

## **BAWRichtlinie**

# **Prüfung von Geokunststoffen im Verkehrswasserbau (RPG)**

**Ausgabe 2021**

**EU-Notifizierung**

**Nr. 2020/785/D**

**Hinweis:**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1)

## BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien Herausgeber

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)  
Kußmaulstraße 17  
76187 Karlsruhe

Postfach 21 02 53  
76152 Karlsruhe

Tel.: 0721 9726-0  
Fax: 0721 9726-4540

[info@baw.de](mailto:info@baw.de)  
[www.baw.de](http://www.baw.de)

Übersetzung, Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers: © BAW 2021

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
1	Vorbemerkung	1
2	Prüfungen	1
2.1	Allgemeines	1
2.2	Grundprüfung	1
2.2.1	Allgemeines	1
2.2.2	Angaben des Antragstellers	1
2.2.3	Anforderungen an die Probe für die Grundprüfung	2
2.2.4	Prüfumfang	2
2.2.5	Prüfbericht zur Grundprüfung	2
2.2.6	Rückstellprobe	3
2.2.7	Geltungsdauer des Prüfberichtes	3
2.3	Kontrollprüfungen	3
2.3.1	Allgemeines	3
2.3.2	Prüfung	3
2.3.3	Prüfbericht	3
2.3.4	Geltungsbereich	3
2.3.5	Rückstellprobe	3
3	Prüfverfahren	4
3.1	Grundlagen	4
3.2	Bestimmung der Rohstoffarten	4
3.2.1	Schmelzpunktbestimmung mit der Kofler-Heizbank	4
3.2.2	Prüfbericht	4
3.3	Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen	5
3.3.1	Bestimmung der Inneren Oberfläche von Geokunststoffen	5
3.3.2	Oberflächenauslaugprüfung (Tanktest)	5
3.4	Flächenbezogene Masse	6
3.5	Dicke	6
3.6	Zugkraft und Dehnungen	6
3.7	Nahtverbindungen	6
3.8	Wasserdurchlässigkeit normal zur Geotextilebene	6
3.8.1	Prüfverfahren	6
3.8.2	Prüfgerät	6
3.8.3	Probenvorbereitung	7
3.8.4	Prüfbericht	7
3.9	Öffnungsweite von Geotextilien	7
3.9.1	Prüfverfahren	7
3.9.2	Prüfungsdurchführung	7
3.9.3	Prüfbericht	8
3.10	Filterwirksamkeit	8
3.10.1	Mechanische Filterwirksamkeit gegenüber sandigen bis schwach schluffigen Böden bei laminarer Strömung (Durchströmungsverfahren)	8
3.10.2	Mechanische Filterwirksamkeit gegenüber sehr feinkörnigen Böden (Turbulenzverfahren)	13
3.10.3	Hydraulische Filterwirksamkeit	15
3.11	Durchschlagwiderstand	17

3.11.1	Prüfverfahren	17
3.11.2	Probennahme, Probenanzahl, Probenvorbereitung	17
3.11.3	Prüfgerät	18
3.11.4	Prüfungsdurchführung	20
3.11.5	Prüfbericht	20
3.12	Abriebbeständigkeit	21
3.12.1	Prüfverfahren	21
3.12.2	Probenanzahl, Probenvorbereitung	21
3.12.3	Prüfgerät, Prüfungsdurchführung	21
3.12.4	Prüfbericht	21
3.13	Stempeldurchdruckversuch	22
3.14	Dichte	22
3.15	Verbund mehrlagiger Geotextilien (Verbundstoff)	22
4	Literatur	22

## Bildverzeichnis

Bild 1:	Kornverteilungsband des Prüfbodens für die Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite $O_{90}$	8
Bild 2:	Gültigkeitsbereich des Bodentyps BT A	9
Bild 3:	Gültigkeitsbereich des Bodentyps B	10
Bild 4:	Ansichten des BAW-Prüfgerätes für das Durchströmungsverfahren.	11
Bild 5:	Probebehälter - Beispiel: BAW-Prüfgerät	12
Bild 6:	Beispiel für eine Summenkurve für den Bodendurchgang mit Prüfboden BT B	13
Bild 7:	Prüfboden Bodentyp BT C, Mittel- bis Grobschluff	14
Bild 8:	Beispiel für eine Summenkurve für den Bodendurchgang mit Prüfboden BT C	15
Bild 9:	Durchschlagprüfgerät	19
Bild 10:	Fallbär	20

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Tabellarische Übersicht der durchzuführenden Einzelprüfungen für eine Grundprüfung
Anlage 2:	Rechenbeispiel für die Innere Oberfläche $O_i$ eines aus einem mechanisch verfestigten Stapelfaservliesstoff hergestellten Geokunststoff

## **1 Vorbemerkung**

Die Richtlinie gilt für die Prüfung der Material- und Filtereigenschaften von Geokunststoffen, die an Böschungs- und Sohlensicherungen und anderen baulichen Anlagen an Wasserstraßen als Filter und als Trennlage eingesetzt werden.

Die beschriebenen Prüfungen dienen zur Bestimmung der Leistungsmerkmale gemäß den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen – Wasserbau für Böschungs- und Sohlensicherungen (ZTV-W LB 210 2015) und den Technischen Lieferbedingungen für geotextile Filter (TLG 2018).

Für Geokunststoffe gelten die Begriffe der DIN EN ISO 10318-1:2018-10.

Produkte aus anderen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union und der Türkei sowie Ursprungswaren aus einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, die diesem Merkblatt nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellungsstaat durchgeführten Prüfungen, Überwachungen und Zertifizierungen als gleichwertig behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau (Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit) gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

## **2 Prüfungen**

### **2.1 Allgemeines**

Die Einzelprüfungen werden im Rahmen von Grundprüfungen und Kontrollprüfungen an Geokunststoffen durchgeführt, die für den Einbau an Bundeswasserstraßen vorgesehen sind.

### **2.2 Grundprüfung**

#### **2.2.1 Allgemeines**

Die bauartbezogene Grundprüfung dient dem Nachweis der grundsätzlichen Eignung eines Geokunststoffes für den vorgesehenen Verwendungszweck nach ZTV-W 210 (2015). Sie ist von Herstellern oder Lieferanten bei der BAW zu beantragen. Sie kann nur für Produkte beantragt werden, für die eine Leistungserklärung nach DIN EN 13253:2016-12 vorliegt.

#### **2.2.2 Angaben des Antragstellers**

Der Antrag für die Grundprüfung muss folgende Informationen und Nachweise umfassen:

- a) Name und Anschrift des Herstellers oder des Lieferanten;
- b) Produktbezeichnung;
- c) Produktgruppe;
- d) Rohstoffart(en), Anteile;
- e) Nachweis für die "Dauerhaftigkeit 50 Jahre" durch einen Prüfbericht oder die gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen;
- f) Benennung der zu prüfenden Bodentypen (A, B und/oder C nach TLG (2018));
- g) Benennung der prüfenden Durchschlagenergie (600, 1200 oder 1800 Nm);
- h) Angabe, ob Zusatzmittel (Stabilisierer, Kleber usw.) verwendet werden;

- i) Bescheinigung der Konformität der WPK;
- j) Leistungserklärung/ DOP no.;
- k) Rollnummer, Länge der Produktionseinheit (Rolle) und Herstellbreiten;
- l) Verwendungszweck nach DIN EN 13253:2016-12, Trennen und/oder Filtern (Vorgesehene Funktionen);
- m) Für werksseitige Nahtverbindungen (z.B. für Sandsäcke) Angaben zum verwendeten Garn und gemäß 3.7;
- n) Für Sandmatten ist der zu prüfende Typ, Typ A: Sandmatten, bei denen nur das grundgeprüfte Trägertextil als Filter berücksichtigt wird oder Typ B: Sandmatten, die insgesamt als Filter betrachtet werden, zu benennen. Ferner ist für Typ B anzugeben, ob keine Markierung der Einbauseite (Typ B1) oder eine Markierung der Oberseite (Typ B2) vorgesehen ist. Für den Füllsand Typ B ist nach DIN EN 12620:2008-07, DIN EN 13139:2002-08 oder DIN EN 13242:2008-03 eine Leistungserklärung, eine Korngrößenverteilung und zur Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen eine Prüfung nach DIN CEN/TS 16637-2:2014-11 vorzulegen;
- o) Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen durch eine Auslaugprüfung (Tanktest) nach DIN CEN/TS 16637-2:2014-11 (kann aus der Prüfung eines Produktes aus der gleichen Produktfamilie mit gleichen Fasern abgeleitet werden).

### 2.2.3 Anforderungen an die Probe für die Grundprüfung

Für die Grundprüfung von ein- und zweischichtigen Geokunststoffen ist vom Antragsteller ein aus der Mitte der Produktionseinheit entnommenes Flächenstück von mindestens 5 m Länge und bei ganzer Rollenbreite mindestens 15 m<sup>2</sup> Fläche an die BAW zu liefern. Die Probe ist mit der Hersteller- und Produktbezeichnung, Herstellungsdatum, Rollnummer und Angaben zur Produktionsrichtung MD (Längsrichtung) und Querrichtung CMD auf der Oberseite der Probe dauerhaft zu kennzeichnen. Oberseite ist die beim Einbau bestimmungsgemäß obliegende (zum Wasser / zur Luft weisende) Geotextilseite. Im Falle von Sandmatten Typ B1 ist dies nicht erforderlich. Für Untersuchungen zur Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen nach DIN CEN/TS 16637-2:2014-11 ist ferner eine 1 m<sup>2</sup> große nicht beschriftete und in Papier verpackte Probe an die BAW zu liefern.

Für mehrschichtige Verbundstoffe (Sandmatten) sind 15 jeweils 1 m<sup>2</sup> große Probestücke auf einer Palette in die BAW zu liefern. Die Probestücke müssen an den Seiten abgeklebt und auf einer Palette flach gelagert sein. Die Proben für die Grundprüfung werden nach Maßgabe der BAW durch die BAW im Herstellwerk entnommen oder der BAW durch den Hersteller übersandt.

Sofern werksseitige Nahtverbindungen zur Anwendung kommen sollen, ist zur Grundprüfung eine Probe gemäß 3.7 bereitzustellen.

### 2.2.4 Prüfumfang

Die Grundprüfung umfasst die Einzelprüfungen nach Anlage 1. Der Prüfumfang der Durchschlagprüfung und der filtertechnischen Eigenschaften (Bodentyp) wird vom Antragsteller nach dem vorgesehenen Verwendungszweck bestimmt.

### 2.2.5 Prüfbericht zur Grundprüfung

Der Prüfbericht zur Grundprüfung wird von der BAW ausgestellt.

Die für die Erfüllung der Regelanforderungen nach TLG (2018) maßgeblichen Prüfwerte werden in einer Anlage zusammengefasst.

Der Prüfbericht umfasst eine Beschreibung des zu prüfenden Produktes und die Angaben des Antragstellers. Er wird zweifach ausgestellt.

### **2.2.6 Rückstellprobe**

Von der zur Grundprüfung vorgelegten Probe wird eine Rückstellprobe von 1m<sup>2</sup> Fläche entnommen und bei einer Raumtemperatur von 10 bis 35° C lichtgeschützt bis zum Ablauf der Geltungsdauer gelagert.

### **2.2.7 Geltungsdauer des Prüfberichtes**

Der Prüfbericht der Grundprüfung wird in der Regel für 5 Jahre ausgestellt. Auf Antrag kann die Geltungsdauer einmal um 5 Jahre verlängert werden, vorausgesetzt das Produkt, die Rohstoffe, die Faser- bzw. Garnkennwerte und das Herstellungsverfahren werden unverändert beibehalten und die aktuelle Leistungserklärung entspricht mindestens den Werten der Grundprüfung (maßgebliche Prüfwerte). Die aktuelle Bescheinigung der Konformität der WPK und die Leistungserklärung/DOP no. sind dem Antrag beizufügen. Für die Verlängerung erfolgt eine Identitätsprüfung mit Einzelprüfungen nach Abs. 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 und 3.7. Die Identitätsprüfung kann entfallen, wenn die vorgenannten Einzelprüfungen in den letzten 12 Monaten vor Ablauf der Geltungsdauer im Rahmen einer Kontrollprüfung nach Abs. 2.3 durchgeführt wurden.

## **2.3 Kontrollprüfungen**

### **2.3.1 Allgemeines**

Kontrollprüfungen sind Prüfungen des Auftraggebers einer Baumaßnahme, um festzustellen, ob die vereinbarten Eigenschaften des Geotextils eingehalten sind.

### **2.3.2 Prüfung**

Probennahme, Angaben zur Probe, Umfang, Art und Häufigkeit der Prüfung richten sich nach Abschnitt 4.2 der TLG (2018). Die Prüfung erfolgt durch die BAW oder einer von ihr anerkannten Prüfstelle.

### **2.3.3 Prüfbericht**

Im Prüfbericht werden die Werte der Kontrollprüfung zusammen mit den geforderten Grenzwerten und den Werten der Grundprüfung aufgeführt. Es wird festgestellt, ob die ausgeschriebenen Anforderungen erfüllt sind. Wird die Abweichung als Mangel eingestuft (Regelfall: Mangel = Nichterfüllung der Anforderung), erfolgt die weitere Vorgehensweise nach Abs. 5 der TLG (2018).

Der Prüfbericht wird zweifach ausgestellt.

### **2.3.4 Geltungsbereich**

Der Prüfbericht der Kontrollprüfung gilt ausschließlich für den durch die Prüfung erfassten Bereich der angegebenen Baumaßnahme.

### **2.3.5 Rückstellprobe**

Von der Probe wird keine Rückstellprobe aufbewahrt. Reste werden längstens 3 Monate aufbewahrt.

### **3 Prüfverfahren**

#### **3.1 Grundlagen**

Für die Prüfverfahren und Prüfberichte nach dieser Prüfvorschrift gelten, sofern nicht ausdrücklich im Prüfverfahren anders geregelt, die folgenden Festlegungen:

- Prüfverfahren, die einer Norm entsprechen, werden unter Hinweis auf diese Norm mit den abweichenden oder zusätzlichen Festlegungen aufgeführt.
- Die Entnahme der Messproben aus der Probe erfolgt nach DIN EN ISO 9862:2005-05.
- Die Prüfungen werden, sofern nicht anders festgelegt, unter Prüfklima 23/50 nach ISO 554 bei einer Temperatur von  $(23 \pm 2)$  °C und einer relativen Luftfeuchte von  $(50 \pm 5)$  % durchgeführt.
- Wasser im Sinne dieser Richtlinie ist Trinkwasser.
- Messproben werden an der Luft oder bei maximal 40°C im Trockenofen getrocknet, Mineralstoffe der Prüfböden A und B sowie Filtrat bei 105°C. Der Bodentyp C (siehe Ziffer 3.8.2.2) wird bei 70°C getrocknet.
- Oberseite des Geotextils ist die beim Einbau oberliegende Seite (Einbauoberseite).
- Teile des Prüfberichts, die aus Unterlagen Dritter (z.B. Prüfbericht zur Bewertung der Freisetzung Gefährlicher Stoffe) übernommen werden, sind mit Quellenangabe als solche zu kennzeichnen.

#### **3.2 Bestimmung der Rohstoffarten**

##### **3.2.1 Schmelzpunktbestimmung mit der Kofler-Heizbank**

Durch die Schmelzpunktbestimmung mit der Kofler-Heizbank ist eine schnelle Identifizierung thermoplastischer Rohstoffarten möglich und es kann festgestellt werden, ob PE, PP und/oder PET als Rohstoffarten in den Vliesstoffen verwendet wurden. Aus dem angelieferten Probematerial ist nach DIN EN ISO 9862:2005-05 eine 2 cm<sup>2</sup> große Messprobe mit einem Schneidwerkzeug herzustellen. Durch Schneiden werden aus der Messprobe Faserstücke erzeugt, die maximal 0,5 cm lang sind. Zum Einstellen der Betriebstemperatur ist die Heizbank mindestens 40 min vorzuheizen. Zur Kalibrierung werden Linien von reinen Substanzen aufgetragen, deren Schmelzpunkt genau bekannt ist. Auf Basis der Schmelzpunkte dieser Stoffe wird die Temperaturskala der Metallplatte eingestellt. Eine geringe Menge Faserstücke wird auf den oberen Bereich der Heizfläche (Temperaturen zwischen 140 und 240 °C) gestreut. Dort, wo sich auf der Heizfläche eine Abgrenzung zwischen festen und flüssigen Partikeln ergibt, wird dann die Temperatur des Schmelzpunktes mit Hilfe eines auf der Skala verschiebbaren Läufers mit Zeiger und Reiter abgelesen.

##### **3.2.2 Prüfbericht**

Im Prüfbericht werden angegeben:

- das Verfahren
- die durch Schmelzpunkt bestimmte Rohstoffart der Fasern



### 3.3 Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen

#### 3.3.1 Bestimmung der Inneren Oberfläche von Geokunststoffen

Die Bestimmung der in Wasserkontakt stehenden Inneren Oberfläche von ein- und zweischichtigen Geokunststoffen aus mechanisch verfestigten Vliesstoffen erfolgt durch eine Berechnung aus den Faserkennwerten oder durch Computertomografie (CT). Für thermisch verfestigte Vliesstoffe erfolgt die Bestimmung der inneren Oberfläche stets durch CT.

Für CT ist aus dem angelieferten Probematerial nach DIN EN ISO 9862:2005-05 eine 2 cm<sup>2</sup> große Messprobe mit einem Schneidwerkzeug für die CT herzustellen. Die CT muss mit einem Nano-CT für metrologische Anwendungen erfolgen. Die Validierung des Validierkörpers ist als Screenshot zu dokumentieren.

Für mechanisch verfestigte Vliesstoffe kann die Innere Oberfläche  $O_I$  alternativ über die Oberfläche einer Faser und der flächenbezogenen Masse (Abs. 3.4.) berechnet werden. Die Oberfläche einer Faser  $O$  mit 10.000 m Faserlänge  $l$  wird mit dem mikroskopisch oder mit der CT bestimmten Durchmesser berechnet:

$$O = (0,5 \cdot d)^2 \cdot \pi \cdot 2 + d \cdot \pi \cdot l$$

Die Masse einer Faser  $m_F$  ist aus der Dichte  $\rho$  nach DIN EN ISO 1183-2:2019-06 (Abs. 3.14) oder der Herstellerangabe für die mittlere Faserfeinheit  $q$  nach DIN EN ISO 1973:1995-12 zu berechnen:

$$m_F = (0,5 \cdot d)^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \rho \quad \text{oder} \quad m_F = (0,5 \cdot d)^2 \cdot \pi \cdot l \cdot q$$

Die Anzahl der Fasern  $N$  pro m<sup>2</sup> Grundfläche ist aus der flächenbezogenen Masse  $\rho_A$  und der Masse einer Faser  $m_F$  zu berechnen:

$$N = \rho_A : m_F$$

Die auf 1 m<sup>2</sup> Grundfläche bezogene Innere Oberfläche  $O_I$  ist aus der Oberfläche einer Faser  $O$  und der Anzahl der Fasern  $N$  pro m<sup>2</sup> Grundfläche zu berechnen:

$$O_I = N \cdot O$$

Ein Rechenbeispiel findet sich in der Anlage 2.

#### 3.3.2 Oberflächenauslaugprüfung (Tanktest)

Die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus dem in Wasserkontakt stehenden Geokunststoff wird mit der „Dynamischen Oberflächenauslaugprüfung“ (DSLIT) im Tanktest nach DIN CEN/TS 16637-2:2014-11 geprüft.

Aus dem angelieferten Probematerial sind nach DIN EN ISO 9862:2005-05 drei Messproben durch Stanzen oder Schneiden in voller Dicke mit einer Grundfläche von mindestens 100 cm<sup>2</sup> herzustellen. Soweit technisch realisierbar, ist die Elutionsprüfung nach DIN CEN/TS 16637-2:2014-11, Anhang C.2 in einem Glaszylinder vorzunehmen. Der Durchmesser des Zylinders sollte dabei so gewählt werden, dass die gegenüberliegenden Seiten des Geokunststoffs 2 bis 5 cm Abstand aufweisen. Die dem Auslaugmittel zugewandte Seite muss der Einbauoberseite entsprechen. Als Auslaugmittel ist mindestens Wasser der Qualität 2 nach DIN ISO 3696:1991-06 zu verwenden. Für jede Testreihe ist mindestens eine Blindprobe aus einem analog durchgeführten Auslaugtest ohne Geokunststoff (nur Auslaugbehälter und Auslaugmittel) durchzuführen und entsprechend zu analysieren. Es wird empfohlen, sämtliche Auslaugbehälter vor der Prüfung für mehrere Tage mit dem

Auslaugmittel auszulaugen. Das dabei anfallende Eluat wird verworfen. Im Prüfbericht ist das Flottenverhältnis anzugeben.

### **3.4 Flächenbezogene Masse**

Die Bestimmung der Flächenbezogene Masse erfolgt nach DIN EN ISO 9864:2005-05.

Bei Kontrollen auf der Baustelle kann die Flächenbezogene Masse auch informativ an einer mindestens 1 m<sup>2</sup> großen Messprobe bestimmt werden, alternativ auch an 10 rechteckigen Proben von 100 cm<sup>2</sup>. Dabei sind die Proben nach dem Zuschnitt auf 1 mm genau zu messen und daraus die Fläche in cm<sup>2</sup> mit einer gerundeten Nachkommastelle zu bestimmen.

### **3.5 Dicke**

Die Bestimmung der Dicke erfolgt nach DIN EN ISO 9863-1:2020-04 Verfahren B (zunehmende Belastung von einzelnen Messproben). Zunächst wird eine Messprobe zwischen die sauberen Oberflächen der Bezugsplatte und des Druckfußes gelegt. Der Druckfuß ist vorsichtig herabzulassen, indem ein Druck von  $(2 \pm 0,01)$  kPa auf die Messprobe aufgebracht wird. Nach 30 s muss der Messwert vom Dickenmessgerät abgelesen und aufgezeichnet werden. Die Vorgehensweise ist zu wiederholen, bis 10 Messproben geprüft worden sind.

### **3.6 Zugkraft und Dehnungen**

Die Höchstzugkraft und die Dehnung bei Höchstzugkraft wird im Zugversuch nach DIN EN ISO 10319:2015-09 in Längs- und Querrichtung an jeweils 5 Einzelproben im trockenen Zustand geprüft.

### **3.7 Nahtverbindungen**

Die Zugfestigkeitseigenschaften von Verbindungen und Nähten in Geokunststoffen werden unter Verwendung eines breiten Streifens nach DIN EN ISO 10321:2008-08 geprüft.

Als Probe wird eine mindestens 1,50 m lange, geradlinig verlaufende Nahtverbindung zweier Geokunststoffe benötigt. Jedes Teilstück muss mindestens 0,75 m breit sein.

### **3.8 Wasserdurchlässigkeit normal zur Geotextilebene**

#### **3.8.1 Prüfverfahren**

Mit dem Prüfverfahren wird die Wasserdurchlässigkeit eines Geotextils normal zu seiner Ebene nach DIN EN ISO 11058:2019-09 an einer unbelasteten Probe bestimmt. Die Prüfung wird nach dem Prinzip des abnehmenden hydraulischen Höhenunterschiedes durchgeführt. Sie liefert in einem Versuchsablauf als Ergebnis den Geschwindigkeitsindex  $V_{H50}$  der Durchflussgeschwindigkeit, die einem hydraulischen Höhenunterschied an der Messprobe von 50 mm entspricht.

#### **3.8.2 Prüfgerät**

Das Prüfgerät muss DIN EN ISO 11058:2019-09 entsprechen. Für die Untersuchung bodenbesetzer Proben wird ein Prüfgerät mit zwei senkrechten Prüfzylindern aus Plexiglas mit einem Innendurchmesser von jeweils 142 mm und einer Länge von 1035 bzw. 1300 mm verwendet. Der Probenbehälter zur Aufnahme der Geotextilprobe ist aus Hart-PVC. Die hydraulische Verbindung beider Zylinder erfolgt durch ein Rohr aus Hart-PVC mit

einem Innendurchmesser von 60 mm. Die Steuerung erfolgt elektrisch mit einem Pneumatikventil DN 100. Für die Wasserversorgung wird entlüftetes Trinkwasser über ½" Schlauchanschluss verwendet. In dem wassergefüllten 1300 mm langen Prüfzylinder wird die Abnahme der Wassersäule durch einen Schwimmer mit dem magnetostriktiven Messprinzip gemessen. Über Messverstärker und Analog/Digital Wandler werden die Messwerte digital erfasst und mit einer standardisierten Software ausgewertet.

### 3.8.3 Probenvorbereitung

Die Behälter für die Probenvorlagerung müssen das senkrechte Einstellen der Messproben ermöglichen und das Aufschwimmen verhindern. Zur Entlüftung werden die Proben einzeln unter Wasser mehrmals von Hand zusammengedrückt bis keine Luftblasen mehr austreten.

Abweichend zu DIN EN ISO 11058:2019-09:

Die Proben werden in einem Behälter mit den Mindestabmessungen 25 x 25x 25 cm senkrecht stehend vorgelegt. Das Wasser wird von unten nach oben langsam ohne Luftblasen eingefüllt. Im Falle der Prüfung von vernadelten Vliestoffen und von Verbundstoffen mit einer vernadelten Komponente wird nur ein Tropfen eines nichtionisches Tensid (Netzmittel) zugegeben, sofern mit dem BAW-Gerät geprüft wird. Im Falle der Verwendung anderer Prüfgeräte, bei denen die Gefahr der Anreicherung im Wassertank besteht, muss gegebenenfalls ohne Netzmittel gearbeitet werden.

### 3.8.4 Prüfbericht

In den Prüfbericht sind aufzunehmen:

- a) grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Änderung der hydraulischen Druckhöhe und die Durchflussgeschwindigkeit bezogen auf 20°C in Abhängigkeit vom hydraulischen Höhenunterschied für jede Einzelprobe,
- b) Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient für den Geschwindigkeitsindex  $V_{H50}$  in mm/s (Bezugstemperatur 20°C) bei einem hydraulischen Höhenunterschied von 50 mm.

## 3.9 Öffnungsweite von Geotextilien

### 3.9.1 Prüfverfahren

Die charakteristische Öffnungsweite  $O_{90}$  eines Geotextils wird nach DIN EN ISO 12956:2020-05 bestimmt. Im Versuch übernimmt das Geotextil die Funktion eines Siebes. Die charakteristische Öffnungsweite wird aus dem Bodendurchgang durch das Geotextil ermittelt und entspricht dem Korndurchmesser  $d_{90}$  der Körnungslinie des durchgegangenen Bodens.

### 3.9.2 Prüfungsdurchführung

Abweichend zu DIN EN ISO 12956:2020-05:

Als Prüfboden wird ein Boden mit einer Körnungslinie verwendet, die innerhalb des aus Bild 1 ersichtlichen Kornverteilungsbandes liegt.

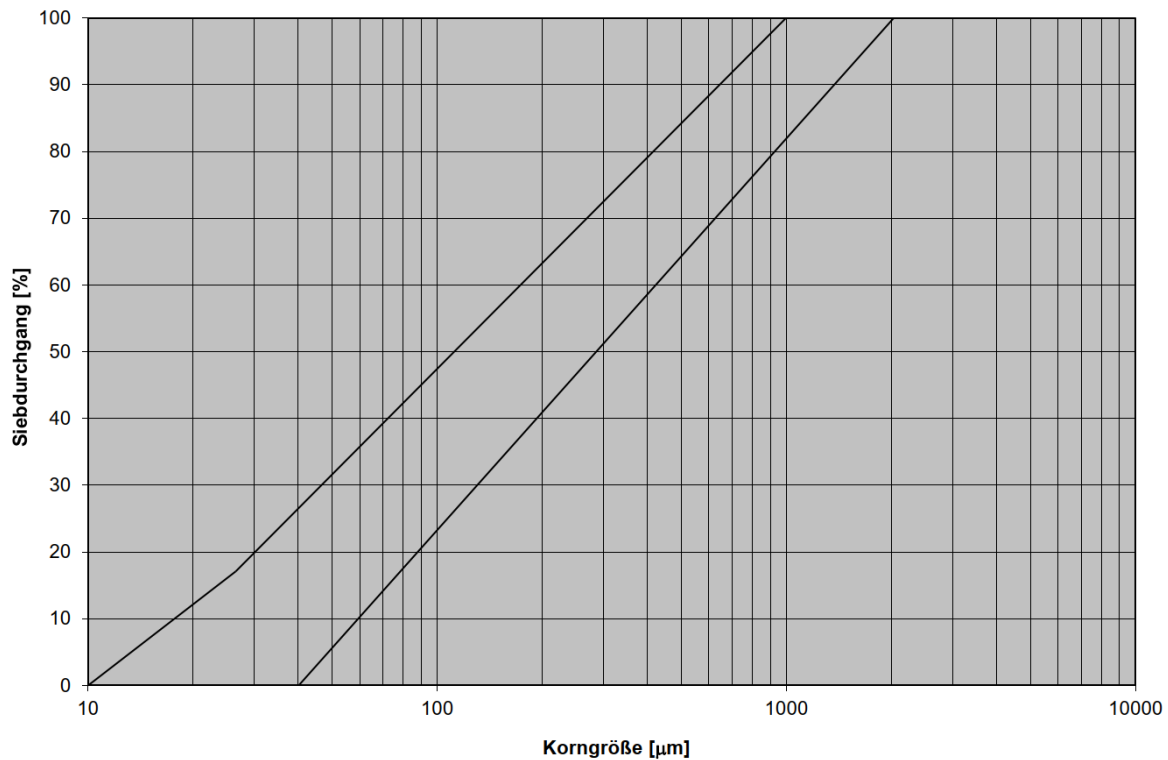


Bild 1: Kornverteilungsband des Prüfbodens für die Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite  $O_{90}$

### 3.9.3 Prüfbericht

Im Prüfbericht werden angegeben:

- a) charakteristische Öffnungsweite  $O_{90}$  in  $\mu\text{m}$  auf eine Nachkommastelle,
- b) die Siebweiten des verwendeten Siebsatzes,
- c) die Korngrößenverteilungskurve des verwendeten Prüfbodens.

## 3.10 Filterwirksamkeit

### 3.10.1 Mechanische Filterwirksamkeit gegenüber sandigen bis schwach schluffigen Böden bei laminarer Strömung (Durchströmungsverfahren)

#### 3.10.1.1 Prüfverfahren

Das Verfahren dient zur Prüfung der mechanischen Filterwirksamkeit von Geotextilien gegenüber sandigen bis schwach schluffigen Böden ( $d_{20} \geq 0,06 \text{ mm}$ ) bei laminarer Strömung. Durch Messung des Bodendurchganges in den einzelnen Prüfabschnitten lässt sich die mechanische Filterwirksamkeit gegenüber dem verwendeten Prüfboden und ähnlichen, in dem festgelegten Körnungsband liegenden Böden beurteilen. Aus den Prüfungsergebnissen ist auch zu erkennen, ob sich die erforderliche Stabilisierung des Bodendurchganges eingestellt hat.

Das Verfahren liefert nur bei sandigen bis schwach schluffigen Böden mit einem  $k$ -Wert  $\geq 10^{-5}$  m/s, die den Bodentypen A und B nach TLG (2018) entsprechen, sicher reproduzierbare Ergebnisse. Für feinkörnigere oder undurchlässigere Böden, die dem Bodentyp C nach TLG (2018) entsprechen, wird das Turbulenzverfahren angewendet.

### 3.10.1.2 Prüfböden

Für die Regelprüfung werden für die zwei Bodentypen A und B jeweils gesonderte Prüfböden A und B verwendet. Die Körnungsbänder der Bodentypen BT A und BT B nach TLG (2018) und die der zugehörigen Prüfböden werden in Bild 2 und Bild 3 dargestellt. Der Prüfboden ist vor der dem Einbau bei 105°C zu trocknen.

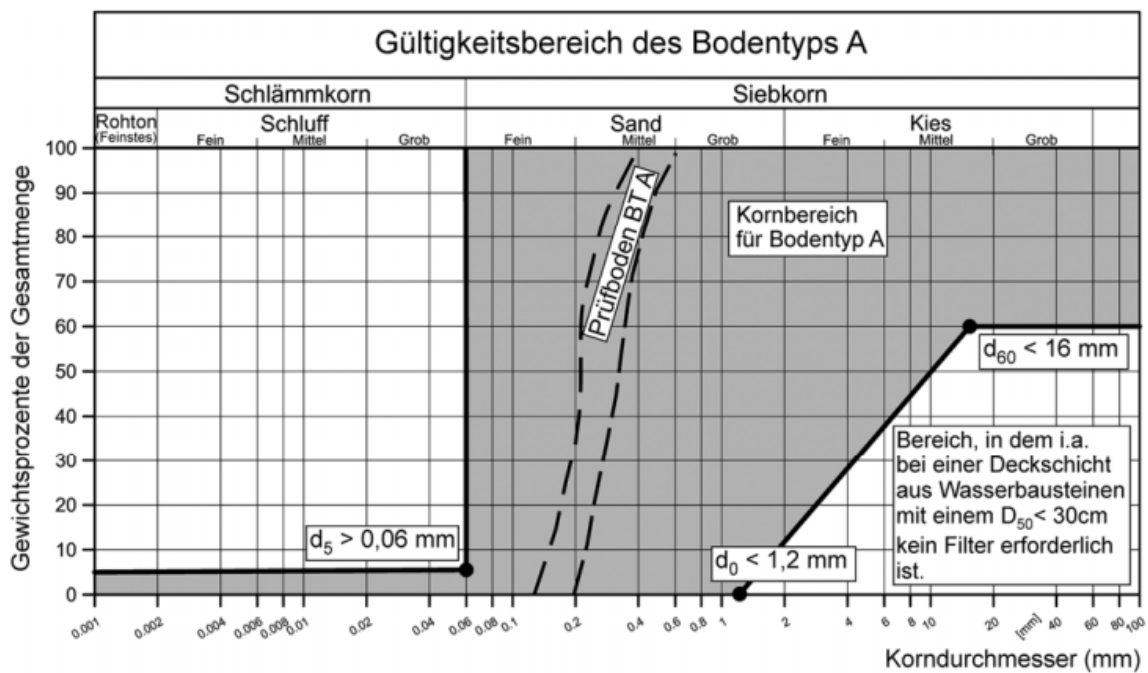


Bild 2: Gültigkeitsbereich des Bodentyps BT A

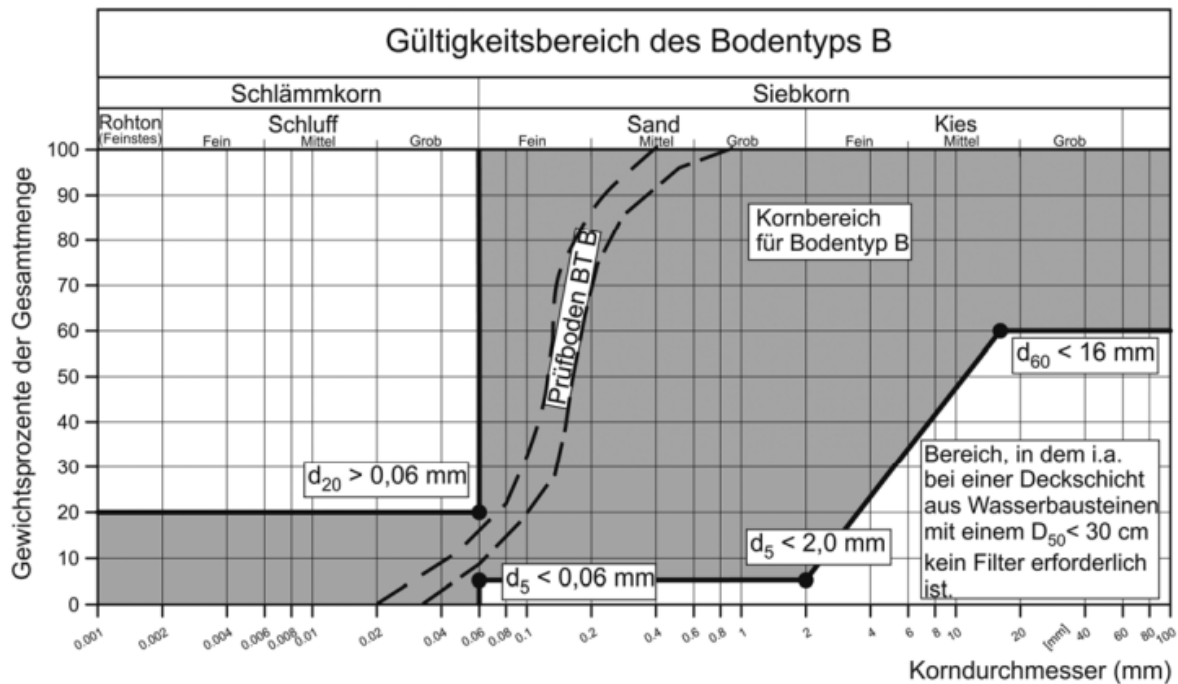


Bild 3: Gültigkeitsbereich des Bodentyps B

### 3.10.1.3 Probennahme, Probenzahl und Probenvorbereitung

Aus dem angelieferten Probematerial sind nach DIN EN ISO 9862:2005-05 fünf Messproben mit einem Schneidwerkzeug durch Stanzen herzustellen. Die Messproben müssen einen Durchmesser von 168 mm aufzeigen, dürfen nicht gefaltet werden und sind flach zu lagern. Sie werden in den Hart-PVC-Ring, siehe Bild 5, Durchmesser 187 mm, mit der Filteroberseite nach unten auf das Nirosta-Sieb gelegt und der Rand wird unter die umlaufende Nut geschoben. Das PVC-Rohr wird jeweils in den Hart-PVC-Ring eingesetzt und fest gegen die Messprobe gedrückt. Die wirksame Prüffläche der Messproben beträgt bei 153 mm Durchmesser 183,85 cm<sup>2</sup>. In den durch die Messprobe und PVC-Rohr gebildeten Probenraum werden jeweils 1500 g getrockneter Prüfboden (105° C) in gleichmäßiger Schichtdicke lose eingefüllt. Mit der PVC-Kupplung, dem Plexiglasaufsatzrohr, dem oberen Messingring und den Messinggewindestäben werden die Probenbehälter zusammengespant. Zur Wasserlagerung bzw. Prüfung werden die Probenbehälter sehr langsam bis zur Unterkante PVC-Kupplung in den Wasserbehälter eingetaucht. Sobald der Wasserspiegelausgleich zwischen Probenbehälter und Wasserbehälter erfolgt ist, wird der Probenbehälter von oben vorsichtig mit Wasser gefüllt und gleichzeitig so unter Wasser geführt, dass kein hydraulischer Höhenunterschied entsteht. Die Probenbehälter werden jeweils 415 mm unter dem Wasserspiegel bis zum Beginn der Prüfung abgesenkt und befestigt.

### 3.10.1.4 Prüfgerät

Das Prüfgerät besteht aus dem Prüfrahmen mit angeflanschem, rechts/links drehendem, regelbarem Elektromotor als Bremsmotor, der elektronischen Steuerung, der durchlaufenden Welle mit den Seilrollen, den Probenbehältern und Wasserbehältern. Die elektronische Steuerung regelt für den Antrieb die erforderliche Umdrehungszahl, die Drehrichtung, die Standzeit an den Hoch- und Tiefpunkten und die Zeit für den Hub und Absenk. Bild 4 zeigt das Prüfgerät für das Durchströmungsverfahren.

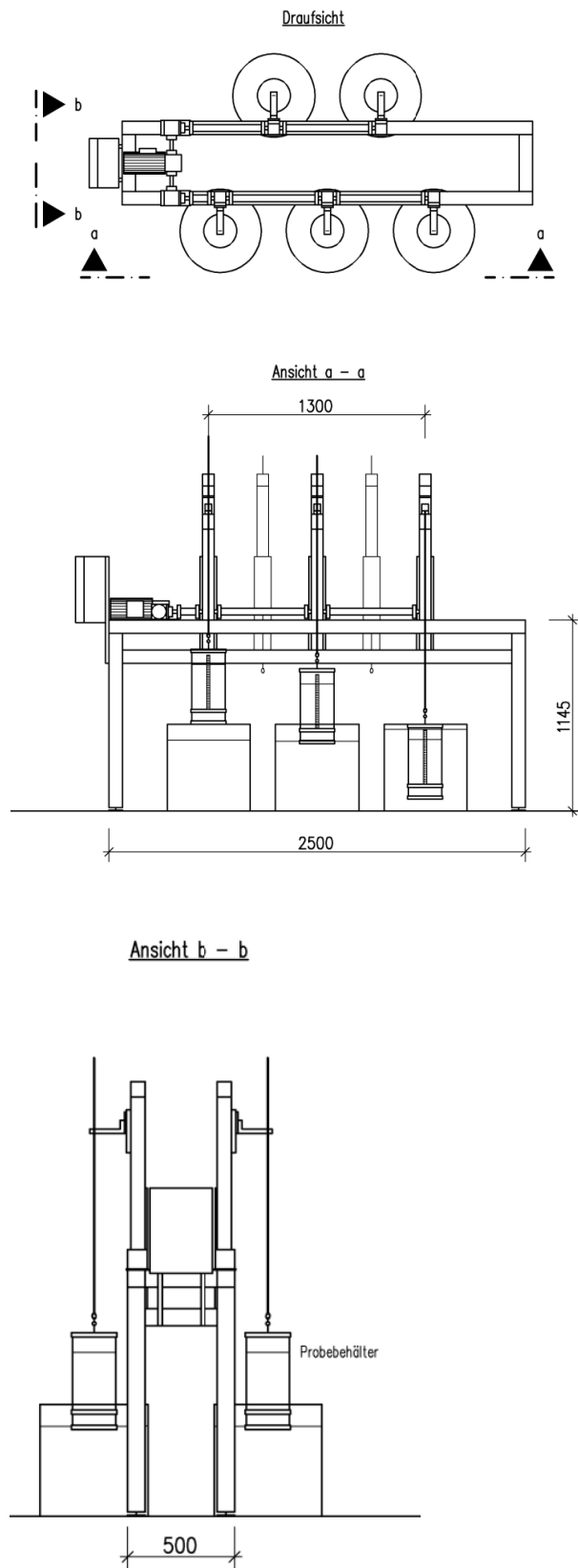


Bild 4: Ansichten des BAW-Prüfgerätes für das Durchströmungsverfahren.

Bild 5 zeigt den Aufbau der Probenbehälter und die Abmessungen.

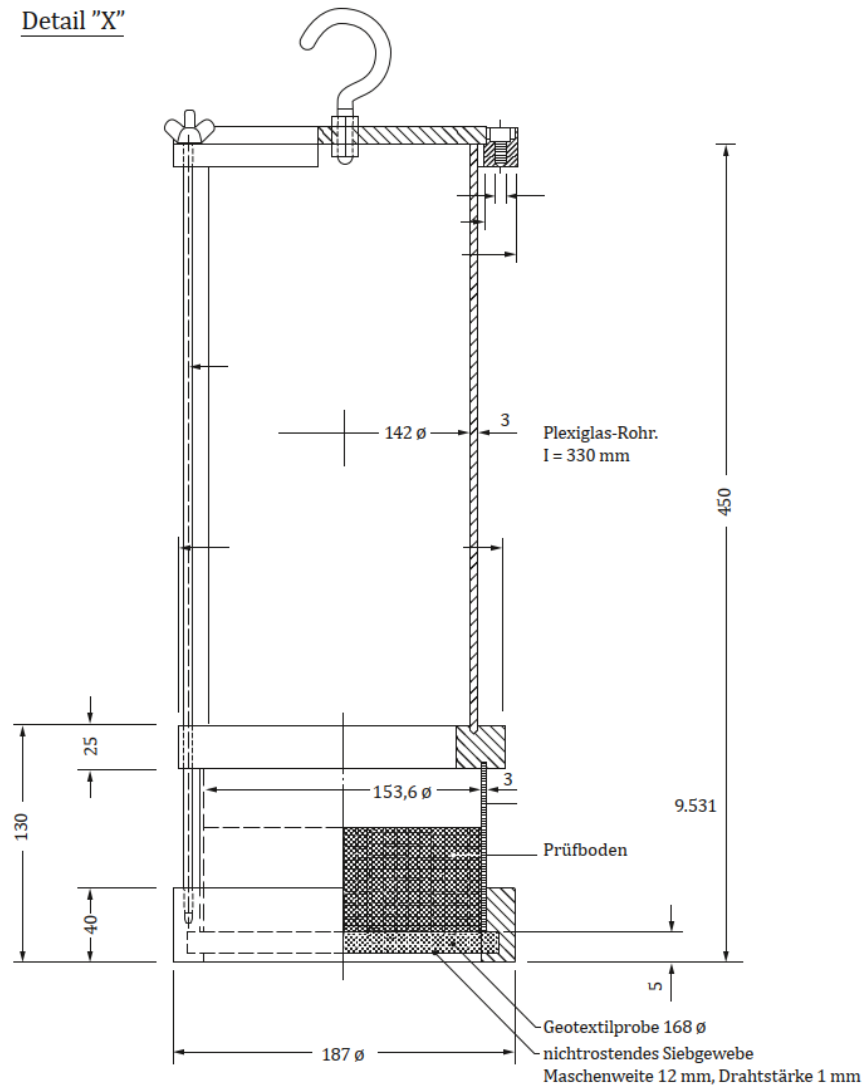


Bild 5: Probebehälter - Beispiel: BAW-Prüfgerät

### 3.10.1.5 Prüfungsdurchführung

Die Wassertemperatur der Wasserbehälter wird bei Versuchsbeginn und am Versuchsende gemessen. Die bis zur Prüfung 415 mm unter dem Wasserspiegel eingetauchten Probenbehälter werden in der Prüfeinrichtung im Wechsel ein- und ausgetaucht. Die Hub- und Absenkphase dauert 7 Sekunden, die Standzeiten am Hoch- und Tiefpunkt betragen 30 Sekunden. Der zu Beginn im angehobenen Zustand vorhandene hydraulische Höhenunterschied von 400 mm verringert sich während der 30 Sekunden Standzeit am Hochpunkt um das Maß des abfließenden Wassers. In Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Prüfbodens und des Geotextils ergeben sich entsprechende Absenkmaße. Beim Eintauchen und während der Standzeit unter Wasser ist das Absenkmaß der maximale hydraulische Höhenunterschied. Das durch die Probe von unten eindringende Wasser bewirkt einen Grundbruch im Prüfboden mit einer intensiven Verwirbelung. Die Dauer der wechselseitigen Durchströmungsbelastung beträgt insgesamt 34 Stunden (1826 Hub- und Senkvorgänge). Die Wasserbehälter, in die die Messproben eintauchen, werden nach 4, 9 und 24 Stunden gegen sedimentfreie Wasserbehälter ausgetauscht.



Die während der einzelnen Prüfphasen durch die Messproben hindurchgespülten Bodenmengen werden durch Filtrieren, Trocknen (bei 105° C) und Auswiegen bestimmt.

### 3.10.1.6 Auswertung

Die Mittelwerte des Bodendurchganges der einzelnen Belastungsphasen werden für die fünf Proben errechnet und über die vier Belastungsphasen hinweg als Summenkurve aufgetragen. Ein Beispiel findet sich in Bild 6

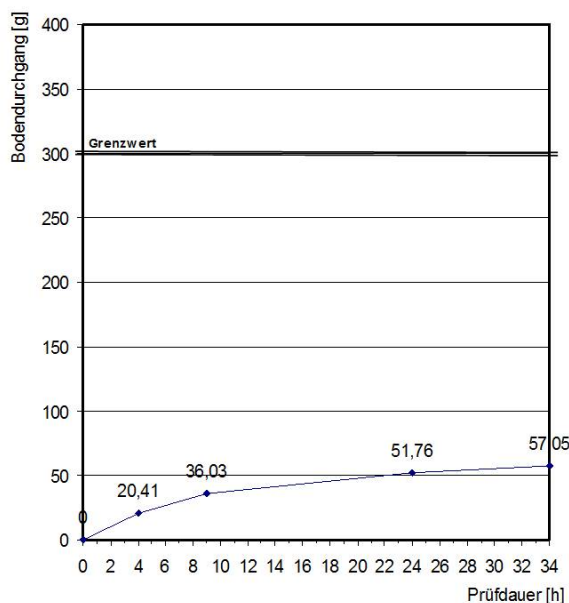


Bild 6: Beispiel für eine Summenkurve für den Bodendurchgang mit Prüfboden BT B

Der Verlauf der Kurve lässt erkennen, ob eine Stabilisierung im Bodendurchgang eingetreten ist. Ein geotextiler Filter gilt nach TLG (2018) gegenüber den Bodentypen A und B als filterstabil, wenn der Bodendurchgang insgesamt nicht 300 g und in der letzten Prüfphase nicht 30 g überschreitet. Für die Auswertung der letzten Prüfphase werden der Mittelwert und die Standardabweichung addiert.

### 3.10.1.7 Prüfbericht

Im Prüfbericht werden angegeben:

- der zur Prüfung verwendete Bodentyp,
- Mittelwert und Standardabweichung des Gesamtbodendurchgangs und des Bodendurchgangs in der letzten Prüfphase auf 1 g und bezogen in  $\text{g}/\text{m}^2$ ,
- grafische Darstellung der Summenkurve des gemittelten Bodendurchgangs.

## 3.10.2 Mechanische Filterwirksamkeit gegenüber sehr feinkörnigen Böden (Turbulenzverfahren)

### 3.10.2.1 Prüfverfahren und Auswertung

Das Verfahren dient zur Prüfung der mechanischen Filterwirksamkeit von Geotextilien gegenüber sehr feinkörnigen Böden ( $d_{20} < 0,06 \text{ mm}$ ) unter turbulenten äußeren Strömungsbelastungen. Durch Messungen des Bodendurchganges in den einzelnen Prüfabschnitten lässt sich die mechanische Filterwirksamkeit gegenüber

dem verwendeten Prüfboden BT C und ähnlichen, in dem festgelegten Kornbereich liegenden Böden, beurteilen. Aus den Prüfergebnissen ist auch zu erkennen, ob sich die erforderliche Stabilisierung des Bodendurchganges eigenstellt hat.

Mit dem Prüfverfahren wird die turbulente Anströmung eines geotextilen Filters, wie sie z.B. bei Vorbeifahrt eines Schiffes mit kritischer Heckquerwelle oder durch Schraubenstrahl auftritt, simuliert (Systemprüfung). Da jedoch entgegen den natürlichen Verhältnissen die Filterprobe im Prüfgerät unter dem Prüfboden liegt, liefert das Prüfverfahren auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse für den Bodendurchgang.

Die Durchführung und die Auswertung der Prüfung erfolgen nach DIN EN ISO 10772:2012-12.

### 3.10.2.2 Prüfboden

Für die Regelprüfung wird als Prüfboden der Bodentyp BT C, ein Mittel- bis Grobschluff, eingesetzt. Folgende bodenmechanische Kennwerte sind einzuhalten:

- Sieblinie innerhalb des Kornverteilungsbandes nach Bild 7,
- Plastizitätszahl  $I_p \leq 10\%$ ,
- Kohäsion des undrnierten Bodens  $C_u \leq 1,5 \text{ kN/m}^2$ ; Bestimmung in Anlehnung an DIN 4094-4:2002-01 mit einer Probenvorbereitung entsprechend 3.10.1.3.

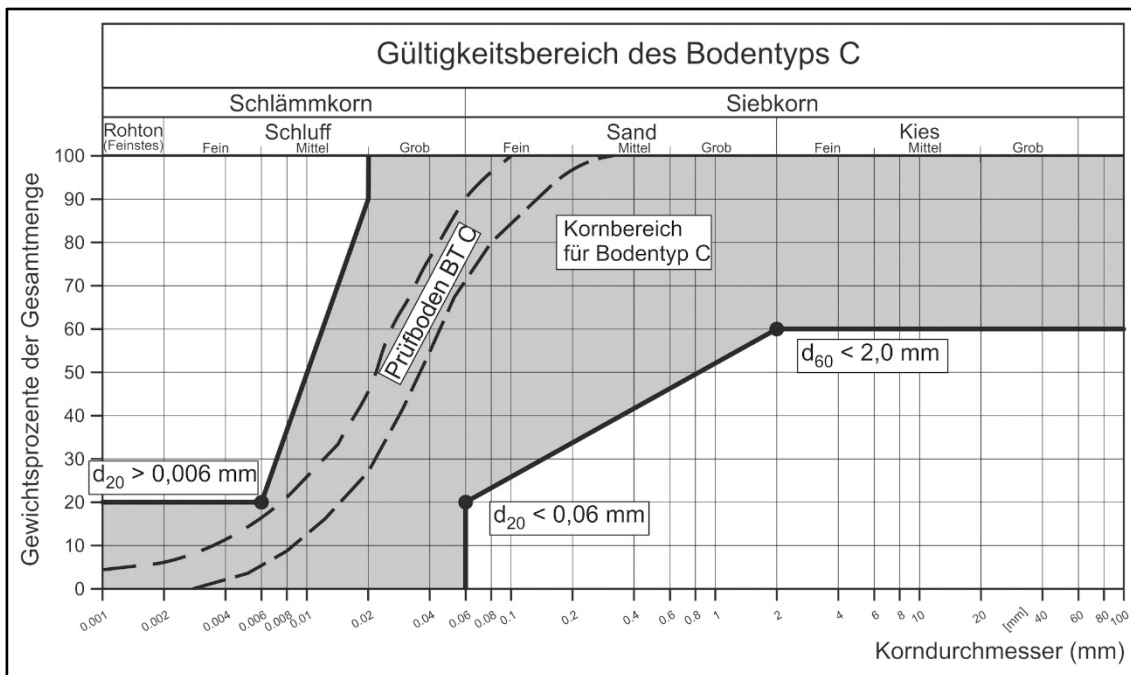


Bild 7: Prüfboden Bodentyp BT C, Mittel- bis Grobschluff

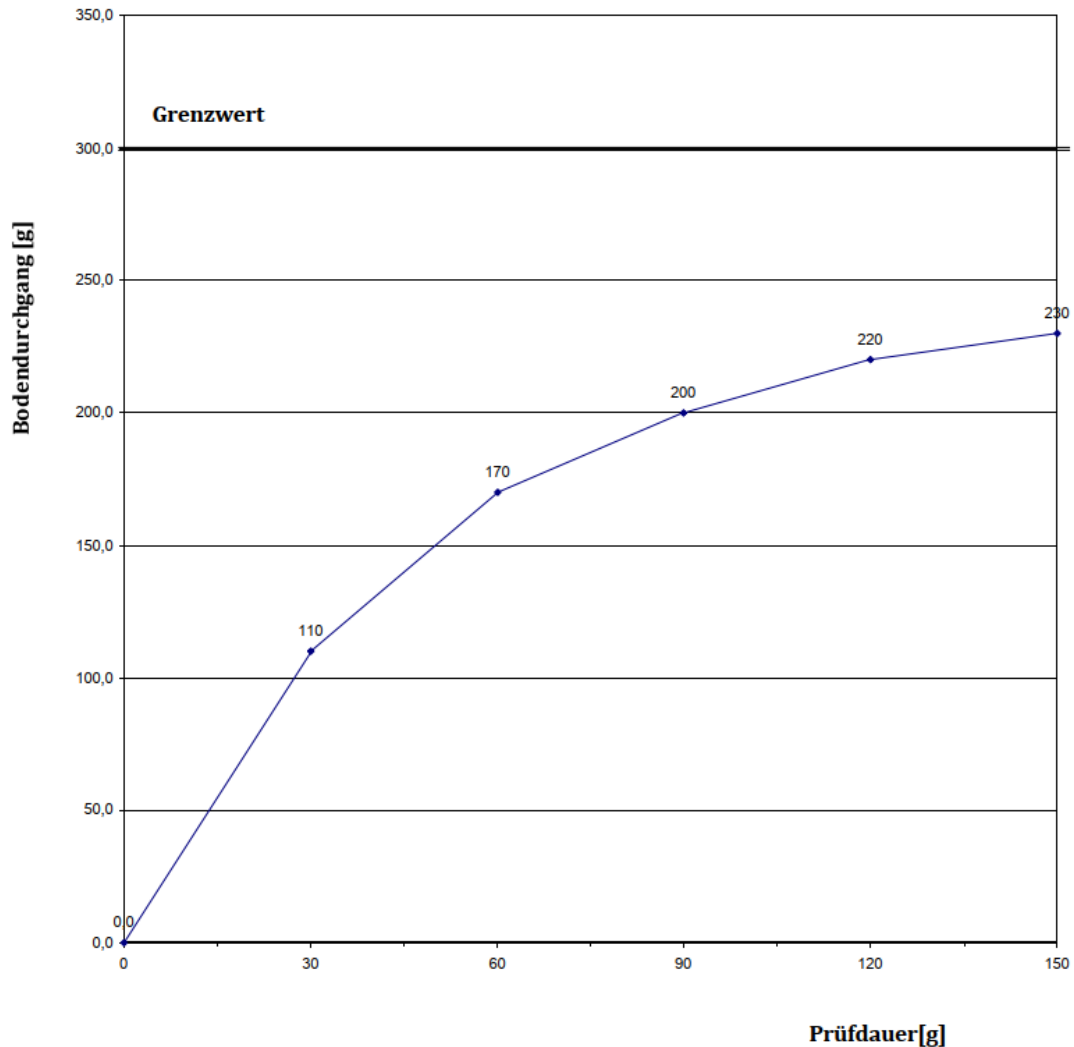


Bild 8: Beispiel für eine Summenkurve für den Bodendurchgang mit Prüfboden BT C

### 3.10.2.3 Prüfbericht

Im Prüfbericht werden angegeben:

- der zur Prüfung verwendete Bodentyp C,
- Mittelwert und Standardabweichung des Gesamtbodendurchganges und des Bodendurchganges in der letzten Prüfphase auf 1 g,
- Bodendurchgangswert  $Sp_v$  in  $g/m^2$ ,
- grafische Darstellung der Summenkurve des gemittelten Bodendurchganges.

### 3.10.3 Hydraulische Filterwirksamkeit

#### 3.10.3.1 Prüfverfahren

Mit dem Prüfverfahren wird die Wasserdurchlässigkeit unbelasteter bodenbesetzter Geotextilproben normal zu ihrer Ebene bestimmt (hydraulische Filterwirksamkeit). Das Verfahren wird mit dem BAW-Prüfgerät nach

Abschnitt 3.8.2 an den bodenbesetzten Proben aus der Prüfung der mechanischen Filterwirksamkeit, Abschnitt 3.10.1 und 3.10.2, durchgeführt.

#### 3.10.3.2 Probennahme, Probenanzahl, Probenvorbereitung

Nach der Prüfung der mechanischen Filterwirksamkeit werden die mit dem Prüfboden angereicherten Filterproben (Abschnitt 3.10.1 oder 3.10.2) ausgebaut und der darüber liegende Boden bis zur Oberfläche des Geotextils abgetragen. Anschließend werden die Filterproben mit der Unterseite nach oben in den Probenbehälter aus Hart-PVC des BAW-Prüfgerätes nach Abschnitt 3.8.2 eingebaut. Somit zeigt die mit dem Prüfboden besetzte Seite in der Versuchsdurchführung nach unten. Beim Einfüllen des Wassers ist zu beachten, dass unterhalb der Probe kein Luftpolster entsteht. Wird nicht unmittelbar nach der mechanischen Filterwirksamkeit geprüft, sind die Proben bis zur Prüfung unter Wasser zu lagern.

#### 3.10.3.3 Prüfungsdurchführung

An den bodenbesetzten Proben wird die Wasserdurchlässigkeit  $V_{H50}$  in mm/s mit einer Messung je Probe gemäß Abschnitt 3.8 und DIN EN ISO 11058:2019-09 ermittelt. Abweichend von Abschnitt 3.8 wird die Prüfung mit einem hydraulischen Höhenunterschied von 50 cm durchgeführt.

#### 3.10.3.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt gemäß Abschnitt 3.8. Nach TLG, Ausgabe 2018, Anlage 2, Blatt 1, Fußnote 5, wird die Durchlässigkeit  $k_{10}$  in Spalte 7 wie folgt berechnet:

$$k_{10} = (V_{H50} \cdot D) / (R_{T10} \cdot h)$$

Dabei ist:

- $k_{10}$  die Durchlässigkeit bei 10°C und  $h = 0,05$  m in m/s
- $V_{H50}$  die Wasserdurchlässigkeit in m/s nach Abschnitt 3.8
- D die Dicke nach Abschnitt 3.5
- $R_{T10}$  der Temperaturkorrekturfaktor = 1,30
- h die Höhe 0,05 m.

#### 3.10.3.5 Prüfbericht

Im Prüfbericht werden angegeben:

- a) grafische Darstellung für den Geschwindigkeitsindex  $V_{H50}$  in mm/s (Bezugstemperatur 20°C) der bodenbesetzten Einzelproben,
- b) Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient für die Wasserdurchlässigkeit  $V_{H50}$  in mm/s,
- c) Durchlässigkeit  $k_{10}$  in mm/s.

### 3.11 Durchschlagwiderstand

#### 3.11.1 Prüfverfahren

Die Prüfung dient der Ermittlung des Durchschlagwiderstandes von Geotextilien gegenüber Stoß und Schlag beim Einbau unter Wasserbausteinen.

Das Ergebnis beschreibt den durch Messung einer Produktlage bestimmten Durchschlagwiderstand in Abhängigkeit einer Fallhöhe. Der Test simuliert den freien Fall von Wasserbausteinen bei der Einstellung einer geschütteten Deckschicht. Zur Prüfung des Durchschlagwiderstandes liegt eine am Rand eingespannte Messprobe auf einem Sandbett. Die Fallenergie des Fallbärs wird durch das Einstellen einer bestimmten Fallhöhe reguliert. Der Versuch liefert eine Ja/Nein-Aussage zum Durchschlagwiderstand. Eine Probe mit einem oder mehreren Löchern nach dem Durchschlagversuch liefert eine Nein-Aussage hinsichtlich eines ausreichenden Durchschlagwiderstands. Die geprüfte Probe muss uneingeschränkte Filtereigenschaften aufweisen.

Die Regelprüfung unterscheidet die folgenden Randbedingungen:

- Fallenergie 600 Nm (Steinklasse CP90/250 nach DIN EN 13383-1:2002-08),
- Fallenergie 1200 Nm (Steinklasse LMB5/40 nach DIN EN 13383-1:2002-08),
- Fallenergie 1800 Nm (Steinklasse LMB10/60 nach DIN EN 13383-1:2002-08).

Der Antragsteller der Grundprüfung legt die zu prüfende Fallenergie fest und gibt die zu prüfende Einbauoberseite an.

Die Prüfungen können auch zu Identifikationszwecken im Rahmen von Gültigkeitsverlängerungen und für Kontrollprüfungen verwendet werden.

#### 3.11.2 Probennahme, Probenanzahl, Probenvorbereitung

Aus der angelieferten Probe sind nach DIN EN ISO 9862:2005-05, Probenahme und Vorbereitung der Messproben von Geokunststoffen, jeweils 5 Messproben mit einem Schneidwerkzeug in den Abmessungen 100 x 100 cm herzustellen. Die Messproben dürfen nicht gefaltet werden und sind flach zu lagern.

Außerhalb des Prüfgerüsts wird im Lagerwagen das Sandbett durch Stampfen verdichtet und oberflächenbündig mit den Auflageflächen abgezogen. Das Sandbett entspricht dem aus Bild 3 ersichtlichen Bodentyp B nach TLG (2018) mit dem Flächenmaß 80/80 cm bei 31 cm Dicke. Die Messprobe als Vlies, Verbundstoff oder Gewebe wird mit der Unterseite so auf das Sandbett aufgelegt, dass die Messprobenrichtung mit der geringeren Zugkraft nach Abschnitt 3.6 einen rechten Winkel zur Schneidenlängsachse des Fallbärs bildet. Bei Geweben und thermisch verfestigten Geotextilien wird im Flanschbereich des Lagerwagens ein 3 mm dickes Flachgummi mit Gewebeeinlage zur Verbesserung der Randeinspannung zugelegt.

Für die Prüfung sind die folgenden Produkte nach DIN EN ISO 10318-1:2018-10 zu unterscheiden:

- a) einschichtige Geotextilien (GTX), die Probe wird so auf das Sandbett aufgelegt, dass die Proben-Richtung mit der geringeren Zugkraft (längs in Herstellungsrichtung oder Bezeichnung MD) einen rechten Winkel zur Schneidenlängsachse des Fallbärs bildet,
- b) zweischichtige Geovliesstoffe (GTX-NW), der Hersteller muss ggfs. die Einbauoberseite benennen, die Unterseite wird auf das Sandbett gelegt, die Probenausrichtung erfolgt wie unter a),
- c) einschichtige Geogewebe (GTX-W), die Probe wird so auf das Sandbett aufgelegt, dass die Proben-Richtung mit der geringeren Zugkraft (quer zur Herstellungsrichtung oder Bezeichnung CMD) einen rechten

Winkel zur Schneidenlängsachse des Fallbärs bildet, im Flanschbereich des Lagerwagens wird ein 3 mm dickes Flachgummi zur Verbesserung der Randeinspannung zugelegt,

- d) Sandmatten (GTP) mit Vliesstoffen in der Träger- und Deckschicht, der Hersteller muss ggfs. die Einbauoberseite benennen, die Unterseite wird auf das Sandbett gelegt, die Probenausrichtung erfolgt wie unter a),
- e) Sandmatten (GTP) mit Vliesstoffen und einer Gewebeschicht, die Vliesseite muss als Einbauoberseite gekennzeichnet sein, im Flanschbereich des Lagerwagens wird ein 3 mm dickes Flachgummi zur Verbesserung der Randeinspannung zugelegt.

### 3.11.3 Prüfgerät

Das Prüfgerät (Bild 9) besteht aus einem 4säuligen Prüfrahmen mit zentraler 2säuliger Fallbärführung, dem 113,5 kg schweren Fallbär (Bild 10) mit einer speziellen Schneidenausbildung, elektromotorischem Fallbärenhub, elektromagnetischer Fallbärankopplung und Auslösung, hydraulischer Geräteanhebung zum Probenein- und -ausbau, hydraulischer Probenanpressung während der Prüfung sowie dem Lagerwagen mit dem Sandbett.

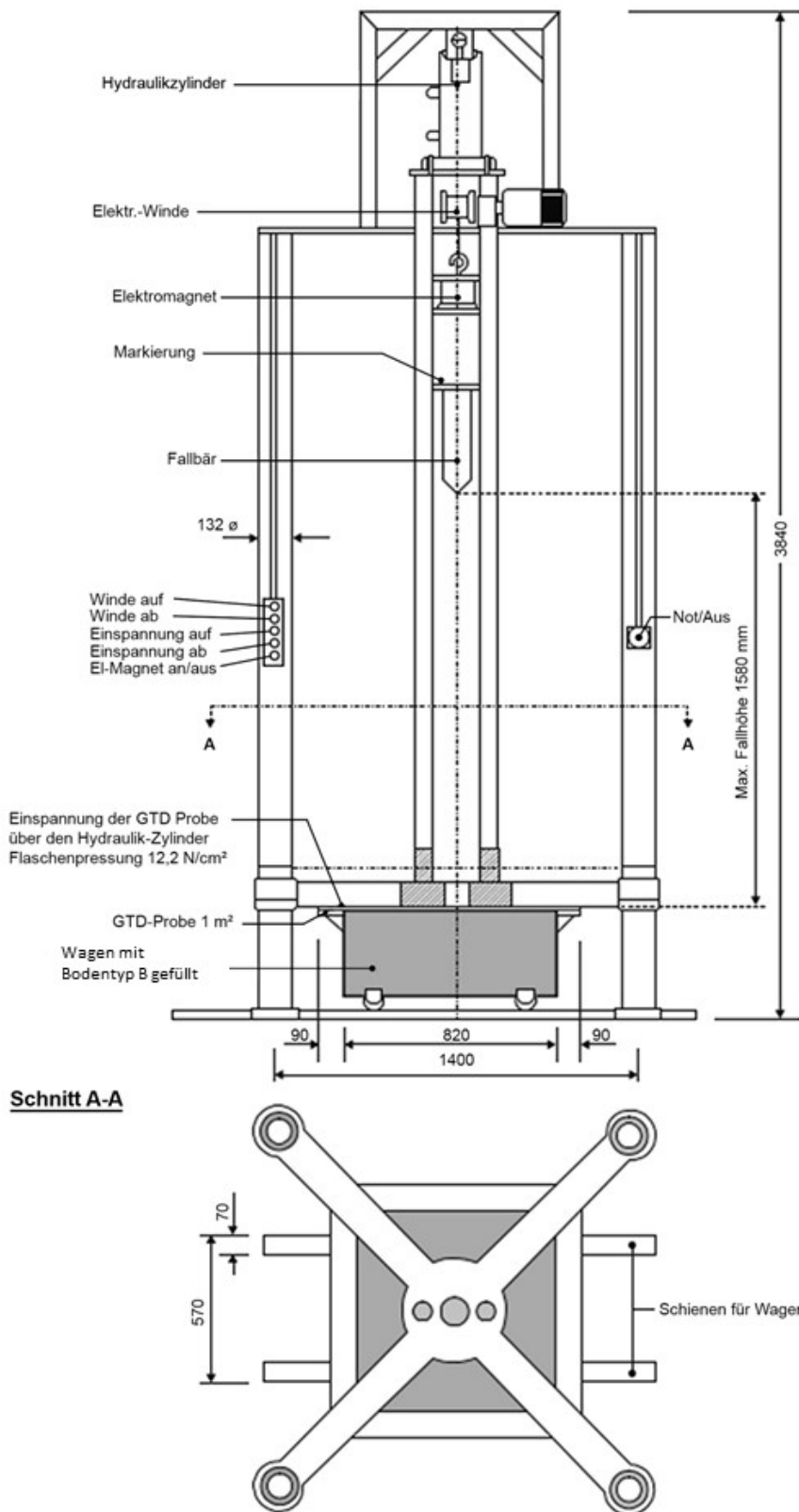


Bild 9: Durchschlagprüfgerät

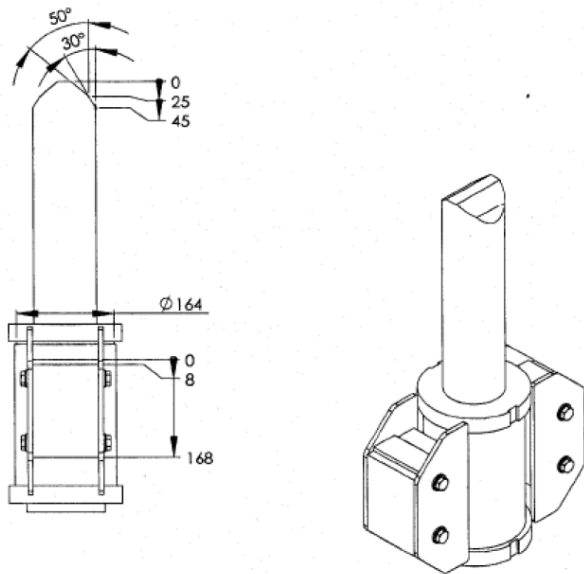


Bild 10: Fallbär

#### 3.11.4 Prüfungsdurchführung

Zur Prüfung wird die vorbereitete Messprobe auf dem Lagerwagen unter den Prüfrahmen in Prüfstellung gebracht und die Randeinspannung mit 100 bar Hydraulikdruck hergestellt. Je nach Anforderung wird der Fallbär auf die Marke 600, 1200 oder 1800 Nm aufgefahren und zur Prüfung ausgelöst. Nach Sicherung des Fallbärs in Ruhstellung wird die Probe ausgebaut und auf Schäden überprüft.

Als Schäden gelten Durchschläge (Löcher) und alle augenscheinlichen Veränderungen, die auf eine Minderung der Filterstabilität und Festigkeit hindeuten (u.a. Schäden an Schuss- oder Kettfäden, Fadenverschiebungen, Faserverdrängungen).

#### 3.11.5 Prüfbericht

Für den Prüfbericht sind folgende Informationen in der Prüfkarte aufzuzeichnen:

- die eingesetzte Fallenergie in Nm,
- Anzahl der Messproben ohne Beschädigung,
- Filterfunktion der Messproben nach der Prüfung, Ja/Nein-Aussage,
- Verformung in das Sandbett (Kratertiefe und -durchmesser in cm),
- ggfs. Fotodokumentation der Messproben die Schäden aufweisen.

Die Prüfung gilt als "bestanden", wenn keine der fünf Messproben Schäden gemäß Abschnitt 3.11.4 aufweist und eine Filterfunktion möglich ist. Ein ausreichender Durchschlagswiderstand bei 1800 Nm schließt bei gleichem Prüfuntergrund einen ausreichenden Durchschlagswiderstand für 1200 Nm und 600 Nm Fallenergie ein.



## **3.12 Abriebbeständigkeit**

### **3.12.1 Prüfverfahren**

Das Verfahren nach ISO 22182:2020-06 simuliert Abriebbeanspruchungen an Geokunststoffen, wie sie z.B. durch Bewegung von Steinen im Deckwerk auftreten können. In einer rotierenden Trommel rutscht ein Splitt-Wassergemisch 40000 Umdrehungen im Links- und 40000 Umdrehungen im Rechtslauf über die eingebauten Messproben. Soweit die Proben danach nicht zerstört sind, werden die Prüfwerte der Zugkraft und charakteristischen Öffnungsweite (Abschnitt 3.9) festgestellt. Als Maß für die Beurteilung der Abriebbeständigkeit dienen die Veränderungen der Prüfwerte gegenüber den Ausgangswerten. Ferner wird geprüft, ob durch die Abriebbeanspruchung Fasern aus den Messproben gelöst werden.

### **3.12.2 Probenanzahl, Probenvorbereitung**

Die Entnahme der Messproben und die Probenvorbereitung erfolgt nach ISO 22182:2020-06.

Zunächst wird zur Feststellung der schwächsten Richtung eine Zugprüfung nach DIN EN 29073-3:1992-08. Die Prüfdurchführung entspricht der in der ISO 22182:2020-06 genannten ISO 9073-3.

Die der Abriebbeanspruchung zugewandte Seite ist die vom Antragsteller angegebene Einbauoberseite.

### **3.12.3 Prüfgerät, Prüfungsdurchführung**

Das Prüfgerät entspricht ISO 22182:2020-06 und besteht aus einer achteckigen, über eine horizontale Welle angetriebene Stahltrommel mit 8 Prüffeldern, dem regelbaren Antriebsmotor, der elektronischen Steuerung und dem Prüfrahmen.

Das Abriebgut hat folgende Zusammensetzung:

- 2 kg scharfkörniger Basaltesplitt 8/11 mm
- 1 kg scharfkörniger Basaltesplitt 5/8 mm
- 1 kg scharfkörniger Basaltesplitt 2/5 mm
- 8 l Wasser

Die Regelprüfung erfolgt in zwei Abriebfolgen von je 40000 Umdrehungen. Bei 16 Trommelumdrehungen je Minute wird alle 5000 Umdrehungen die Drehrichtung geändert. Nach den ersten 40000 Umdrehungen werden die Messproben augenscheinlich hinsichtlich Schädigungen und Faserfreisetzung beurteilt. Sind die Messproben nicht zerstört, wird das Abriebgut erneuert und die zweite Abriebfolge vorgenommen.

### **3.12.4 Prüfbericht**

Im Prüfbericht werden angegeben:

- a) Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient für die Zugfestigkeit in kN/m mit einer Nachkommastelle,
- b) charakteristische Öffnungsweite  $O_{90}$  nach Abriebbeanspruchung,
- c) ggfs. visuelle Beschreibung falls Schadstellen aufgetreten sind und die Freisetzung von Faserpartikeln (Mikroplastik, Ja/Nein-Aussage) festgestellt wurde.

### 3.13 Stempeldurchdruckversuch

Der Stempeldurchdruckversuch (CBR-Versuch) gibt als Indexprüfung ein Maß für den Durchdruckwiderstand. Dieser kann im Deckwerksbau von Bedeutung sein, wenn sich ein Befahren mit Baugerät nicht vermeiden lässt. Bei Geotextilien, die als Trennlage in Betriebswegen, Baustraßen oder bei hohen Überschüttungen eingesetzt werden, kann über den Stempeldurchdruckversuch die Eignung gegenüber dieser Beanspruchung beurteilt werden.

Der Stempeldurchdruckversuch (CBR-Versuch) wird nach DIN EN ISO 12236:2006-11 durchgeführt.

### 3.14 Dichte

Die Dichte der Fasern wird nach DIN EN ISO 1183-2:2019-06, Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule bestimmt.

### 3.15 Verbund mehrlagiger Geotextilien (Verbundstoff)

Die einzelnen Lagen eines Verbundstoffes (z.B. Sandmatten) sind in der Regel mechanisch miteinander verbunden. Ein vollflächiger Verbund wird durch eine ausreichende Vernadelung erreicht.

Die Verbundfestigkeit wird nach DIN EN ISO 13426-2:2005-08, Bild 2, mit dem Schälversuch, geprüft. Im Prüfbericht ist die mittlere Verbindungsfestigkeit  $T_{\text{Schäl}}$  anzugeben.

## 4 Literatur

ZTV-W LB 210 (2015): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Böschungs- und Sohlensicherungen (Leistungsbereich 210), EU-Notifizierung Nr. 2015/28/D.

TLG (2018): Technische Lieferbedingungen für Geotextilien und geotextilverwandte Produkte an Wasserstraßen (TLG).

DIN ISO 3696:1991-06: Wasser für analytische Zwecke; Anforderungen und Prüfungen (ISO 3696:1987).

DIN EN 12620:2008-07: Gesteinskörnungen für Beton.

DIN EN 13139:2002-08: Gesteinskörnungen für Mörtel.

DIN EN 13242:2008-03: Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau.

DIN EN 13253:2016-12: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Erosionsschutzanlagen (Küstenschutz, Deckwerksbau).

DIN EN 13383-1:2002-08: Wasserbausteine – Teil 1: Anforderungen.

DIN EN 29073-3:1992-08: Textilien; Prüfverfahren für Vliesstoffe; Teil 3: Bestimmung der Höchstzugkraft und der Höchstzugkraftdehnung (ISO 9073-3:1989).

ISO 554:1976-07: Normalklimate für die Konditionierung und/oder Prüfung; Anforderungen.

DIN EN ISO 1183-2:2019-06: Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule (ISO 1183-2:2019).

DIN EN ISO 1973:1995-12: Textilien – Fasern – Bestimmung der Feinheit – Gravimetrisches Verfahren und Schwingungsverfahren (ISO 1973:1995).

DIN EN ISO 9862:2005-05: Geokunststoffe – Probenahme und Vorbereitung der Messproben (ISO 9862:2005).

DIN EN ISO 9863-1:2020-04: Geokunststoffe – Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken – Teil 1: Einzellagen (ISO 9863-1:2016 + Amd.1:2019).

DIN EN ISO 9864:2005-05: Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten (ISO 9864:2005).

DIN EN ISO 10318-1:2018-10: Geokunststoffe – Teil 1: Begriffe (ISO 10318-1:2015 + Amd 1:2018).

DIN EN ISO 10319:2015-09: Geokunststoffe – Zugversuch am breiten Streifen (ISO 10319:2015).

DIN EN ISO 10321:2008-08: Geokunststoffe – Zugprüfung von Verbindungen/Nähten am breiten Streifen (ISO 10321:2008).

DIN EN ISO 10772:2012-12: Geotextilien – Prüfverfahren zur Bestimmung der Filterbeständigkeit von Geotextilien in turbulenten Strömungsbedingungen (ISO 10772:2012).

DIN EN ISO 11058:2019-09: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene, ohne Auflast (ISO 11058:2019).

DIN EN ISO 12236:2006-11: Geokunststoffe – Stempeldurchdruckversuch (CBR-Versuch) (ISO 12236:2006).

DIN EN ISO 12956:2020-05: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite (ISO 12956:2019).

DIN EN ISO 13426-2:2005-08: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Festigkeit produkt-interner Verbindungen – Teil 2: Geoverbundstoffe (ISO 13426-2:2005).

DIN CEN/TS 16637-2:2014-11: Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung.

ISO 22182:2020-06: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Abriebfestigkeitseigenschaften bei Nässe für hydraulische Anwendungen.

DIN 4094-4:2002-01: Baugrund – Felduntersuchungen – Teil 4: Flügelscherversuche.

**Anlage 1: Tabellarische Übersicht der durchzuführenden Einzelprüfungen für eine Grundprüfung**

Abs.	Prüfung	Ergebnis	Einheit
3.2	Bestimmung der Rohstoffe		
3.3.1	Bestimmung der Inneren Oberfläche		m <sup>2</sup>
3.3.2	Oberflächenauslaugprüfung (aus den Angaben des Antragstellers)		mg/m <sup>2</sup>
3.4	Flächenbezogene Masse nach DIN EN ISO 9864:2005-05	XXX,xx ± XX,xx	g/m <sup>2</sup>
3.5	Dicke bei 2 kN/m <sup>2</sup> Normalspannung nach DIN EN ISO 9863-1:2020-04	X ± X,xx	mm
3.6	Zugversuch DIN EN ISO 10319:2015-09, Höchstzugkraft	MD: XX,xx ± X,xx CMD: XX,xx ± X,xx	kN/m
3.8	Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Geotextilebene ohne Auflast nach DIN EN ISO 11058:2019-09, V <sub>H50</sub>	XX,xx ± X,xx	mm/s
3.9	Charakteristische Öffnungsweite O <sub>90</sub>	XX	µm
3.10.1	Mechanische Filterwirksamkeit nach dem Turbulenzversuch mit Bodentyp BT C (oder nach Durchströmungsversuch mit Bodentyp A oder B)		
3.10.2	Gesamtbodendurchgang	XXX,x ± XX,x	g
	Bodendurchgang in der letzten Prüfphase	XX,x ± X,x	g
3.10.3	Hydraulische Filterwirksamkeit nach dem Turbulenzversuch mit Bodentyp BT C (oder nach Durchströmungsversuch mit Bodentyp A oder B)	k <sub>10</sub> = X,xx · 10 <sup>-x</sup>	m/s
3.11	Durchschlagwiderstand, Fallenergie	Steinklasse (CP90/250 oder LMBxx/xx)	Nm
3.12	Abriebbeständigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugversuch DIN EN 29073-3:1992-08 mit 50 mm Probenbreite (Höchstzugkraft M</li> <li>• oder CMD, nach Abrieb)</li> <li>• Charakteristische Öffnungsweite O<sub>90</sub>, nach Abrieb</li> </ul>	XX,X ± X,x XX,x	kN/m µm
3.13	Stempeldurchdruckversuch (CBR), Durchdruckwiderstand	X,xx	kN
3.14	Dichte	X,xx	g/cm <sup>3</sup>
3.15	Verbund mehrlagiger Geotextilien, Schälfestigkeit	X,x	kN/m

**Anlage 2: Rechenbeispiel für die Innere Oberfläche  $O_I$  eines aus einem mechanisch verfestigten Stapelfaservliesstoff hergestellten Geokunststoff**

Für das Berechnungsbeispiel wird ein Vliesstoff mit folgenden Kennwerten angenommen:

- a) Faserdurchmesser  $d$ : 25  $\mu\text{m}$
- b) Mittlere Faserfeinheit  $q$ : 7 dtex (7 g/10.000 m Faserlänge)
- c) Flächenbezogener Masse  $\rho_A$ : 700 g/  $\text{m}^2$

Die Oberfläche  $O$  einer 10.000 m langen Faser ergibt sich zu:

$$O = (0,5 \cdot d)^2 \cdot \pi \cdot 2 + d \cdot \pi \cdot l$$

$$O = (0,5 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ m})^2 \cdot \pi \cdot 2 + 25 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \pi \cdot 10.000 \text{ m}$$

$$O = 0,785398 \text{ m}^2$$

Ein Quadratmeter dieses Geotextils mit 700 g/  $\text{m}^2$  flächenbezogener Masse  $\rho_A$  hat eine Anzahl von angenommen 10.000 m langen Fasern von:

$$N = \rho_A / m_F$$

$$N = 700 \text{ g} / 7 \text{ g} = 100 \text{ Fasern}/\text{m}^2$$

Daraus ergibt sich eine Innere Oberfläche  $O_I$  pro  $\text{m}^2$  Geotextil von:

$$O_I = O_I = N \cdot O = 100 \cdot 0,785398 \text{ m}^2 = 78,5398 \text{ m}^2 = \text{ca. } 80 \text{ m}^2$$