bild 15: Prüfergebnisse Fremdprüfung "Wasserleitvermögen", Dränmatte C

Es ist also von Vorteil, wenn viele Prüfdaten vorhanden sind.

Die Prüfergebnisse der charakteristischen Öffnungsweite zeigen tendenziell, dass die Öffnungsweite meist geringer ist, als in den Datenblättern angegeben. Sie liegen jedoch in den angegebenen Toleranzen. Eine geringere Öffnungsweite wirkt sich jedoch auf die Filterstabilität eher positiv aus. Nur bei Überschreitungen der Toleranzen, hauptsächlich zu größeren Werten, sollte der Filterstabilitätsnachweis noch einmal kritisch geprüft werden.

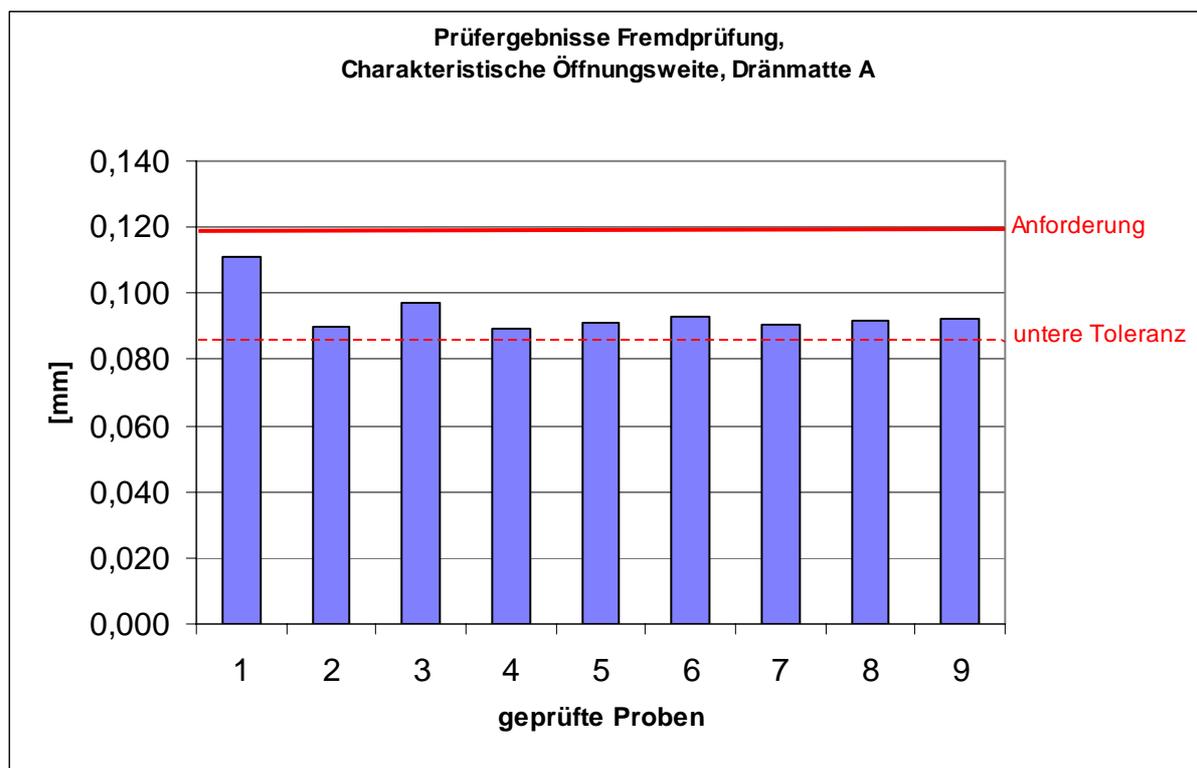


Bild 16: Prüfergebnisse Fremdprüfung "charakteristische Öffnungsweite", Dränmatte A

8 Zusammenfassende Bewertung

Die Herstellung, der Einbau und Überbau von Dränmatten mit Eignungsgutachten wurde aus Sicht einer fremdprüfenden Stelle betrachtet.

Es kann festgestellt werden, dass die Qualität und Dokumentation der hier betrachteten Produkte im Rahmen der Qualitätssicherung der Eigenüberwachung des Herstellers bei Herstellung der Dränmatten anforderungsgerecht ist, dass aber manche Dokumente noch aussagekräftiger sein könnten.

Die vorgelegten projektspezifischen Eignungsnachweise reichen für die Bewertung der Einsatzfähigkeit und Eignung aus.

Die Dokumentation der Lieferchargen ist von guter Qualität und lassen eine Bewertung der Qualität der angelieferten Dränmatten zu.

Die Verlegung der Dränmatten erfolgte ausschließlich von Fachbetrieben und wurde fast ausschließlich fachgerecht und den Anforderungen an die Dränmatte entsprechend durchgeführt. Der kritische Moment für die Dränmatten beginnt beim Überbau mit mineralischen Materialien. Hier sind die Baufirmen noch weiter zu sensibilisieren.

Die Kontrollprüfungen im Labor zeigten durchweg im Rahmen der Toleranzen die Einhaltung der vom Hersteller erstellten Spezifikationen. Die Fremdprüfung würde sich hier wünschen, dass die Hersteller ihre ermittelten Standardabweichungen bei den durchgeführten Qualitätsprüfungen auf den Datenblättern mit aufführen bzw. diese in regelmäßigen Abständen aktualisieren. Dies erleichtert die Bewertung der Kontrollprüfungen ungemein.

Die Hinweise zur Qualitätssicherung bei Herstellung und Einbau gemäß der BAM-Richtlinie [U3] werden eingehalten. Nur die Durchführung einer qualifizierten Fremdprüfung mit den hier dargestellten Prüfungen kann die Einhaltung aller Qualitätskriterien gemäß der BAM-Richtlinie bestätigen.

9 Literatur

- [U1] Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts (DepV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 22, ausgegeben zu Bonn am 29. April 2009
- [U2] GDA-Empfehlung E 2-20 Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen, Entwurf 2003, 6, Stand Januar 2004, www.gdaempfehlungen.de
- [U3] Müller, W.W. (Hrsg.): BAM-Richtlinie: Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten, Berlin, Oktober 2003
- [U4] Müller, W.W. (Hrsg.): BAM-Richtlinie: Anforderungen an die Qualifikation und Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle beim Einbau von Kunststoffkomponenten und -bauteilen in Deponieabdichtungssystemen, Berlin, 4. überarbeitete Ausgabe, 20. Februar 2009
- [U5] Preuschmann, R. (Hrsg.): Fachbetrieb für den Einbau von Kunststoffkomponenten in Deponieabdichtungssystemen, Empfehlung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) für die Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben eines Fachbetriebes herausgegeben vom Labor IV.32, Deponietechnik, Stand: August 1997
- [U6] Müller, W.W. (Hrsg.): Gutachten: Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Secudrän[→] R201Z WD601Z R201Z für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien, AZ: IV.32/1317/04, 01.09.2004
- [U7] Müller, W.W. (Hrsg.): Gutachten: Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain[→] ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien, AZ: IV.32/1338/05, 10.05.2006
- [U8] Müller, W.W. (Hrsg.): Nachtrag zum Gutachten: Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain[→] ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien, AZ: IV.32/1338/05, 08.05.2007
- [U9] Müller, W.W. (Hrsg.): Gutachten: Die Eignung des Kunststoff-Dränelements GSE FabriNet ZB-E B200Z für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien, AZ: IV.32/1351/06, 17.01.2008
- [U10] AK-GWS; Arbeitsgruppe Fremdprüfer: Herstellen, Einbauen und Überbauen der Dränmatten, Musterqualitätssicherungsplan Dränmatten, Stand 30.06.2009, noch unveröffentlicht
- [U11] DIN EN 13252:2005-04: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte, Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Dränlagen

- [U12] DIN EN 29073-3:1992-08: Textilien; Prüfverfahren für Vliesstoffe, Teil 3: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung
- [U13] DIN EN ISO 9863-1:2005-05: Geokunststoffe; Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken; - Teil 1: Einzellagen
- [U14] DIN EN ISO 9864:2005-05: Geokunststoffe; Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten
- [U15] DIN EN ISO 12956:1999-06: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite
- [U16] DIN EN ISO 12958:1999-06: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte; Bestimmung des Wasserableitvermögens in der Ebene