

**BAWMerkblatt (Entwurf)**

**Schlauchwehre (MSW)**

**Teil C: Anforderungen an Membran und Klemmkonstruktion  
sowie Nachweis der Funktionalität des Gesamtsystems**

**Ausgabe 2023 – Entwurf (Stand August 2023)**

ENTWURF

## 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  
www.baw.de

Copyright: Creative Commons BY-ND 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>  
Soweit nicht anders angegeben, liegen alle Bildrechte bei der BAW.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
1	Anwendungsbereich	1
2	Normative Verweise	1
3	Anforderungen an die Schlauchmembran	3
3.1	Allgemeines	3
3.2	Innere und äußere Elastomer-Deckschicht	4
3.2.1	Anforderungen	4
3.2.2	Prüfungen	6
3.3	Gewebeeinlage	7
3.3.1	Anforderungen	7
3.3.2	Prüfungen	7
3.4	Verbundwerkstoff Schlauchmembran	7
3.4.1	Anforderungen	7
3.4.2	Prüfungen	8
4	Anforderungen an die Klemmkonstruktion	8
5	Anforderungen an das Schlauchwehrsystem	8
5.1	Systemprüfung	8
5.1.1	Allgemeines	8
5.1.2	Ausziehversuch	9
5.1.3	Fallweise erforderliche Prüfungen	10
6	Qualitätssicherung von Schlauchwehrsystemen	13
6.1	Qualitätssicherungssystem	13
6.2	Nachweis der Verwendbarkeit	14
6.3	Nachweis der Übereinstimmung	15
6.4	Aufnahme in die Zusammenstellung „Schlauchwehrsysteme“	16
7	Literaturverzeichnis	17

<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
Abbildung 1:	Schematische Darstellung des Rahmenschergeräts aus [1]	10
Abbildung 2:	Probe für den Rahmenscherversuch bestehend aus einer Schlauchmembran (rechts) und einer entsprechend der Klemmschienenoberfläche vorbereiteten Stahlplatte (links)	11
Abbildung 3:	Versuchsaufbau zur Ermittlung der Lochleibungstragfähigkeit der Membran (aufgezeichnetes Raster auf der Membranprobe dient der besseren Sichtbarkeit der Verformung)	12
Abbildung 4:	Zyklische Temperaturbeanspruchung zur Ermittlung der temperaturbedingten Änderung der Vorspannkraft	13

<b>Tabellenverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
Tabelle 1:	Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Elastomer der Deckschichten	5
Tabelle 2:	Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an den Verbundwerkstoff Membran	7
Tabelle 3:	Nachweise und Zuständigkeiten im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit	14
Tabelle 4:	Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Elastomer der Deckschichten im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung	15
Tabelle 5:	Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Verbundwerkstoff Membran im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung	16

### **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1(normativ):	Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG): Prüfung und Bewertung von Schlauchmembranen bezüglich der Auswirkungen auf Gewässer	18
---------------------	--	----

## 1 Anwendungsbereich

- (1) Der Teil C des Merkblatts BAW-MSW legt für wassergefüllte Schlauchwehre an Binnenwasserstraßen
  - a) Anforderungen an Schlauchmembranen,
  - b) Anforderungen an Klemmkonstruktionen,
  - c) Anforderungen an die Funktionalität eines Schlauchwehrsystems bestehend aus einer Membran gemäß a) und einer Klemmkonstruktion gemäß b), die anhand einer Systemprüfung nachzuweisen ist,
- (2) fest und beschreibt die zugehörigen Prüfverfahren.
- (3) Der Teil C des Merkblatts Schlauchwehre (MSW) unterscheidet hinsichtlich der Qualitätssicherung in einen Nachweis der Verwendbarkeit und einen Nachweis der Übereinstimmung.

## 2 Normative Verweise

BBodSchV Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung

DIN 878 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Mechanische Messuhren - Grenzwerte für Messabweichungen

DIN 38412-37 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L) – Teil 37: Bestimmung der Hemmwirkung von Wasser auf das Wachstum von Bakterien (*Photobacterium phosphoreum*; Zellvermehrungs-Hemmtest) (L 37)

DIN 53504 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Bestimmung von Reißfestigkeit, Zugfestigkeit, Reißdehnung und Spannungswerten im Zugversuch

DIN 53508 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Künstliche Alterung

DIN 53545 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Bestimmung des Verhaltens von Elastomeren bei tiefen Temperaturen (Kälteverhalten) – Grundlagen und Prüfverfahren

DIN EN 1484 Wasseranalytik – Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)

DIN EN 1622 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Geruchsschwellenwerts (TON) und des Geschmacksschwellenwerts (TFN)

DIN EN 1990 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 27888 Wasserbeschaffenheit; Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

DIN EN ISO 252 Fördergurte – Lagenhaftung zwischen den Bestandteilen – Prüfverfahren

DIN EN ISO 283 Textilfördergurte – Zugfestigkeit bei voller Gurtdicke, Bruchdehnung und Dehnung bei breitenbezogener Bruchkraft – Prüfverfahren

DIN EN ISO 1043-1 Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen – Teil 1: Basis-Polymere und ihre besonderen Eigenschaften

DIN EN ISO 1183-1 Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren

DIN EN ISO 6341 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmung der Beweglichkeit von Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) – Akuter Toxizitäts-Test

DIN EN ISO 7027 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Trübung - Teil 1: Quantitative Verfahren

DIN EN ISO 7887 Wasserbeschaffenheit - Untersuchung und Bestimmung der Färbung

DIN EN ISO 8692 Wasserbeschaffenheit - Süßwasseralgen-Wachstumshemmtest mit einzelligen Grünalgen

DIN EN ISO 10523:2012-04 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des pH-Werts

DIN EN ISO 11348-1 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) – Teil 1: Verfahren mit frisch gezüchteten Bakterien

DIN EN ISO 11348-2 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) - Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien

DIN EN ISO 11348-3 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von Vibrio fischeri (Leuchtbakterientest) – Teil 3: Verfahren mit gefriergetrockneten Bakterien

DIN ISO 34-1 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Weiterreißwiderstandes – Teil 1: Streifen-, winkel- und bogenförmige Probekörper

DIN ISO 48-4 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Härte – Teil 4: Eindringhärte durch Durometer-Verfahren (Shore-Härte)

DIN ISO 815-1 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes – Teil 1: Bei Umgebungstemperaturen oder erhöhten Temperaturen

DIN ISO 1431-1 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Widerstand gegen Ozonrissbildung – Teil 1: Statische und dynamische Dehnungsprüfung

DIN ISO 2285 Elastomere oder thermoplastische Elastomere - Bestimmung des Zugverformungsrestes unter konstanter Dehnung und des Zugverformungsrestes, der Dehnung und des Fließens unter konstanter Zugbelastung

DIN ISO 3696 Wasser für analytische Zwecke; Anforderungen und Prüfungen.

DIN ISO 4649 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Abriebwiderstandes mit einem Gerät mit rotierender Zylindertrommel

DIN ISO 6133 Elastomere und Kunststoffe – Auswertung der bei Bestimmung der Weiterreißfestigkeit und der Trennfestigkeit erhaltenen Vielspitzen-Diagramme

DIN ISO 18287 Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) – Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)

DIN ISO 23529 Elastomere – Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren

E DIN 16637-2 Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung; Deutsche Fassung Entwurf EN 16637-2

ISO 7743 Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungs-Verhaltens

ISO 13829 Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des erbgutverändernden Potentials in Wasser und Abwasser mittels umu-Test

OECD 301:1992-07 OECD Guideline for testing of chemicals

OGewV Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer

TrinkwV Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

VV TB-W Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen – Wasserstraßen

WHG Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts

### **3 Anforderungen an die Schlauchmembran**

#### **3.1 Allgemeines**

- (1) Die Membran für wassergefüllte Schlauchwehre ist ein Verbundwerkstoff aus Elastomer aus den Basispolymeren EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuke) oder CR (Chloropren-Kautschuk) und Gewebe aus Polyester oder Polyamid und weist den folgenden Aufbau auf:
  - eine äußere Elastomer-Deckschicht, welche die Schutzfunktion gegenüber äußeren Einwirkungen und Witterungseinflüssen übernimmt,
  - eine Innenschicht bestehend aus Elastomer und mindestens zwei zugverstärkenden Gewebeeinlagen,
  - eine dem Füllmedium Wasser zugewandte innere Elastomer-Deckschicht (Dichtsicht), die die Dichtigkeit übernimmt.
- (2) Die Membran ist homogen mit einem konstanten Querschnitt auszubilden. Dies schließt mit Ausnahme von Stoßbereichen eine Veränderung der Gewebeart, -anzahl oder -lage im Querschnitt sowie Veränderungen des Elastomers über die komplette Membranfläche aus. Die Anforderungen an die Membran müssen an allen Stellen des Produkts (z. B. Ränder, Mitte, ggf. Verbindungsstellen) eingehalten werden.
- (3) Die Membran muss einen symmetrischen Aufbau aufweisen.
- (4) Die Kettfäden (Fäden des Gewebes in der Längsrichtung der Produktionsachse) in Umfangsrichtung des Schlauchs sind ohne Stöße auszubilden.

- (5) Die Anzahl der Stöße in Schussrichtung (Schussfäden, Fäden des Gewebes quer zur Produktionsachse) sind zu minimieren. Stöße in Schussrichtung sind im Übergangsbereich von Sohle zur Wange zu vermeiden.
- (6) Die Membran ist für eine planmäßige Nutzungsdauer von mindestens 30 Jahren auszulegen.

## **3.2 Innere und äußere Elastomer-Deckschicht**

### **3.2.1 Anforderungen**

- (1) Für die innere und äußere Deckschicht der Membran sind nur die Basis-Polymere EPDM oder CR zugelassen. Bei Verschnitten aus mehreren Kautschuken sind alle enthaltenen Polymere mit einem Anteil > 10 phr (parts per hundred rubber) anzugeben. Bei Verschnitten ist das Mischungsverhältnis der Polymere gerundet auf 10 phr anzugeben. Für die Nennung der Polymere sind die Angaben der DIN EN ISO 1043-1 zu beachten.
- (2) Die Sicherheitsdatenblätter der Produkte sind gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-VO) Artikel 31 und Anhang II vorzulegen.
- (3) Die Einhaltung des europäischen und deutschen Chemikalienrechts und der branchenbezogenen Regelwerke, sowie der Anforderungen an Inhaltstoffe gemäß VV TB-W, A 3.2.3, Anlage 10 (ABuG), Abschnitt 2, und §§ 36, 62, 63 WHG wird vorausgesetzt.
- (4) Für das Elastomer der inneren und äußeren Deckschicht sind die Materialeigenschaften gemäß Tabelle 1 zu prüfen und anzugeben, die angegebenen Grenzwerte sind einzuhalten.
- (5) Die in der Tabelle 1 angegebenen Grenzwerte beziehen sich auf die Median- bzw. Mittelwerte (je nach Vorgaben der jeweiligen Prüfungsnormen) der Prüfungsergebnisse. Die Einzelwerte dürfen, sofern nicht anders festgelegt, um maximal 10 % vom jeweiligen Median- bzw. Mittelwert abweichen.



Tabelle 1: *Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Elastomer der Deckschichten*

<b>Eigenschaften</b>	<b>Prüfung nach Abschnitt 3.2.2</b>	<b>Anforderung</b>
Shore A-Härte	(4), DIN ISO 48-4	Wert angeben, s. (4)
Reißfestigkeit parallel zur Kett- und zur Schussrichtung der Gewebeeinlagen	(5), DIN 53504	$\geq 15$ MPa
Reißdehnung parallel zur Kett- und zur Schussrichtung der Gewebeeinlagen	(5), DIN 53504	$\geq 300$ %
Weiterreißwiderstand parallel zur Kett- und zur Schussrichtung der Gewebeeinlagen	(6), DIN ISO 34-1	$\geq 6$ kN/m
Druckverformungsrest 168 h / 23°C 24 h / 70°C	(7), DIN ISO 815-1	$\leq 25$ % $\leq 25$ %
Wärmealterung 7 d / 70 °C Shore A-Härte-Änderung Reißfestigkeit Reißdehnung	(8), DIN 53508 (4), DIN ISO 48-4 (5), DIN 53504 (5), DIN 53504	$\leq +8$ Shore A $\geq 10$ MPa $\geq 300$ %
Kälteverhalten 24 h / -20 °C Shore A-Härte-Änderung	(9), DIN 53545 (4), DIN ISO 48-4	$\leq 35$ Shore A
Verhalten nach Ozonalterung 48 h, 40° C, 50 pphm, 20 % Dehnung	(10), DIN ISO 1431-1	keine Risse
Zugverformungsrest 24 h, 70° C, 100 % Dehnung	(11), DIN ISO 2285	$\leq 20$ %
Abrieb	(12), DIN ISO 4649	$\leq 160$ mm <sup>3</sup>
Dichte	(13), DIN EN ISO 1183-1	Wert angeben
Druckverformungsverhalten Druck-E-Modul bei -20 °C	(14), ISO 7743	$\leq 12$ MPa (gemäß BAW-MSW, Teil B)
Gesundheitsgefährdung	(15), Bestimmung Kanzerogene N-Nitrosamine (16), Bestimmung PAK <sub>15</sub>	$\leq 11$ µg/kg $\leq 11$ µg/kg
Freisetzung gefährlicher Stoffe, Oberflächenauslaugprüfung (DSLIT)	Anlage 1	s. Anlage 1
Art der Basis-Polymere der Elastomer-Deckschichten	(17), Infrarot Analyse (FTIR)	Ergebnisse und Spektrum angeben

### 3.2.2 Prüfungen

- (1) Bei der Herstellung der Prüfkörper sind die Vorgaben der DIN ISO 23529 über die allgemeinen Bedingungen für ihre Vorbereitung und Konditionierung einzuhalten. Die Herstellung der Prüfkörper darf frühestens 16 h nach der Herstellung der Membran erfolgen. Vor der Prüfung ist eine Konditionierung von mindestens 3 h bei  $23 \pm 2$  °C erforderlich.
- (2) Die Prüfkörper können, falls notwendig, durch das Abspalten der Elastomer-Deckschicht gewonnen werden. Um die erforderliche Höhe der Prüfkörper zu erreichen, können mehrere Lagen aus der Deckschicht geschichtet werden.
- (3) Die Prüfungen sind an mindestens fünf Prüfkörpern durchzuführen; ausgenommen sind die Oberflächenauslaugprüfung (DSLIT) mit mindestens zwei Prüfkörpern und die Prüfung des Gesundheits- und Arbeitsschutzes sowie die Bestimmung der Art der Basis-Polymeren, die an einer repräsentativen Probenoberfläche durchzuführen sind.
- (4) Die Shore A-Härte ist nach DIN ISO 48-4 zu prüfen. Die Einzelwerte dürfen um maximal 5 Shore A-Härte vom Medianwert abweichen.
- (5) Die Reißfestigkeit und die Reißdehnung sind in Längs- und Querrichtung (bezogen auf die Richtung der Fäden der Gewebeeinlagen: Kett- und Schussrichtung) nach DIN 53504 am Schulterstab S 2 zu prüfen.
- (6) Der Weiterreißwiderstand ist in Längs- und Querrichtung (bezogen auf die Richtung der Fäden: Kett- und Schussrichtung) nach DIN ISO 34-1 an Streifenprüfkörpern zu prüfen. Die Auswertung für die Bestimmung der Weiterreißfestigkeit erfolgt nach DIN ISO 6133, Methode A.
- (7) Der Druckverformungsrest ist nach DIN ISO 815-1 mit dem Probekörper Typ B, Verfahren A, nach 168 h Lagerung bei  $23 \pm 2$  °C sowie 24 h bei  $70 \pm 2$  °C zu prüfen.
- (8) Das Verhalten nach Wärmelagerung ist nach DIN 53508 nach einer Lagerung von 7 Tagen bei  $70 \pm 2$  °C im Wärmeschrank zu prüfen. Nach der Lagerung sind die Shore A-Härte gemäß (4) und die Reißfestigkeit und Reißdehnung gemäß (5) zu prüfen.
- (9) Das Kälteverhalten ist gemäß DIN 53504 nach 24 h Lagerung bei  $-20 \pm 2$  °C zu prüfen. Nach der Lagerung ist die Shore A-Härte gemäß (4) zu prüfen.
- (10) Der Widerstand gegen Ozonrissbildung ist nach DIN ISO 1431-1, Verfahren A, mit breitem Probekörper, nach 48 h Lagerung bei 40° C, 50 pphm Ozonkonzentration und 20 % Dehnung zu prüfen.
- (11) Der Zugverformungsrest ist unter konstanter Dehnung nach DIN ISO 2285, Methode A, mit dem Streifenprobekörper, nach 24 h bei  $70 \pm 2$  °C unter  $100 \pm 10$  % Dehnung zu prüfen. Die Messung muss bei  $23 \pm 2$  °C, 30 min nach Aufhebung der Verformung erfolgen.
- (12) Der Abrieb ist nach DIN ISO 4649 zu prüfen.
- (13) Die Dichte ist nach DIN EN ISO 1183-1, Verfahren A, mit Schulterstab S 2 nach DIN 53504 zu prüfen.
- (14) Das Druckverformungsverhalten ist im Druckversuch in Anlehnung an ISO 7743, nach Verfahren A, an Probekörper Typ A, zu ermitteln. Die Spannungs-Dehnungs-Diagramme sind aufzuzeichnen.

- (15) Die Bestimmung von N-Nitrosaminen muss durch Methanolextraktion in polymeren Matrices mittels GC-TEA erfolgen.
- (16) Der Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, 15 EPA-Spezies, d. h. ohne Naphthalin) ist an repräsentativen Membranproben gemäß DIN ISO 18287 zu ermitteln.
- (17) Das Probenmaterial ist für die Durchführung der Infrarotanalyse (FTIR) auf ein Germanium-Kristall zu pressen. Der Infrarotstrahl wird durch die Stirnseite des Kristalls auf die Probenoberfläche geführt (Abgeschwächte Totalreflexion, ATR).

### 3.3 Gewebeeinlage

#### 3.3.1 Anforderungen

- (1) Die Gewebeeinlagen müssen aus Polyester oder Polyamid bestehen.

#### 3.3.2 Prüfungen

- (1) Das Material der Gewebeeinlagen ist anhand einer Infrarotanalyse (FTIR) zu bestimmen.

### 3.4 Verbundwerkstoff Schlauchmembran

#### 3.4.1 Anforderungen

- (1) Für den Verbundwerkstoff Schlauchmembran sind die Materialeigenschaften gemäß Tabelle 2 zu prüfen und anzugeben; die dort genannten Grenzwerte sind einzuhalten.

Tabelle 2: *Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an den Verbundwerkstoff Membran*

Eigenschaften	Prüfung nach Abschnitt 3.4.2	Anforderungen
Dicke der Elastomer-Deckschicht	(1)	≥ 3 mm und ≤ 7 mm <sup>1)</sup>
Dicke der Membran <sup>2)</sup>	(1)	Wert angeben
Trennwiderstand zwischen Gewebeeinlage und Deckschicht sowie zwischen Gewebeeinlagen	(4), DIN EN ISO 252	≥ 8 N/mm
Zugfestigkeit in Kett- und Schussrichtung	(2), DIN EN ISO 283	Entsprechend der Bemessung nach BAW-MSW, Teil B
Bruchdehnung in Kett- und Schussrichtung	(2), DIN EN ISO 283	≥ 10 %
Zugfestigkeit der Verbindung in Schussrichtung (Stoßbereich)	(2), DIN EN ISO 283	Entsprechend der Bemessung nach BAW-MSW, Teil B
Zeitstandverhalten in Kettrichtung	(5)	BAW-MSW, Teil B: $f_1 \leq 1,95$

<sup>1)</sup> Die innere und die äußere Elastomer-Deckschichten mit identischer Dicke dürfen an keiner Stelle jeweils eine Stärke von 3 mm unterschreiten und von 7 mm überschreiten.

<sup>2)</sup> Die Dicke der Membran wird durch die Anzahl der Gewebe und die Dicke der Elastomerdeckschichten bestimmt. Die Elastomerdeckschichten, die Art der Gewebe sowie die Anzahl der Gewebelagen sind so zu wählen, dass möglichst eine hohe Flexibilität und ein geringes Gewicht der Membran erreicht wird.

### **3.4.2 Prüfungen**

- (1) Die Dicke der Elastomer-Deckschichten und der gesamten Membran sind mit einer Messuhr nach DIN 878 (Messflächendurchmesser 20 mm und 1 N Messkraft) oder bildanalytisch zu ermitteln.
- (2) Die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung sind in Kett- und Schussrichtung mit dem Prüfkörper A oder C nach DIN EN ISO 283 zu ermitteln.
- (3) Wenn Verbindungen vorhanden, ist die Verbindungsfestigkeit zwischen den einzelnen Produktionsabschnitten in Kett- und Schussrichtung anhand von Zugversuchen nach DIN EN ISO 283 mit dem Probekörper A oder C zu ermitteln.
- (4) Der Trennwiderstand zwischen Gewebeeinlage und Deckschicht und der Trennwiderstand zwischen den Gewebeeinlagen ist in Längs- und Querrichtung nach DIN EN ISO 252 zu prüfen.
- (5) Der Zeitstandversuch ist für mindestens vier Lastniveaus – etwa 90 %, 85 %, 80 % und 75 % der charakteristischen Zugfestigkeit – zu ermitteln.

## **4 Anforderungen an die Klemmkonstruktion**

- (1) Die Klemmschienen sind aus einer der in DIN EN 1993 gelisteten Stahlsorten herzustellen. Die aus der Bemessung nach Teil B des Merkblatts erforderliche Stahlsorte und -güte sind anhand von Materialprüfzeugnissen zu belegen.
- (2) Die Klemmkonstruktion ist für eine planmäßige Nutzungsdauer von mindestens 60 Jahren auszulegen.
- (3) Die Klemmschiene und ihre Komponenten sind durch die Wahl geeigneter Materialien und Konstruktionen vor Korrosion zu schützen, um eine etwaige Beeinträchtigung der Funktionalität der Schlauchwehranlage innerhalb der gezielten Nutzungsdauer zu vermeiden. Hierfür ist ein Korrosionsschutzkonzept vorzulegen (u. a. unter Berücksichtigung von Bimetalkorrosion, nicht austauschbaren Komponenten).

## **5 Anforderungen an das Schlauchwehrsystem**

### **5.1 Systemprüfung**

#### **5.1.1 Allgemeines**

- (1) Das zu prüfende Schlauchwehrsystem besteht aus einer festgelegten Kombination aus Schlauchmembran und Klemmkonstruktion, welche nur in genau dieser Kombination bei der späteren Bauausführung zur Anwendung kommen darf.
- (2) Die Systemprüfung besteht aus einem Ausziehversuch und, bei Erfordernis, weiteren der unten beschriebenen Prüfungen.
- (3) Bei Verwendung vorgespannter Klemmkonstruktionen ist vor dem Ausziehversuch nach Abschnitt 5.1.2 eine Verfahrensprüfung gemäß Abschnitt 5.1.3.1 durchzuführen.

- (4) Eine Übertragung der Ergebnisse der Systemprüfung auf weitere Schlauchwehrsysteme ist nicht zulässig.
- (5) Die für die Systemprüfung festgelegten Randbedingungen sind in einer Ausführungsanweisung zu dokumentieren. Diese muss für die Bauüberwachung auf der Baustelle vor Baubeginn vorliegen.

### 5.1.2 Ausziehversuch

- (1) Über den Ausziehversuch ist nachzuweisen, dass das Herausziehen der Schlauchmembran aus der Klemmkonstruktion ausgeschlossen ist.
- (2) Der vom Systemanbieter anzugebende breitenbezogene Ausziehwiderstand  $R_{d,KI}$  wird zur Ermittlung der Prüfkraft mit dem Teilsicherheitsbeiwert ( $\gamma_{KI,Prüf} = 1,25$ ) faktorisiert.

$$E_{d,KI,Prüf} = \gamma_{KI,Prüf} \cdot R_{d,KI}$$

$$R_{d,KI} \geq E_{d,KI} = \gamma_F \cdot T_k$$

$E_{d,KI}$  breitenbezogene Membrankraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit [N/mm], siehe BAW-MSW, Teil B, 4 (14),

$E_{d,KI,Prüf}$  breitenbezogene Prüfkraft im Ausziehversuch,

$\gamma_{KI,Prüf}$  Teilsicherheitsbeiwert für die Prüfung der Ausziehfestigkeit aus der Klemmkonstruktion mit  $\gamma_{KI,Prüf} = 1,25$ ,

$\gamma_F$  Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen, siehe BAW-MSW, Teil B, 3.2 (2),

$T_k$  charakteristische breitenbezogene Membrankraft im kontinuierlichen Bereich (Feldmitte).

- (3) Bei der Verwendung von vorgespannten Konstruktionselementen ist der Ausziehversuch mit der vom Systemanbieter anzugebenden Mindestvorspannkraft  $F_{p,min}$  (s. BAW-MSW, Teil B) durchzuführen.
- (4) Der Ausziehversuch ist systemspezifisch zu konzipieren.
- (5) Im Rahmen des Ausziehversuchs sind die systemspezifischen Lastabtragungsmechanismen (s. BAW-MSW, Teil B) mindestens für die folgenden Aspekte nachzuweisen:
  - Einhaltung der Linienlagerung,
  - Erreichen eines ausreichenden Ausziehwiderstandes,
  - Einhaltung der zulässigen Ankerbeanspruchung,
  - bei der Verwendung von vorgespannten Konstruktionselementen die Lagesicherheit der Membran ohne Vorspannkraft der Anker.
- (6) Der Ausziehversuch muss an Klemmschienenabschnitten mit einer Mindestlänge von 1 m und mit mindestens fünf Anker erfolgen.
- (7) Die Haltedauer der Prüfkraft  $E_{d,KI,Prüf}$  muss mindestens 72 Stunden betragen. Die Prüfung ist erfüllt, wenn der Schlupf am Ende der Membran  $\leq 2$  mm beträgt und die Schlupfbewegung 24 h nach Aufbringung der Prüfkraft abgeschlossen ist.

### 5.1.3 Fallweise erforderliche Prüfungen

#### 5.1.3.1 Verfahrensprüfung

- (1) Bei Verwendung vorgespannter Klemmkonstruktionen ist durch eine Verfahrensprüfung nachzuweisen, dass die planmäßige Vorspannkraft unter den gewählten Randbedingungen zuverlässig eingebracht wird.
- (2) In der Verfahrensprüfung sind
  - die zu prüfenden Komponenten,
  - die Höhe der planmäßig einzubringenden Vorspannkraft,
  - das Schmiermittel mit Schmieranweisung,
  - das Anziehverfahren und Darstellung des Anzugregimesfür den jeweiligen Anwendungsfall zu dokumentieren und in die Ausführungsanweisung aufzunehmen.
- (3) Eine Übertragung auf andere Anschlusskonfektionen (Schrauben- und Mutterwerkstoffe, Durchmesser, Klemmlänge, Membranwerkstoffe, Vorspannniveau, Schmiermittel etc.) ist nicht zulässig.

#### 5.1.3.2 Ermittlung des Haftreibungsbeiwertes

- (1) Für Klemmschienenkonstruktionen mit einem vollständigen oder teilweisen Lastabtrag über Reibschluss ist der Haftreibungsbeiwert für die Reibpartner Membran und Klemmschiene zu ermitteln (s. BAW-MSW, Teil B).
- (2) Der Haftreibungsbeiwert kann durch Rahmenscherversuche mit Hilfe eines Rahmenschergeräts (Bild 1) ermittelt werden.

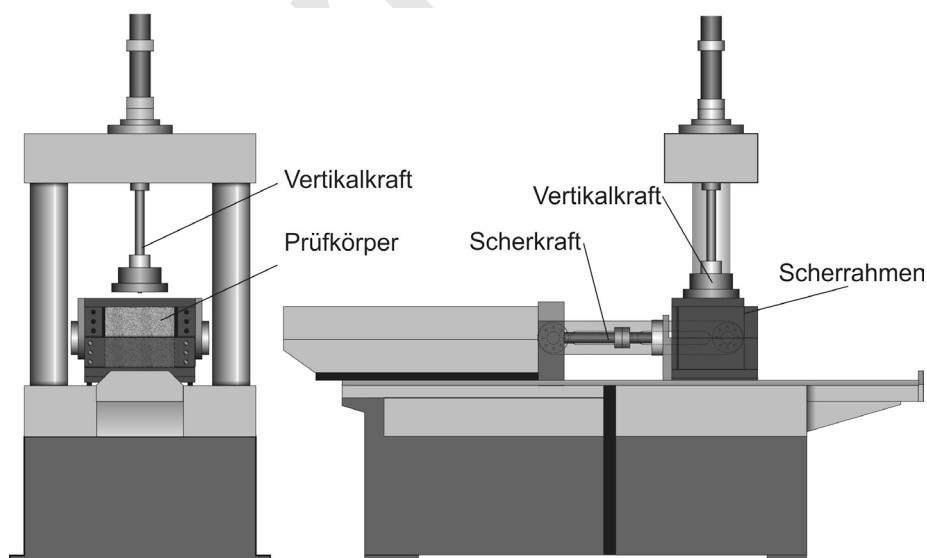


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Rahmenschergeräts aus [1]

- (3) Für den Rahmenscherversuch sind Proben mit den Abmessungen von 200 mm x 200 mm, bestehend aus der Membran mit der für die spätere Ausführung vorgesehenen Dicke und Oberflächen-

beschaffenheit (getrennt nach Membraninnen- und -außenseite) und einer Stahlplatte mit den für die spätere Ausführung vorgesehenen Materialien und Oberflächenbeschaffenheiten (Bild 2), zu verwenden. Dies betrifft weiter die Oberflächenvorbereitung, die Beschichtung der Klemmschienen und die Reinigung der Oberflächen.

- (4) Die Prüfung muss an mindestens jeweils drei Einzelproben je Reibpartnerkombination erfolgen.
- (5) Der Rahmenscherversuch ist so zu konzipieren, dass die Probe auf ihrer Oberseite eine vertikale Druckbelastung erfährt, während gleichzeitig die obere und untere Probehälfte mit einer konstanten Verformungsgeschwindigkeit gegeneinander verschoben werden.

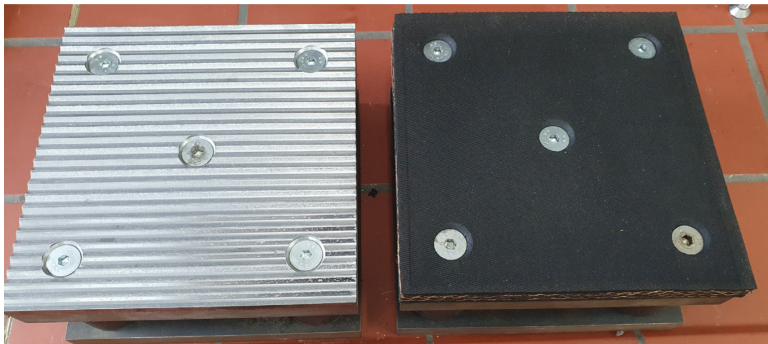


Abbildung 2: Probe für den Rahmenscherversuch bestehend aus einer Schlauchmembran (rechts) und einer entsprechend der Klemmschienenoberfläche vorbereiteten Stahlplatte (links)

- (6) Der Versuch muss mit einer Auflast von 25 kN, einer Abschergeschwindigkeit von 0,5 mm/min und einem maximalen Scherweg von 10 mm erfolgen.
- (7) Der Haftreibungsbeiwert  $\mu$  ist aus dem Verhältnis der maximal erreichten Scherspannung zur vorhandenen Normalspannung zu ermitteln.
- (8) Der charakteristische Haftreibungsbeiwert ist gemäß DIN EN 1990, Tabelle D1, zu ermitteln.

### 5.1.3.3 Ermittlung der Lochleibungstragfähigkeit der Schlauchmembran

- (1) Wird die Lagesicherheit der Schlauchmembran in der Klemmkonstruktion für die außergewöhnliche Bemessungssituation über einen Lochleibungskontakt der Membran sichergestellt, ist die Lochleibungstragfähigkeit der Membran zu ermitteln (s. BAW-MSW, Teil B).
- (2) Die Ermittlung der Lochleibungstragfähigkeit der Membran muss mittels zentrischer Zugversuche an Membranproben erfolgen. Die Lochherstellung muss der der späten Bauausführung entsprechen. Der Lochdurchmesser sowie die Rand- und Lochabstände müssen dem gewählten Schlauchwehrsysteem entsprechen. Der gewählte Randabstand in Zugrichtung darf bei der späteren Bauausführung nicht unterschritten werden. Die Probenbreite muss dem zweifachen Lochabstand entsprechen. Die Lochabstände in Zugrichtung müssen mindestens das Maß der Probenbreite betragen. Die Probe muss mindestens einen Stoß (in Schussrichtung) enthalten, der in einer der beiden Lochachsen liegt.
- (3) Die Prüfung ist an mindestens zwei Proben durchzuführen.
- (4) Die Membranprobe ist mit vier Teilgewindeschrauben an den Metallplatten der Zugprüfmaschine zu befestigen (Bild 3). Der Durchmesser der Teilgewindeschrauben muss entsprechend der vorliegenden Lochleibungssituation gewählt werden. Die Zugkraft ist über die glatten Schraubenschäfte in die

Membran zu übertragen. Die Schrauben sind ohne Vorspannung einzubauen, damit der Lastabtrag ausschließlich über Lochleibung erfolgt.

- (5) Die Prüfkraft  $E_{d,L,Prüf}$  ist wie folgt zu ermitteln:

$$E_{d,L,Prüf} = \gamma_{L,Prüf} \cdot \gamma_A \cdot T_k$$

$\gamma_{L,Prüf}$  Teilsicherheitsbeiwert für die Prüfung der Ausziehfestigkeit aus der Klemmkonstruktion mit  $\gamma_{L,Prüf} = 1,25$

$\gamma_A$  Teilsicherheitsbeiwert für außergewöhnliche Einwirkungen, mit  $\gamma_A = 1,1$

$T_k$  charakteristische breitenbezogene Membrankraft im kontinuierlichen Bereich (Feldmitte).

- (6) Die Lochleibungstragfähigkeit der Membran gilt als erbracht, wenn die zwei Membranproben jeweils der aufbrachten Zugkraft über mindestens 120 Stunden standhalten und kein Ausreißen erfolgt ist.



Abbildung 3: Versuchsaufbau zur Ermittlung der Lochleibungstragfähigkeit der Membran (aufgezeichnetes Raster auf der Membranprobe dient der besseren Sichtbarkeit der Verformung)



#### 5.1.3.4 Temperatureinfluss auf Vorspannkraft

- (1) Für Klemmkonstruktionen mit vorgespannten Ankern ist die temperaturbedingte Änderung der Vorspannkraft zu ermitteln. Diese ist für das gewählte System aus Membran und Klemmschiene durch Beanspruchung mit Temperaturzyklen in einer Klimakammer zu bestimmen.
- (2) Ein Klemmschienenabschnitt inklusive Membran und einem Anker ist bei der Raumtemperatur (ca. 20 °C) nach dem gewählten Vorspannregime (S. Merkblatt Teil B) vorzuspannen.
- (3) Die Temperaturbeanspruchung muss 24 h nach dem Abschluss des Vorspannvorgangs in einer Klimakammer erfolgen
- (4) Die zyklische Temperaturbeanspruchung muss bei 20 °C beginnen. Der Temperaturverlauf ist dem Bild 4 zu entnehmen. Die minimale bzw. maximale Temperatur muss 0 °C bzw. 40 °C betragen. Die Temperaturänderungsrate muss 3,33 K/h betragen. Als Beanspruchungsdauer sind zwei Temperaturzyklen zu durchfahren, so dass zweimal die Minimal- und zweimal die Maximaltemperatur erreicht werden.
- (5) Die Vorspannkraft ist mit Hilfe einer Kraftmessdose über den gesamten Versuchszeitraum zu messen. Die temperaturbedingte Änderung der Vorspannkraft ist in kN/K anzugeben.

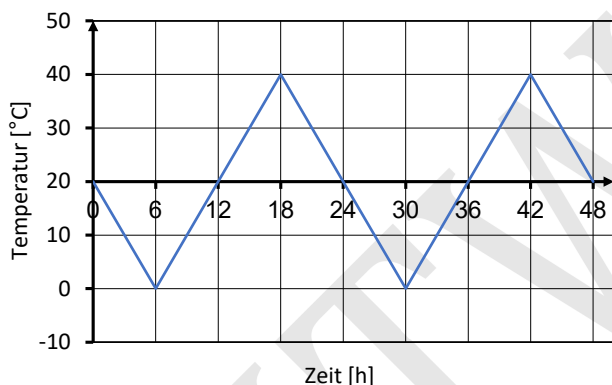


Abbildung 4: Zyklische Temperaturbeanspruchung zur Ermittlung der temperaturbedingten Änderung der Vorspannkraft

#### 5.1.3.5 Ermittlung des Druck-E-Moduls

- (1) Der Druck-E-Modul der Membran ist in Anlehnung an ISO 7743 bei einer Temperatur von 23 °C zu ermitteln.

## 6 Qualitätssicherung von Schlauchwehrsystemen

### 6.1 Qualitätssicherungssystem

Das Qualitätssicherungssystem für Schlauchwehrsysteme besteht aus dem:

- (1) Nachweis der Verwendbarkeit: Nachweis der grundsätzlichen Eignung der Schlauchmembran, der Klemmkonstruktion und des Schlauchwehrsystems, welchen der Systemanbieter unabhängig von einem konkreten Projekt veranlasst und durchführen lässt.

- (2) Nachweis der Übereinstimmung: Nachweis zur Überprüfung der Übereinstimmung der betrachteten Charge des Schlauchwehrsystems und Gegenüberstellung mit den Ergebnissen aus dem Nachweis der Verwendbarkeit mit dem Ziel, an einem beliebigen Ort und zu beliebiger Zeit die Übereinstimmung der betrachteten Charge mit dem im Rahmen des Verwendbarkeitsnachweises untersuchten Schlauchwehrsystems mit ausreichender Wahrscheinlichkeit sicher zu stellen.

## 6.2 Nachweis der Verwendbarkeit

- (1) Der Nachweis der Verwendbarkeit umfasst neben den geprüften statischen Nachweisen die Prüfungen gemäß Abschnitt 3, 4 und 5. Die dort genannten Anforderungen sind einzuhalten.
- (2) Der Nachweis der Verwendbarkeit muss für eine vom Systemanbieter anzugebende aufzunehmende Membrankraft erfolgen. Der Systemanbieter hat zusätzlich eine minimale Schlauchwehrhöhe anzugeben, die hinsichtlich der Flexibilität der Schlauchmembran nicht unterschritten werden darf (um unnötig hohe Steifigkeit zu vermeiden).
- (3) Die Mindestfläche der Membranprobe für den Nachweis der Verwendbarkeit beträgt 30 m<sup>2</sup>. Art und Weise sowie Randbedingungen bei der Herstellung der Membranprobe für den Verwendbarkeitsnachweis müssen denjenigen bei der Produktion der Membran für die qualitätszusichernde Baumaßnahme entsprechen. Sollte die Membran durch die Verbindung mehrerer Membranstücke produziert werden, muss die Membranprobe gleichartige Verbindungen aufweisen.
- (4) Verantwortlich für die Beauftragung und Durchführung der Prüfungen ist der Anbieter des Schlauchwehrsystems (Systemanbieter).
- (5) In den Nachweis der Verwendbarkeit sind vom Systemanbieter die in Tabelle 3 aufgeführten Personen bzw. Institutionen einzubeziehen und zu beauftragen.

Tabelle 3: Nachweise und Zuständigkeiten im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit

Nachweis	Anforderungen gemäß	Prüfer
Konstruktion und Statik der Klemmschiene	BAW-MSW Teil B <sup>1)</sup>	externer Prüflingenieur
Materialeigenschaften der Membran	BAW-MSW Teil B <sup>1)</sup> und Teil C	BAW
Systemprüfung (Ausziehversuch und ggf. weitere Prüfungen)	BAW-MSW Teil C	externes Prüfinstitut in Abstimmung mit externem Prüflingenieur <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Der Teil B wurde im Jahr 2019 veröffentlicht. Das Kapitel 4, Ausgabe 2019 ist ungültig und wird durch Kapitel 4, Ausgabe 2023 ersetzt.

<sup>2)</sup> Die BAW ist einzubeziehen.

- (6) Die Ergebnisse der einzelnen Teile des Nachweises der Verwendbarkeit sind seitens der beteiligten Personen bzw. Institutionen in Prüfberichten zu dokumentieren.

### 6.3 Nachweis der Übereinstimmung

- (1) Der Nachweis der Übereinstimmung dient zur Überprüfung der Übereinstimmung einer Charge des Schlauchwehrsystems mit dem zugehörigen, auf seine Verwendbarkeit geprüften Schlauchwehrsyste-  
ms.
- (2) Für den Nachweis der Übereinstimmung muss die Membranprobe die für die Baumaßnahme vorgese-  
hene Umfangslänge aufweisen.
- (3) Im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung sind die in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellten  
Prüfungen an der Schlauchmembran durchzuführen und den Ergebnissen aus dem Nachweis der Ver-  
wendbarkeit gegenüberzustellen. Die zulässigen Abweichungen gemäß Tabelle 4 und Tabelle 5 sind  
einzuhalten.
- (4) Im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung sind die Materialprüfzeugnisse der Klemmkon-  
struktion vorzulegen.
- (5) Für Klemmkonstruktionen mit Lastabtrag über Reibschluss ist der Haftreibungsbeiwert für die Reib-  
partner Membran und Klemmschiene gemäß 5.1.3.1 zu ermitteln. Dieser darf den Haftreibungsbeiwert  
aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nicht unterschreiten.

Tabelle 4: *Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Elastomer der Deckschichten im Rah-  
men des Nachweises der Übereinstimmung*

<b>Eigenschaften</b>	<b>Prüfung nach Abschnitt 3.2.2</b>	<b>Anforderung</b>
Shore A-Härte	(4), DIN ISO 48-4	± 5 Shore A <sup>1)</sup>
Dichte	(13), DIN EN ISO 1183-1	± 0,02 g/cm <sup>3</sup> <sup>1)</sup>
Art der Basis-Polymere der Elasto- mer-Deckschichten	(17), Infrarot Analyse (FTIR)	qualitativer Abgleich
Gesundheits- und Arbeitsschutz	(15), Bestimmung Kanzerogene N-Nit- rosamine gemäß TRGS 5529	≤ 11 µg/kg
	(16), Bestimmung PAK <sub>15</sub>	≤ 11 µg/kg
Freisetzung gefährlicher Stoffe, Oberflächenauslaugprüfung (DSL <sub>T</sub> )	Anlage 1	s. Anlage 1

<sup>1)</sup> Anforderung bezogen auf die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit, Tabelle 1

Tabelle 5: *Eigenschaften, Prüfungen und Anforderungen an das Verbundwerkstoff Membran im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung*

<b>Eigenschaften</b>	<b>Prüfung nach Abschnitt 3.4.2</b>	<b>Anforderungen</b>
Dicke der Elastomer-Deckschicht	(1)	$\pm 1 \text{ mm}^1$ , $\geq 3 \text{ mm}$ und $\leq 7 \text{ mm}$
Dicke der Membran	(1)	$\pm 2 \text{ mm}^1$
Zugfestigkeit in Kett- und Schussrichtung	(2), DIN EN ISO 283	Entsprechend der Bemessung nach BAW-MSW, Teil B
Bruchdehnung in Kett- und Schussrichtung	(2), DIN EN ISO 283	$\geq 10 \%$
Zugfestigkeit der Verbindung in Schussrichtung (Stoßbereich)	(2), DIN EN ISO 283	Entsprechend der Bemessung nach BAW-MSW, Teil B

<sup>1)</sup> bezogen auf das Ergebnis des Nachweises der Verwendbarkeit, Tabelle 2

- (6) Im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung hat der Systemanbieter die Übereinstimmung der Ausgangsstoffe, des Aufbaus und der Eigenschaften der zu betrachtenden Charge von Schlauchmembran, Klemmkonstruktion und Schlauchwehrsystem mit der zugehörigen, auf Verwendung geprüften Charge schriftlich zu bestätigen.
- (7) Im Rahmen des Nachweises der Übereinstimmung hat der Systemanbieter alle erforderlichen Informationen, Nachweise und Bestätigungen zu übergeben.

#### **6.4 Aufnahme in die Zusammenstellung „Schlauchwehrsysteme“**

- (1) Schlauchwehrsysteme, bei denen der Nachweis der Verwendbarkeit gemäß 6.2 erbracht worden ist, können auf Antrag des Systemanbieters bei der BAW in eine bei der BAW geführte Zusammenstellung „Schlauchwehrsysteme“ aufgenommen werden.
- (2) Anmerkung: Die Listung eines Schlauchwehrsystems in der Zusammenstellung „Schlauchwehrsysteme“ ist regelmäßig unabdingbare Voraussetzung für die Berücksichtigung des Schlauchwehrsystems bei entsprechenden Baumaßnahmen der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV).
- (3) Voraussetzung für die Aufnahme in diese Zusammenstellung sind die geprüften statischen Nachweise, der Nachweis des erfolgreichen Abschlusses aller Prüfungen im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit, das Vorliegen der systemspezifische Ausführungsanweisung sowie aller erforderlichen Angaben und Informationen seitens des Antragstellers.
- (4) Die Listung in der Zusammenstellung ist zunächst auf fünf Jahre befristet und kann auf Antrag des Systemanbieters durch die BAW verlängert werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Reschke, T.; Malárics-Pfaff, V.; Fleischer, H.; Höffgen, J. P. (2019): Scherfestigkeit von Beton und Mauerwerk an bestehenden Wasserbauwerken: Karlsruhe (FuE Abschlussbericht, BAW-Nr. 3951.03.04.70014).

ENTWURF

## Anlage 1 (normativ): Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG): Prüfung und Bewertung von Schlauchmembranen bezüglich der Auswirkungen auf Gewässer

Die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus der Membran (innere und äußere Deckschichten) ist mit der „dynamischen Oberflächenauslaugprüfung“ (DSL<sub>T</sub>) in Anlehnung an Entwurf DIN EN 16637-2 wie folgt zu prüfen:

- (1) Die Prüfung erfolgt an zwei Prüfkörpern. Bei nachweislich identischer Zusammensetzung der inneren und äußeren Elastomer-Deckschichten ist die Prüfung nur einer Deckschicht ausreichend. Für die Herstellung der Prüfkörper ist eine Trennung der Elastomer-Deckschichten von der Membran nicht erforderlich.
- (2) Für die Oberflächenauslaugprüfung ist ein Versuchsaufbau zu wählen, bei dem die Prüflösung (demineralisiertes Wasser, mind. Qualität 2 nach DIN ISO 3696:1991-06) nur mit der Oberfläche, aber nicht mit den Schnittflächen der Membranprobe in Kontakt kommt (s. Beispiel in *Bild A1-1*).
- (3) Das Verhältnis vom Volumen der Prüflösung zur beanspruchten Membranfläche muss  $V/A \geq 20 \text{ l/m}^2$  (aber maximal  $25 \text{ l/m}^2$ ) betragen.
- (4) Nach jeweils 0,25 / 1,0 / 2,25 / 4 / 9 / 16 / 36 und 64 Tagen (insgesamt acht Zeiträume) ist das Eluat zur Analyse zu entnehmen und durch frische Prüflösung zu ersetzen.
- (5) Folgende allgemeine Parameter des Eluats werden ermittelt:

pH-Wert (DIN EN ISO 10523), elektrische Leitfähigkeit (DIN EN 27888), Geruch (DIN EN 1622), Färbung (DIN EN ISO 7887), Trübung (DIN EN ISO 7027), Neigung zur Schaumbildung, DOC (DIN EN 1484).

Die Bewertung der allgemeinen Parameter erfolgt gemäß Vorgaben der VV TB-W, A 3.2.3, Anlage 10 (ABuG).

- (6) Folgende stoffliche Parameter sind zu ermitteln:

Phenolindex, Benzol (Benzen), Bisphenol A, PAK, BTEX, Zink.

Beim Einbau im Einflussbereich von Trinkwassergewinnungsanlagen sind weitere Parameter gemäß TrinkwV zu prüfen. Die maßnahmenspezifische Bewertung erfolgt durch die BfG.

Für die Bewertung der stofflichen Parameter sind die in Tabelle A1-1 angegebenen Obergrenzen heranzuziehen. Grundlage sind die Jahresdurchschnittswerte der Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) der OGewV und die Prüfwerte nach Anhang 2 BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) des jeweiligen Stoffs. Hierfür ist für jeden Stoff die aus der Oberflächenauslaugprüfung ermittelte kumulative flächenbezogene Freisetzung über den Zeitraum 8 ( $R_8$ ) mit einem Übertragungsfaktor (ÜF) zu multiplizieren, um einen etwaigen Verdünnungseffekt entsprechend der tatsächlichen baulichen Randbedingungen zu berücksichtigen.

Im Fall einer diffusionsgesteuerten Freisetzung ist der Übertragungsfaktor gemäß Formel (1) zu ermitteln. Hierbei wird das Schlauchinnere als der kritischste Ort für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit der Schlauchmembran gewählt. Bei einer nicht diffusionsgesteuerten Freisetzung ist der Übertragungsfaktor entsprechend der Vorgaben der E DIN 16637-2, Tabelle B.1 anzupassen.

$$\text{ÜF} = \frac{l_s}{A_s} \cdot \frac{t_v}{153} \quad (1)$$

mit:

- l<sub>s</sub>: Umfangslänge des Schlauchs [m] (s. *Tabelle A1-2* für verschiedene Innendruckkoeffizienten des Schlauchs)
- A<sub>s</sub>: Querschnitt des Schlauchs [m<sup>2</sup>] (s. *Tabelle A1-2* für verschiedene Innendruckkoeffizienten des Schlauchs)
- h<sub>s</sub>: Schlauchhöhe in Feldmitte [m]
- t<sub>v</sub>: Verweildauer des Wassers im Schlauch [d]

Der Übertragungsfaktor kann auch vereinfachend anhand Formel (2) ermittelt werden:

$$\text{ÜF} = \frac{t_v}{65 \cdot h_s} \quad (2)$$

Für die Bewertung der freigesetzten Stoffe gilt:

$$R_8 \text{ [mg/m}^2\text{]} \cdot \text{ÜF} \leq \text{Konzentrations-Obergrenze [}\mu\text{g/l]} \quad (3)$$

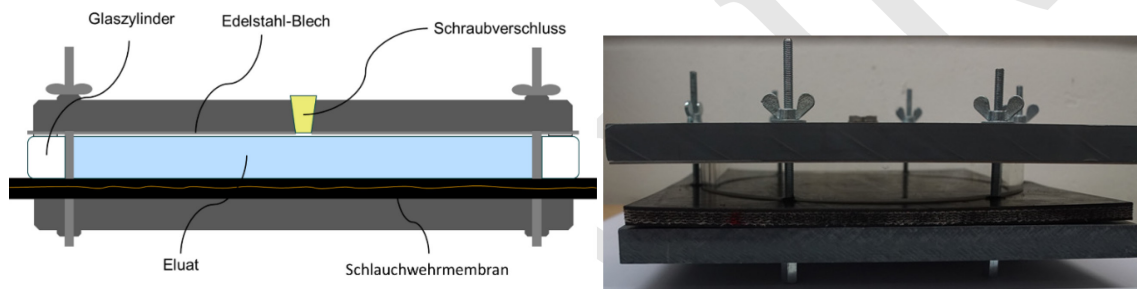


Abbildung A1-1: Skizze (links) und Bild (rechts) zum beispielhaften Versuchsaufbau für die Oberflächenauslaugprüfung (DSLIT)

Tabelle A1-1: Stoffliche Parameter und die zugehörigen Konzentrations-Obergrenzen im Eluat, kumuliert über R<sub>8</sub>

Parameter	Konzentrations-Obergrenze [μg/l]
Phenolindex <sup>a</sup>	20
Benzol <sup>b</sup>	10
BTEX <sup>a</sup>	20
Bisphenol A <sup>c</sup>	3,4 · 10 <sup>-5</sup>
Zink <sup>d</sup>	10,9
PAK <sup>a</sup>	0,2

- a: Prüfwert BBodSchV, Anlage 2
- b: Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) für Binnenoberflächengewässer gemäß OGewV Anlage 8
- c: Zulässige Höchstkonzentration (JD-UQN) für Binnenoberflächengewässer gemäß Anlage V des "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2000/60/EC" vom 26.10.2022
- d: Umweltbundesamt Texte 47 / 2015 Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe

Tabelle A1-2: Umfangslänge und Querschnittsfläche eines wassergefüllten Schlauchverschlusses in Abhängigkeit vom Innendruckkoeffizienten  $\alpha_0$  (BAW-MSW, Teil A, Tabelle 1)

Innendruckkoeffizient $\alpha$ [-]	Umfangslänge $l_s/h_s$ [-]	Querschnitt $A_s/h_s^2$ [-]
1,2	3,84	2,00
1,3	3,53	1,72
1,4	3,36	1,55
1,5	3,26	1,44
1,6	3,19	1,36

(7) Des Weiteren ist die Summenwirkung freigesetzter Stoffe anhand ökotoxikologischer Prüfungen (Gültigkeitsbereich: Binnengewässer) zu erfassen. Hierfür sind das erste und das siebte Eluat der beiden Prüfkörper aus den Zeiträumen 1 und 7 (d. h. nach 0,25 und 36 Tagen Prüfdauer) der Oberflächenauslaugprüfung den folgenden ökotoxikologischen Prüfungen gemäß VV TB-W, Anlage 10 (ABuG) zu unterziehen. Dabei können die Eluate der beiden Prüfkörper vom gleichen Zeitraum zu gleichen Teilen gemischt werden.

- Algentest mit *Desmodesmus subspicatus* oder *Pseudokirchneriella subcapitata* nach DIN EN ISO 8692
- Daphnientest mit *Daphnia magna* nach DIN EN ISO 6341
- Leuchtbakterien-Lumineszenz-Hemmtest mit *Vibrio fischeri* nach DIN EN ISO 11348-1 bis 3
- Leuchtbakterien-Zellvermehrungs-Hemmtest mit *Photobacterium phosphoreum* nach DIN 38412-37
- umu-Test auf erbgutveränderndes Potenzial nach ISO 13829 oder Ames-Test nach DIN 38415-4
- Fischeitest mit *Danio rerio* nach DIN EN ISO 15088
- Bestimmung des estrogenen Potentials nach DIN EN ISO 19040-1 bis DIN EN ISO 19040-3
- Bestimmung der dioxinähnlichen Wirkung nach ISO/CD 24295
- Biologische Abbaubarkeit gemäß OECD 301 F (leicht biologisch abbaubar) DIN EN ISO 19040-3, wenn DOC > 10 mg/l

Die Bewertung der ökotoxikologischen Prüfungen erfolgt durch die BfG in Anlehnung an VV TB-W, Anlage 10 (ABuG).