

1. Produktbeschreibung

Die Dränmatte **Enkadrain® ZB** ist ein dreilagiger Verbundstoff aus besonders langzeitstabilisierten Polypropylen-Formmassen (PP).

Die Sickerschicht (Dränkern) aus PP-Monofilamenten weist eine druckstabile V-förmige Struktur mit einer hohen hydraulischen Leistungsfähigkeit auf.

Beidseitig der Sickerschicht sind mechanisch verfestigte und thermisch behandelte PP-Vliesstoffe angeordnet:

- Der Vliesstoff an der Unterseite der Dränmatte, das Schutzvlies hat eine stabilisierende und schützende Funktion.
- Der Vliesstoff an der Oberseite der Dränmatte, das Filtervlies wirkt als hydraulischer und mechanischer Filter.

Sickerschicht und Vliesstoffe sind in Längsrichtung (Produktionsrichtung) linienförmig im Abstand von etwa 20 cm miteinander vernäht. Diese Verbindung hat ausschließlich die Aufgabe, die Dränmatte beim Transport und bei der Verlegung zusammenzuhalten. Diese Verbindung wird bei der Ermittlung der inneren Scherfestigkeit nicht berücksichtigt.

Tabelle 1 zeigt die für diese Anwendung charakteristischen Eigenschaften der Vliesstoffe, des Dränkerns sowie des Gesamtprodukts **Enkadrain® ZB**.

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Mittelwert	Mindestwert*	Prüfnorm
Vliesstoffe					
Schichtdicke	d _v	mm	2,0	1,8	EN ISO 9864
Flächenmasse	M _v	g/m ²	200	190	EN ISO 9863-1
Zugfestigkeit (MD)		kN/m	11	9,5	EN ISO 10319
Bruchdehnung (MD)		%	60	75 (max)	EN ISO 10319
Öffnungsweite	O ₉₀	µm	80	110 (max)	EN ISO 12956
Wasserdurchlässigkeit	VI _{H50}	mm/s	80	60	EN ISO 11058
Dränkern / Sickerkörper					
Schichtdicke	d _{DK}	mm	5,7	5,4	EN ISO 9864
Flächenmasse	M _{DK}	g/m ²	500	492	EN ISO 9863-1
Enkadrain® ZB (Gesamtprodukt)					
Schichtdicke	d	mm	8,7	8,0	EN ISO 9864
Flächenmasse	m	g/m ²	900	870	EN ISO 9863-1
Wasserableitvermögen bei i=1 und p=20kPa		l/(s*m)	1,9	1,6	EN ISO 12958

*basierend auf dem 95% Vertrauensbereich
MD: machine direction, Produktionsrichtung

Enkadrain® ZB wird in einer Breite von 5 m endlos gefertigt. Die Standard-Lieferlängen betragen 100 m. Die Vliesstoffe sind wechselseitig etwa 10 cm breiter als die Sickerschicht. Bei der Verlegung der Dränmatten werden die Sickerschichten in Querrichtung stumpf gestoßen, und die Vliesstoffe entsprechend überlappt. Dadurch entstehen durchgehende Drän-schichten sowie durchgehende Filter- und Schutzschichten.

Enkadrain® ZB wird in baustellengerechten Rollen geliefert. Bei einer Produktionslänge von 100 m haben diese Rollen einen Durchmesser von etwa 1,1 m. Die Rollen sind etwa 5,3 m lang und haben ein Gewicht einschließlich Verpackung und Kern von etwa 480 kg.

Enkadrain® ZB wurde speziell für die Verwendung in endgültigen Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten entwickelt.

2. Eignungsnachweise

Die Eignung des Enkadrain® ZB für den genannten Anwendungsbereich wurde entsprechend der BAM-Richtlinie *“Eignungsnachweis für Kunststoff-Dränelemente in Oberflächenabdichtungen“* durch die BAM nachgewiesen:

- Gutachten der BAM
Aktenzeichen IV.32/1338/05 - Datum 2006-05-10
Die Eignung des Kunststoff-Dränelementes Enkadrain® ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien
- Nachtrag der BAM zum Gutachten
Aktenzeichen IV.32/13338/05 – Datum 2007-05-08

<p>Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain® ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien</p> <p>Aktenzeichen IV.32/1338/05 Datum 2006-05-10 Ausfertigung 3 von 4 Antragsteller/ Auftraggeber Colbond b.v. Westervoortdijk 73, P.O. 9600 6800 TC Arnhem The Netherlands Antrag/Auftrag vom 2004-03-11 Eingegangen am 2004-03-16 Gegenstand des Gutachtens Die Beurteilung der Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain® ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien Gliederung Zusammenfassung.....2 1. Veranlassung.....4 2. Das Kunststoff-Dränelement Enkadrain® ZB7 3. Das Langzeit-Wasserabweilvermögen.....9 4. Die Langzeit-Scherfestigkeit.....21 5. Eigenschaften des geotextilen Filters.....30 6. Reibung und Schutzwirksamkeit.....32 7. Qualitätssicherung.....33 8. Hinweise zum Einbau.....35 Siegel und Unterschrift.....35 Anlagen: A1. Erläuterungen.....36 A2. Verzeichnis der eingereichten Unterlagen.....52 A3. Literatur.....54</p> <p>Dieses Gutachten besteht aus Seite 1 bis 55</p> <p><small>BAM</small> Sicherheit und Zuverlässigkeit in Chemie- und Materialtechnik</p>	<p>Nachtrag zum Gutachten: Die Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain® ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien</p> <p>Aktenzeichen IV.32/1338/05 Datum 2007-05-08 Ausfertigung 3 von 4 Antragsteller/ Auftraggeber Colbond b.v. Westervoortdijk 73, P.O. 9600 6800 TC Arnhem The Netherlands Antrag/Auftrag vom 2006-12-20 Eingegangen am 2006-12-20 Gegenstand des Gutachtens Nachträge zur Beurteilung der Eignung des Kunststoff-Dränelements Enkadrain® ZB für die endgültige Oberflächenabdichtung von Deponien</p> <p>Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 11.</p> <p><small>Dieses Dokument darf nur in vollem Wortlaut und ohne Zusätze veröffentlicht werden. Für eine veränderte oder nur auszugsweise Wiedergabe ist vorher die schriftliche Einwilligung der BAM einzuholen. Der Inhalt des Gutachtens bezieht sich ausschließlich auf den begutachteten Gegenstand.</small></p> <p><small>BAM</small> Sicherheit und Zuverlässigkeit in Chemie- und Materialtechnik</p>
--	--

2.1 Scherfestigkeit und Verbundparameter

Die innere Scherfestigkeit der Dränmatte und die Verbundparameter zwischen der Dränmatte und den angrenzenden Schichten sind für die Standsicherheit des Dichtungssystems auf geneigten Flächen/Böschungen maßgeblich verantwortlich.

Nach dem Nachtrag der BAM zum Gutachten kann Enkadrain® ZB auf Böschungen bis zu einer maximalen Druckspannung von 50 kPa und einer maximalen Schubspannung von 16,7 kPa eingesetzt werden. Diese Vorgabe ermöglicht auf Böschungen mit Neigungen von 1:3 und Überschüttungshöhen von rund 2,5 m bei Böden mit Wichten von 20 kN/m³.

Innere Scherfestigkeit

Der Reibungswinkel der inneren Scherfestigkeit kann nach den Gutachten der BAM mit 25° angenommen werden. Dazu liegen beispielhaft sechs Prüfberichte amtlich anerkannter Prüfanstalten vor:

- drei Prüfberichte der Materialforschungs- und Prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFPA)
- zwei Prüfberichte des Süddeutschen Kunststoff-Zentrums in Würzburg (SKZ)
- ein Prüfbericht des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau der Universität Hannover (IGBE)

Mit einem Reibungswinkel der inneren Scherfestigkeit von 25° können die Dränmatten unter Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheiten auf geneigten Flächen / Böschungen mit Neigungen bis zu 1:3 eingesetzt werden.

Verbundparameter

Die Dränmatten sind in den Oberflächenabdichtungssystemen zwischen den Dichtungsbahnen und den aufliegenden Bodenschichten angeordnet.

Die Verbundparameter zwischen einer Dichtungsbahn mit sandrauer Oberfläche und Enkadrain® ZB wurden von der Universität Hannover, Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau (IGBE) ermittelt:

- Im wassergesättigten Zustand wurden für den Reibungswinkel ein „unterer Grenzwert“ von rund 28° und eine Adhäsion von 3,4 kN/m² nachgewiesen.

Die Verbundparameter zwischen einer Dichtungsbahn mit strukturierter Oberfläche und Enkadrain® ZB wurden von der Limes GmbH ermittelt:

- Im wassergesättigten Zustand wurden Reibungswinkel von $\geq 29^\circ$ und eine Adhäsion von $\geq 6,5$ kN/m² nachgewiesen.

Zwischen Enkadrain® und einer geosynthetischen Tondichtungsbahn („Bentonitmatte“) wurde nach Untersuchungen der MFPA Weimar ein Reibungswinkel von rund 32° und eine Adhäsion von 0,3 kN/m² nachgewiesen.

Zu den Verbundparametern zwischen Enkadrain® und Rekultivierungsböden liegen zwei projektbezogene Prüfberichte des SKZ vor. In einem Fall wurden ein Reibungswinkel von $28,4^\circ$ und eine Adhäsion von $4,7 \text{ kN/m}^2$, im anderen Fall ein Reibungswinkel von $36,7^\circ$ ohne Adhäsion ermittelt.

Diese Reibungswinkel zwischen der Dränmatte und den Böden hängen vornehmlich von den bodenmechanischen Eigenschaften der Böden ab. Je höher die inneren Reibungswinkel der Böden umso höher wird auch der Reibungswinkel zwischen der Dränmatte und den Böden sein. Zur ersten Abschätzung kann davon ausgegangen werden, dass der Reibungswinkel zwischen der Dränmatte und Böden bei etwa 90 % des inneren Bodenreibungswinkel liegt.

Da nach den bisher vorliegenden produkt- und projektbezogenen Untersuchungen die innere Scherfestigkeit der Dränmatte selbst die kritische Größe ist, lassen sich mit Enkadrain® ZB standsichere Abdichtungssysteme bis zu Böschungsneigungen von 1:3 bauen.

2.2 Wasserableitvermögen

Enkadrain® ZB weist aufgrund seiner in Produktionsrichtung und damit in Längsrichtung ausgerichteten V-förmigen Struktur in dieser Richtung auch das höchste Wasserableitvermögen auf. Um dieses Wasserableitvermögen optimal auszunutzen, sind die Dränmatten immer parallel zu der vorgegebenen Entwässerungsrichtung zu verlegen.

Die in den Eignungsgutachten der BAM für maßgebliche Auflasten, maßgebliche hydraulische Druckgefälle und Neigungen angegebenen Kennwerte für das Langzeit-Wasserableitvermögen von Enkadrain® ZB basieren auf umfangreichen Untersuchungen des Colbond Test- und Entwicklungslabors, die sowohl von der BAM selbst, als auch von anderen amtlich anerkannten Prüfanstalten in Deutschland ergänzt wurden.

Die bei der Ermittlung der möglichen Entwässerungslängen des Enkadrain® ZB zu berücksichtigenden Abminderungsfaktoren werden von der BAM wie folgt festgelegt:

- Die mögliche Streuung von Messwerten und mögliche Fehler bei der Extrapolation von Messwerten sind mit einem *Faktor von 1,2* zu berücksichtigen.
- Die Abminderung aufgrund von eventuell auftretenden Querschnittsminderungen im Bereich von Überlappungen ist mit einem *Faktor von 1,2* zu berücksichtigen.

Diese beiden Faktoren wurden in Tabelle 3.5 auf Seite 19 des BAM-Eignungsgutachtens bereits berücksichtigt.

Für die bei der Ermittlung der möglichen Entwässerungslängen zu berücksichtigenden Teilsicherheitsbeiwerte entsprechend den GDA-Empfehlungen schlägt die die BAM insgesamt einen *Faktor von 2,6* vor. Dieser Faktor beinhaltet die Einflüsse von lokalen Verformungen (FS_{IN}), von chemischen Ausfällungen (FS_{CC}), von biologischen Einwirkungen (FS_{BC}) und allgemeine Systemunsicherheiten bei der Übertragung der Laborwerte auf die Praxisbedingungen (FS_{SY}).

Tabelle 2 zeigt zur Beschreibung der hydraulischen Leistungsfähigkeit *Enkadrain® ZB* die in der Praxis bei verschiedenen Auflasten und für verschiedene Druckgefälle erreichbaren Entwässerungslängen unter Berücksichtigung der Bettung hart/weich (Baustellenbedingungen).

Kenngröße	Einheit	Plateaubereich				Böschungsbereich	
		0,05 Neigung 1:20		0,1 Neigung 1:10		0,3 Neigung 1:3	
Hydraulischer Gradient i	-						
Auflast P	kPa	20	50	20	50	20	50
Langfristiges Wasser- ableitvermögen q_{LZ}	l/(s*m)	0,22	0,16	0,44	0,32	0,50	0,20
Sickerwasserspende 10 mm/d = $0,116 * 10^{-3}$ l/(s*m)							
Entwässerungslänge L_{max}	m	507	380	1015	761	1115	461
Sickerwasserspende 25 mm/d = $0,289 * 10^{-3}$ l/(s*m)							
Entwässerungslänge L_{max}	m	203	152	406	304	461	185

2.3 Schutzwirkung

Enkadrain® ZB übernimmt in den Oberflächenabdichtungssystemen auch den mechanischen Schutz der Dichtungsbahnen gegenüber punktförmigen Beanspruchungen durch die Auflasten.

Diese können durch grobe Einzelkörner aus den überlagernden Bodenschichten verursacht werden.

Die mechanische Schutzwirkung der Dränmatte ist beispielhaft unter anderem vom IGBE untersucht worden. Geprüft wurde eine Dränmatte mit grundsätzlich gleichem Aufbau wie die Enkadrain® ZB, allerdings mit einer insgesamt um 200 g/m² geringeren Flächenmasse. Die Vliese wiesen eine Flächenmasse von jeweils 150 g/m², der Dränkern eine von 400 g/m² auf.

Untersucht wurde ein Sand-Kies-Gemisch. Einzelkörner wiesen Kantenlängen bis zu 64 mm. Diese Einzelkörner wurden direkt auf der Dränmatte angeordnet. Geprüft wurde mit einer Flächenlast von 100 kN/m², bei einer Umgebungstemperatur von 40°C über einen Zeitraum von 1.000 Stunden.

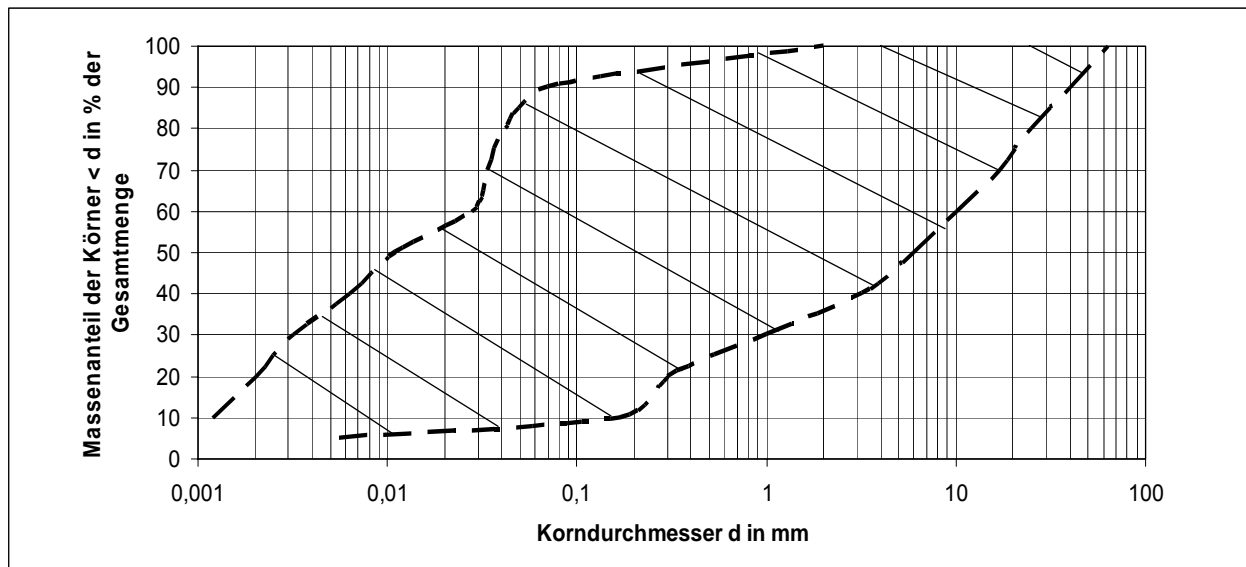
Weder an der Dichtungsbahn noch an der Dränmatte wurden Beschädigungen oder unzulässige Verformungen festgestellt. Damit ist für die im Normalfall eingesetzten Böden und für Überschüttungshöhen bis zu etwa 3,0 m die ausreichende mechanische Schutzwirkung von Enkadrain® ZB nach dem Stand der Technik nachgewiesen.

2.4 Filterstabilität

Die mechanische und hydraulische Filterstabilität des Filtervlieses mit einer Flächenmasse von 200 g/m² wurde projektbezogen für verschiedene Böden rechnerisch nachgewiesen.

Im Diagramm ist die Bandbreite der Kornverteilungskurven dargestellt, für welchen projektbezogen die Nachweise der Filterstabilität geführt wurden.

Innerhalb des von diesen Kurven charakterisierten Körnungsbereiches kann in der Regel sowohl die mechanische als auch die hydraulische Filterstabilität grundsätzlich als nachgewiesen gelten.



Colbond Geosynthetics GmbH
Glanzstoffstraße 1
63784 Obernburg

Tel.: 06022 / 8120 20
Fax: 06022 / 8128 00

vertrieb.geosynthetics@colbond.com
www.colbond.com