

**Allgemeine  
bauaufsichtliche  
Zulassung/  
Allgemeine  
Bauartgenehmigung**

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam  
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle  
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum:

10.06.2025

Geschäftszeichen:

III 54-1.42.3-60/24

**Nummer:**

**Z-42.3-362**

**Geltungsdauer**

vom: **10. Juni 2025**

bis: **10. Juni 2030**

**Antragsteller:**

**BRAWO SYSTEMS GmbH**

Blechhammerweg 13-17

67659 Kaiserslautern

**Gegenstand dieses Bescheides:**

**Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung  
"BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den  
Nennweiten DN 100 bis DN 400**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich  
zugelassen/genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst 27 Seiten und 20 Anlagen.

DIBt

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

Dieser Bescheid gilt für die Herstellung und Verwendung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" (Anlage 1 und Tabelle 1) bestehend aus den Epoxid-Harzsystemen der Bezeichnungen "BRAVO I" und "BRAVO III" in Verbindung mit den Polyesterfaserschläuchen mit den Bezeichnungen "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D", "BRAWOLINER HT 3D" sowie für das Epoxidharzsystem mit den Bezeichnung "BRAVO AC" in Verbindung mit den Polyesterfaserschläuchen mit den Bezeichnungen "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" zur Renovierung bzw. Sanierung erdverlegter, schadhafter Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitten im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400.

Tabelle 1: "BRAWOLINER"-Systeme

Polyesterfaserschläuche und Herstellungs-Nennweiten	Harzsysteme			Härtungs- varianten		
	BRAVO I	BRAVO III	BRAVO AC	Kalt- härtung	Warm- härtung	Dampf- härtung
BRAWOLINER DN 100, DN 125, DN 150 und DN 200	X	X	–	X	X	–
BRAWOLINER HT DN 100, DN 125, DN 150 und DN 200	X	X	–	X	X	X
BRAWOLINER XT DN 100, DN 125, DN 150 und DN 200	X	X	–	X	X	–
BRAWOLINER HT XT DN 100, DN 125, DN 150 und DN 200	X	X	–	X	X	X
BRAWOLINER 3D DN 100 (150)* und DN 150 (225)*	X	X	–	X	X	–
BRAWOLINER HT 3D DN 100 (150)* und DN 150 (225)*	X	X	–	X	X	X
BRAWOLINER 3D DN 200 (300)*	X	X	–	X	X	X
BRAWOLINER 3D DN 300 (400)*	–	X	X	X	X	X

\* (...) Nennweiten nach der Aufdehnung

Dieser Bescheid gilt für die Renovierung bzw. Sanierung von Abwasserleitungen, die dazu bestimmt sind, Abwasser gemäß DIN 1986-3<sup>1</sup> abzuleiten.

Die "BRAWOLINER"-Schlauchliner dürfen zur Renovierung bzw. Sanierung von Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitten aus Beton, Stahlbeton, Steinzeug, asbestfreiem Faserzement, GFK, PVC-U, PE-HD, PP und Gusseisen eingesetzt werden, sofern der Querschnitt der zu sanierenden Abwasserleitung den verfahrensbedingten Anforderungen und den statischen Erfordernissen genügt.

Schadhafte Abwasserleitungen werden durch Einbringen eines harzgetränkten Polyesterfaserschlauches und nachfolgender Aushärtung saniert. Die Aushärtung erfolgt unter Umgebungstemperaturen, mit Warmwasser oder Dampf.

<sup>1</sup> DIN 1986-3

Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung; Ausgabe:2024-05

In grundwassergesättigten Zonen (Grundwasserinfiltration) ist vor dem Inversieren des Schlauchliners ein PE-Schutzschlauch (Preliner) einzubringen.

Für den Wiederanschluss von Seitenzuläufen dürfen nur Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren eingesetzt werden, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den dazugehörigen allgemeinen Bauartgenehmigungen für diesen Verwendungszweck gültig sind.

## 2 Bestimmungen für die Bauprodukte

### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

#### 2.1.1 Allgemeines

Soweit zutreffend, entsprechen die in Abschnitt 1 bezeichneten Schlauchliner den Anforderungen von DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>, sie weisen die im Folgenden aufgeführten spezifischen Eigenschaften und Zusammensetzungen auf.

#### 2.1.2 Werkstoffe der Komponenten der Schlauchliner im "M"-Zustand

##### 2.1.2.1 Werkstoffe für die Schlauchliner

Die Werkstoffe der Polyesterfaserschläuche mit den Bezeichnungen "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D", deren Beschichtung aus Polyesterurethan-Folie (PU-Folie), PE-Preliner und die Werkstoffe der Epoxid-Harzsysteme mit den Bezeichnungen "BRAWO I" und "BRAWO III" sowie "BRAWO AC" einschließlich der Härter, müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezepturangaben entsprechen.

Die Polyesterfaserschläuche für die Schlauchliner weisen folgende Werte nach Tabelle 2 auf:  
Tabelle 2: "Eigenschaften der Polyesterfaserschläuche für die Schlauchliner"

Schlauchbezeichnung	Nennweiten [mm]	Flächengewicht [g/m <sup>2</sup> ]	Rohwanddicke [mm]	Reißfestigkeit [MPa]	Querdehnung [%]
"BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT"	DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	2.300 ± 300	5,3 ± 0,8	≥ 8	≥ 40
"BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT"	DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	2.800 ± 350	6,0 ± 0,8	≥ 8	≥ 40
"BRAWOLINER 3D" "BRAWOLINER HT 3D"	DN 100 DN 150	2.900 ± 400	6,2 ± 0,8	≥ 8	≥ 50
"BRAWOLINER 3D"	DN 200 DN 300	2.900 ± 400	8,5 ± 0,8 9,0 ± 0,5	≥ 8	≥ 50

<sup>2</sup> DIN EN ISO 11296-4

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining (ISO 11296-4:2018); Deutsche Fassung EN ISO 11296-4:2018; Ausgabe:2018-09

- 1) Die Epoxid-Harze für die Polyesterfaserschläuche in der Tabelle 2 weisen vor der Verarbeitung folgende Eigenschaften auf:

"BRAWO I"

- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente A: 1,15 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente B: 1,00 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Viskosität der Komponente A (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (9.600 ± 1.200) mPa x s <sup>A)</sup>
- Viskosität der Komponente B (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (900 ± 300) mPa x s <sup>B)</sup>

"BRAWO III"

- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente A: 1,15 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente B: 1,00 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Viskosität der Komponente A (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (9.600 ± 1.200) mPa x s <sup>A)</sup>
- Viskosität der Komponente B (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (900 ± 300) mPa x s <sup>B)</sup>

"BRAWO AC"

- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente A: 1,15 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Dichte bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 2811-1<sup>3</sup>  
Komponente B: 1,00 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Viskosität der Komponente A (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (6.300 ± 1.200) mPa x s <sup>C)</sup>
- Viskosität der Komponente B (Harz)  
bei +20 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>4</sup>: (900 ± 300) mPa x s <sup>B)</sup>
- Topfzeit:
 

"BRAWO I"	ca. 23 Minuten	(Im 100 g Ansatz)
"BRAWO III"	ca. 58 Minuten	(Im 100 g Ansatz)
"BRAWO AC"	ca. 52 Minuten	(Im 100 g Ansatz)
- Topfzeiten in Abhängigkeit der Harzmengen bei einem Mischungsverhältnis der Komponente A Harz zu der Komponente B Härter: 3:1 Gewichtsanteile: Anlage 3

Die Epoxid-Harzsysteme müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezepturen und IR-Spektren entsprechen. Die IR-Spektren sind vom Inhaber dieses Bescheides bei der fremdüberwachenden Stelle zu hinterlegen.

<sup>3</sup> DIN EN ISO 2811-1 Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte - Teil 1: Pyknometer-Verfahren (ISO 2811-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 2811-1:2016; Ausgabe:2016-08

<sup>4</sup> DIN EN ISO 3219-2 Rheologie - Teil 2: Allgemeine Grundlagen der Rotations- und Oszillationsrheometrie (ISO 3219-2:2021); Deutsche Fassung EN ISO 3219-2:2021 Ausgabe:2021-08

A) Messung Zylinder, Scherrate 5 1/s

B) Messung Zylinder, Scherrate 100 1/s

C) Messung Zylinder, Scherrate 20 1/s

- 2) Die Epoxid-Harzsysteme für die Polyesterfaserschläuche in der Tabelle 1 weisen ohne Polyesterfasereinlage im ausgehärteten Zustand bei einer Temperatur von +23 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit folgende Eigenschaften auf:

"BRAWO I":

- Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≈ 3.000 MPa
- Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-2<sup>6</sup>: ≈ 62,0 MPa
- Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>7</sup>: ≈ 100 MPa

"BRAWO III":

- Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≈ 2.650 MPa
- Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-2<sup>6</sup>: ≈ 52,5 MPa
- Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>7</sup>: ≈ 90 MPa

"BRAWO AC":

- Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≈ 3.400 MPa
- Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-2<sup>6</sup>: ≈ 76 MPa
- Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>7</sup>: ≈ 48 MPa

- 3) Die transparente Polyesterurethanfolie (PU-Folie) für die Polyesterfaserschläuche in der Tabelle 2 weist folgende kennzeichnenden Eigenschaften auf:

- Flächengewicht in g/m<sup>2</sup>:
  - der Folie für DN 100: 120 g ± 12 g
  - der Folie für DN 125: 150 g ± 15 g
  - der Folien für DN 150 und DN 200: 180 g ± 18 g
  - der Folien für DN 300 bis DN 400: 215 g ± 22 g
- Bruchspannung in Längs- und Querrichtung: ≥ 40 MPa
- Bruchdehnung in Längs- und Querrichtung: ≥ 300 %

- 4) PE-Preliner Mindestwanddicke: 150 µm

#### 2.1.2.2 Werkstoffe des quellenden Bandes (Hilfsstoff)

Für das quellende Band (Hilfsstoff) im Bereich der Schachtanbindung (Anlage 16) des Schlauchliners dürfen nur extrudierte Profile, bestehend aus einem Chloroprene- (CR/SBR) Gummi und wasseraufnehmendem Harz, verwendet werden. Die quellenden Bänder müssen bei Einlagerung in Wasser nach 72 Stunden eine Volumenvergrößerung von mindestens 100 % aufweisen.

#### 2.1.3 Umweltverträglichkeit

Unter Einhaltung der Besonderen Bestimmungen dieses Bescheids erfüllen die Bauprodukte die "Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser" (Fassung: 2011; Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik) und damit das von den "Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer" (ABuG; Anhang 10 der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2025/1) konkretisierte bauaufsichtliche Schutzniveau.

Der Erlaubnisvorbehalt, insbesondere in Wasserschutzgebieten, der zuständigen Wasserbehörde bleibt unberührt.

5	DIN EN ISO 178	Kunststoffe - Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 178:2019); Deutsche Fassung EN ISO 178:2019; Ausgabe:2019-08
6	DIN EN ISO 527-2	Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen (ISO 527-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 527-2:2012; Ausgabe:2012-06
7	DIN EN ISO 604	Kunststoffe - Bestimmung von Druckeigenschaften (ISO 604:2002); Deutsche Fassung EN ISO 604:2003; Ausgabe:2003-12

## 2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

### 2.2.1 Werksseitige Herstellung der Schlauchliner

Aus den vom Vorlieferanten angelieferten Polyesterfaserfäden werden im Werk des Antragstellers nahtlose Schläuche als einlagiges Gestrick mit Rohwanddicken nach Abschnitt 2.1.2.1 Tabelle 2 hergestellt. Nach Herstellung des Polyesterfasergestricks werden die Schläuche mit der Polyesterurethanfolie nach Abschnitt 2.1.2.1 Punkt 3) kaschiert.

Während der Fertigung werden folgende Herstellungsparameter kontrolliert und erfasst:

- Flächengewicht
- Rohwanddicke
- Reißfestigkeit
- Querdehnung
- Dichtheit

Der Antragsteller hat sich zur Überprüfung der in Abschnitt 2.1.2.1 genannten Eigenschaften und des Kalibrierschlauches (Stützschauch) bei jeder Lieferung vom Vorlieferanten mindestens Werksbescheinigungen 2.1 in Anlehnung an DIN EN 10204<sup>8</sup> vorlegen zu lassen. Der Antragsteller hat die Polyesterurethan-Folie sowie den PE-Preliner nach den Eigenschaften nach Abschnitt 2.1.2.1 herzustellen.

Der Antragsteller hat sich zur Überprüfung der Eigenschaften der Harzsysteme entsprechend den Rezepturangaben, bei jeder Lieferung vom Vorlieferanten mindestens Werkzeugeigenschaften 2.2 in Anlehnung an DIN EN 10204<sup>8</sup> vorlegen zu lassen. Im Rahmen der Wareneingangskontrolle sind folgende Eigenschaften nach Abschnitt 2.1.2.1 Punkt 1 und Abschnitt 2.1.2.3) zu überprüfen:

Eigenschaften des Harzes:

- Dichte
- Viskosität
- Reaktivität

Bei Lagerung und Transport sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und die Ausführungen im Verfahrenshandbuch des Antragstellers zu beachten.

### 2.2.2 Verpackung, Transport, Lagerung

Die mit PU-Folien beschichteten Polyester-Synthesefaserschläuche nach Abschnitt 2.1.2 sind so zu verpacken, dass die Schläuche nicht beschädigt werden.

Die Schläuche sind bis zu ihrer weiteren Verwendung bei Temperaturen zwischen +5 °C und +25 °C trocken und ohne Sonneneinstrahlung zu lagern.

Die vom Vorlieferanten angelieferten Komponenten für die Harzprägnierung auf der jeweiligen Baustelle, sind bis zur weiteren Verwendung in geeigneten, luftdichten Behältern in Räumlichkeiten des Antragstellers zu lagern. Der Temperaturbereich von  $\geq +5$  °C bis ca. +30 °C ist dabei einzuhalten. Die Gebinde sind im werkseitig verschlossenen Zustand 12 Monate haltbar und vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Die Gebinde sind so gestaltet, dass diese stets (Epoxidharz und Härter ("BRAWO I", "BRAWO III" und "BRAWO AC")) in getrennten Einzelbehältnissen enthalten.

Bei Lagerung und Transport sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und die Ausführungen im Handbuch des Antragstellers zu beachten.

### 2.2.3 Kennzeichnung

Die Polyesterfaserschläuche, und die jeweiligen Transportgebinde der Harzkomponenten sind mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder, einschließlich der Bescheidnummer Z-42.3-362 zu kennzeichnen. Die

<sup>8</sup> DIN EN 10204

Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung  
EN 10204:2004; Ausgabe:2005-01

Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 Übereinstimmungsbestätigung erfüllt sind.

Der Hersteller hat auf den Gebinden, auf der Verpackung, dem Beipackzettel oder im Lieferchein die Gefahrensymbole und H- und P-Sätze gemäß der Gefahrstoffverordnung und der EU-Verordnung Nr. 1907/2006 (REACH) sowie der jeweiligen aktuellen Fassung der CLP-Verordnung (EG) 1272/2008<sup>9</sup> anzugeben. Die Verpackungen müssen nach den Regeln der ADR<sup>10</sup> in den jeweils geltenden Fassungen gekennzeichnet sein.

Zusätzlich sind auf den Transportbehältern der Polyesterfaserschläuche für die Schlauchliner anzugeben:

- Nennweite
- Länge
- Rohwanddicke
- Bezeichnungen "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D"
- Chargennummer

Zusätzlich sind die Transportbehälter für Harze und Härter für die Schlauchliner mindestens wie folgt zu kennzeichnen mit:

- Harzbezeichnung "BRAWO I", "BRAWO III" und "BRAWO AC"
- Komponentenbezeichnung A (Harz) und B (Härter)
- Temperaturbereich
- Gebindeinhalt (Volumen oder Gewichtsangabe)

## 2.3 Übereinstimmungsbestätigung

### 2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle einschließlich einer Erstprüfung der Bauprodukte nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Bauprodukte eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

<sup>9</sup> 1272/2008 Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen

<sup>10</sup> ADR Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (*Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route*)

### 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Beschreibung und Überprüfung des Ausgangsmaterials

a) Zu den Schlauchlinerwerkstoffen:

Der Betreiber des Herstellwerkes hat sich bei jeder Lieferung der Komponenten Polyesterfasern, Harze und Härter davon zu überzeugen, dass die geforderten Eigenschaften nach Abschnitt 2.1.2 eingehalten werden. Dazu hat sich der Betreiber des Herstellwerkes vom jeweiligen Vorlieferanten entsprechende Werkszeugnisse 2.2 in Anlehnung an DIN EN 10204<sup>8</sup> vorlegen zu lassen. Im Rahmen der Wareneingangskontrolle sind zusätzlich die in Abschnitt 2.1.2 genannten Eigenschaften stichprobenartig zu überprüfen.

b) Zu den quellenden Bändern (Hilfsstoffe):

Bei jeder Lieferung der quellenden Bänder, hat sich der Antragsteller vom Vorlieferanten durch Vorlage von Werkszeugnissen 2.2 nach DIN EN 10204<sup>8</sup> die in Abschnitt 2.1.2.2 genannten Eigenschaften bestätigen zu lassen.

Die Einhaltung der geometrischen Anforderungen (Profilform und -maße) der quellenden Bänder sind im Rahmen der Eingangskontrolle visuell und durch stichprobenartiges Nachmessen zu überprüfen.

- Kontrollen und Prüfungen die während der Herstellung durchzuführen sind:

Es sind die Anforderungen nach den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.2 zu überprüfen.

- Kontrolle der Gebinde:

Es sind die Anforderungen an die Kennzeichnung nach Abschnitt 2.2.3 zu überprüfen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Bauprodukte bzw. der Ausgangsmaterialien und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung der Bauprodukte bzw. der Ausgangsmaterialien oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen. Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

### 2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk sind das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal pro Halbjahr.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Bauprodukte durchzuführen. Die werkseigene Produktionskontrolle ist im Rahmen der Fremdüberwachung durch stichprobenartige Prüfungen durchzuführen. Dabei sind die Anforderungen der Abschnitte 2.1.2 und 2.2.2 zu überprüfen.

Außerdem sind die Anforderungen zur Herstellung nach Abschnitt 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3 stichprobenartig zu überprüfen. Dazu gehören auch die Überprüfung des Härungsverhaltens, der Dichte, der Lagerstabilität und des Flächengewichts, sowie die IR-Spektroskopien.

Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle. Bei der Fremdüberwachung sind auch die Werkszeugnisse 2.2 nach DIN EN 10204<sup>8</sup> zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

## 3 Bestimmungen für die Anwendung des Regelungsgegenstandes

### 3.1 Planung, Bemessung und Ausführung

#### 3.1.1 Planung

Die Angaben der notwendigen Leitungsdaten sind zu überprüfen, dazu gehören insbesondere Linienführung, Tiefenlage, Lage der Seitenzuläufe, Schachttiefen, Grundwasser, Rohrverbindungen, hydraulische Verhältnisse, Revisionsöffnungen, Reinigungsintervalle. Vorhandene Videoaufnahmen müssen anwendungsbezogen ausgewertet werden. Die Richtigkeit der Angaben ist vor Ort zu prüfen. Die Bewertung des Zustandes der bestehenden Abwasserleitung der Grundstücksentwässerung ist hinsichtlich der Anwendbarkeit des Sanierungsverfahrens vorzunehmen.

Die hydraulische Wirksamkeit der Abwasserleitungen darf durch das Einbringen eines Schlauchliners nicht beeinträchtigt werden. Ein entsprechender Nachweis ist ggf. zu führen.

#### 3.1.2 Bemessung der Schlauchliner im "I"-Zustand

##### 3.1.2.1 Wanddicken und Wandaufbau

Systembedingt werden harzgetränkte Polyesterfaserliner für Sanierungsmaßnahmen eingesetzt, welche nach der Inversion und Aushärtung eine Designwanddicke von 3 mm aufweisen.

Für die statische Berechnung sind die in Tabelle 4 angegebenen Designwanddicken zu beachten. Die Designwanddicke der gehärteten Schlauchliner ist durch eine Materialprobe nachzuweisen.

Abwasserleitungen, deren Tragfähigkeit allein (ohne Unterstützung des umgebenden Bodens) gegeben ist, d. h. keine Risse (ausgenommen Haarrisse mit Rissbreiten unter 0,15 mm bzw. bei Stahlbetonrohren unter 0,3 mm) vorhanden sind, dürfen mit Schlauchlinern in den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 nur saniert werden, wenn die Nennsteifigkeit  $SN \geq 500 \text{ N/m}^2$  eingehalten wird. Weist das Altrrohr einen oder mehrere durchgehende Längsrisse auf, sind Bodenuntersuchungen, z. B. durch Rammsondierungen erforderlich und es ist ein entsprechender rechnerischer Nachweis zu führen. Bei Infiltrationen ist der Schlauchliner zusätzlich hinsichtlich des Verformungs- und Beulverhaltens zu bemessen.

Wenn das Altrohr-Bodensystem allein nicht mehr tragfähig ist, dürfen solche Abwasserleitungen mit Schlauchlinern der in Tabelle 4 aufgeführten Designwanddicken nur saniert werden, wenn durch einen Standsicherheitsnachweis entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 143-2<sup>11</sup> die durch den Schlauchliner aufzunehmenden statischen Belastungen nachgewiesen werden.

Tabelle 4: " Designwanddicken und Nennsteifigkeit SN<sup>1</sup> der ausgehärteten Schlauchliner"

Nennweite DN in mm	Harzsystem	Design wanddicke					
		3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	5,3 mm	5,6 mm	6,0 mm
DN 100	"BRAWO I" "BRAWO III"	5.850 N/m <sup>2</sup>	13.867 N/m <sup>2</sup>	27.083 N/m <sup>2</sup>	–	–	–
DN 125	"BRAWO I" "BRAWO III"	2.995 N/m <sup>2</sup>	7.100 N/m <sup>2</sup>	13.867 N/m <sup>2</sup>	–	–	–
DN 150	"BRAWO I" "BRAWO III"	1.733 N/m <sup>2</sup>	4.109 N/m <sup>2</sup>	8.025 N/m <sup>2</sup>	–	–	–
DN 200	"BRAWO I" "BRAWO III"	731 N/m <sup>2</sup>	1.733 N/m <sup>2</sup>	3.385 N/m <sup>2</sup>	4.370 N/m <sup>2</sup>	–	–
DN 250	"BRAWO I" "BRAWO III"	–	887 N/m <sup>2</sup>	1.733 N/m <sup>2</sup>	–	–	–
DN 300	"BRAWO I" "BRAWO III"	–	535 N/m <sup>2</sup>	1.055 N/m <sup>2</sup>	1.260 N/m <sup>2</sup>	1.4913 N/m <sup>2</sup>	1.842 N/m <sup>2</sup>
DN 300	"BRAWO AC"	–	638 N/m <sup>2</sup>	1.258 N/m <sup>2</sup>	1.503 N/m <sup>2</sup>	1.778 N/m <sup>2</sup>	2.196 N/m <sup>2</sup>
DN 400	"BRAWO III"	–	–	–	525 N/m <sup>2</sup>	620 N/m <sup>2</sup>	765 N/m <sup>2</sup>
DN 400	"BRAWO AC"	–	–	524 N/m <sup>2</sup>	625 N/m <sup>2</sup>	739 N/m <sup>2</sup>	912 N/m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Berechnung der Nennsteifigkeiten mit dem Kurzzeit-E-Modul E=2.600 MPa mit den Harzsystemen "BRAWO I" und "BRAWO III" und E=3.100 MPa mit dem Harzsystem "BRAWO AC" nach DIN EN 1228

Tabelle 5: "Nennsteifigkeiten SN und Kurzzeit-Ringsteifigkeiten SR"

Nennsteifigkeit SN in N/m <sup>2</sup>	Kurzzeit-Ringsteifigkeit SR in N/mm <sup>2</sup>
500	0,0040
630	0,0050
830	0,0065
1.250	0,0100
2.500	0,0200
5.000	0,0400

<sup>11</sup> DWA-A 143-2

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)  
- Arbeitsblatt 143: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden  
– Teil 2: Statische Berechnungen zur Sanierung von Abwasserleitungen und  
-kanälen mit Lining- und Montageverfahren; Ausgabe:2015-07

Für die genannten Nennsteifigkeiten SN und Kurzzeit-Ringsteifigkeiten SR gelten folgende Beziehungen:

Für SN gilt:

$$SN = \frac{E \cdot s^3}{12 \cdot d_m^3}$$

Für SR gilt:

$$SR = \frac{E \cdot s^3}{12 \cdot r_m^3}$$

(SN = Nennsteifigkeit in Anlehnung an DIN 16869-2<sup>12</sup>)

Für den Lastfall Grundwasser ist der Schlauchliner zusätzlich hinsichtlich Beulen entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 143-2<sup>11</sup> zu bemessen.

Unabhängig vom Ergebnis des Standsicherheitsnachweises darf der SDR-Maximalwert der Designwanddicke von 135 nicht überschritten werden.

Liegt die zu sanierende Abwasserleitung in der grundwassergesättigten Zone, weisen die Schlauchliner aufgrund der einzuziehenden PE-Schutzfolie (Preliner) einen dreischichtigen Wandaufbau auf. Dieser besteht aus der PE-Schutzfolie, der Polyesterfaserschicht und der PU-Folie (Anlage 1). Bei Bodenverhältnissen ohne anstehendem Grundwasser kann auf die PE-Schutzfolie (Preliner) verzichtet werden. In diesem Fall weisen die Schlauchliner einen zweischichtigen Wandaufbau aus Polyesterfaserschicht und PU-Folie auf.

### 3.1.2.2 Physikalische Kennwerte des ausgehärteten Schlauchliners

Nach Aushärtung der mit Harz und Härter getränkten Polyesterfaserschicht (ohne PE-Preliner und Innenbeschichtung) müssen ausgehärtete Schlauchliner folgende Kennwerte mindestens aufweisen (Prüfung der Probestücke mit der Kompositwanddicke = Designwanddicke zzgl. Verschleißschicht und Reinharzschicht = Laminat):

- a) Schlauchlinernennweiten DN 100 bis DN 400 mit den "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" und mit den Harzsystemen "BRAWO I" und "BRAWO III" (Kompositwanddicke)
- Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-2<sup>13</sup>: 1,163 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
  - Härte in Anlehnung an DIN EN 59<sup>14</sup>: ≥ 80 IRHD
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>: ≥ 2.600 MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≥ 2.200 MPa
  - Biegespannung  $\sigma_{fB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≥ 40 MPa

12	DIN 16869-2	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt - Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung; Ausgabe:1995-12
13	DIN EN ISO 1183-2	Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule (ISO 1183-2:2019); Deutsche Fassung EN ISO 1183-2:2019; Ausgabe:2019-06
14	DIN EN 59	Glasfaserverstärkte Kunststoffe; Bestimmung der Härte mit dem Barcol-Härteprüfgerät; Ausgabe:1977-11
15	DIN EN 1228	Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) - Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit; Deutsche Fassung EN 1228:1996; Ausgabe:1996-08

- b) Schlauchliniernennweiten DN 300 und DN 400 mit dem "BRAWOLINER 3D" und dem Harzsystem "BRAWO AC" (Kompositwanddicke)
- Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-2<sup>13</sup>: 1,135 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
  - Härte in Anlehnung an DIN EN 591<sup>4</sup>: ≥ 17
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>: ≥ 3.100 MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≥ 2.200 MPa
  - Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>: ≥ 30 MPa

Der Reststyrolgehalt in Anlehnung an DIN 53394-2<sup>16</sup> darf den Maximalwert von 2% (bezogen auf das Laminat) nicht überschreiten.

### 3.1.2.3 Eigenschaften des ausgehärteten Schlauchliners aufgrund der thermischen Analyse (DSC-Analyse)

Der ausgehärtete Polyesterfaser-Harzverbund weist folgende Grenzwerte auf, die mittels der Dynamischen Differenz-Kalorimetrie (DDK) (Differential Scanning-Calorimetry (DSC)) festgestellt wurden:

<u>Glasübergangstemperatur T<sub>G1</sub></u>	(Ist-Zustand des Reaktionsharzsystems; erste Heizphase)
– "BRAWO I":	≥ +45 °C
– "BRAWO III":	≥ +45 °C
– "BRAWO AC":	≥ +73 °C
<u>Glasübergangstemperatur T<sub>G2</sub></u>	(Harzsystem im vollständig ausgehärteten Zustand; zweite Heizphase)
– "BRAWO I":	≥ +87 °C
– "BRAWO III":	≥ +80 °C
– "BRAWO AC":	≥ +117 °C

### 3.1.2.4 Statische Berechnung des ausgehärteten Schlauchliners

Sofern eine statische Berechnung für Sanierungsmaßnahmen erforderlich wird, ist die Standsicherheit entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 143-2<sup>11</sup> der "Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) vor der Ausführung nachzuweisen.

Für den Standsicherheitsnachweis des Schlauchliners sind folgende Werte, einschließlich des Teilsicherheitsbeiwertes  $\gamma_M$  für den Schlauchlinerwerkstoff und dem Abminderungsfaktor A zur Ermittlung der Langzeitwerte in Anlehnung an DIN EN 761<sup>17</sup> bzw. DIN EN ISO 10468<sup>18</sup> zu berücksichtigen.

16	DIN 53394-2	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen; Gaschromatographisches Verfahren; Ausgabe:1993-12
17	DIN EN 761	Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) - Bestimmung des Kriechfaktors im trockenen Zustand; Deutsche Fassung EN 761:1994; Ausgabe:1994-08
18	DIN EN ISO 10468	Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) - Ermittlung der Ringkriecheigenschaften unter feuchten oder trockenen Bedingungen (ISO 10468:2023); Deutsche Fassung EN ISO 10468:2023; Ausgabe:2023-10

- a) Schlauchliniernennweiten DN 100 DN 400 mit den "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" und mit den Harzsystemen "BRAWO I" und "BRAWO III" (Designwanddicke)
- Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>:  $\geq 40$  MPa
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{FB}$ :  $\geq 25$  MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 2.600$  MPa
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.800$  MPa
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 Stunden: 1,44
- b) Schlauchliniernennweiten DN 300 und DN 400 mit dem "BRAWOLINER 3D" und dem Harzsystem "BRAWO AC" (Designwanddicke)
- Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup>:  $\geq 30$  MPa
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{FB}$ :  $\geq 14$  MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.100$  MPa
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.527$  MPa
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 Stunden: 2,03

## 3.2 Ausführung

### 3.2.1 Allgemeines

Schadhafte Abwasserleitungen werden durch Einbringen und nachfolgender Aushärtung eines harzgetränkten Polyesterfaserschlauches saniert.

Dazu wird vor Ort ein Polyesterfaserschlauch, der auf der Außenseite mit einer flexiblen Polyesterurethan-Folie umschlossen ist, mit Epoxidharz (EP-Harz) getränkt. Dieser Schlauch wird mittels Wasserschwerkraft oder Druckluft unter Verwendung eines Druckluft-Inversionsgerätes in die zu sanierende Leitung eingestülpt (inversiert) und aufgestellt. Durch diese Inversion gelangt die Polyesterurethan-Folie auf die dem Abwasser zugewandte Seite. Die Druckluft bzw. der Wasserdruck wird so lange aufrecht gehalten bis der harzgetränkte Polyesterfaserschlauch ausgehärtet ist. Die Härtung kann mittels Dampf oder Warmwasserzirkulation unter Verwendung einer mit "BRAWOLINER-HOTBOX" bezeichneten Einrichtung beschleunigt werden. Die Aushärtung kann auch unter Umgebungstemperaturen erfolgen.

In der grundwassergesättigten Zone (Grundwasserinfiltration) wird vor dem Inversieren des harzgetränkten Polyesterfaserschlauches ein PE-Schutzschlauch (Preliner) eingezogen.

Bei folgenden baulichen Gegebenheiten ist die Ausführung mit den "BRAWOLINER"-Schlauchliniern möglich:

- a) vom Start- zum Zielschacht
- b) von einer Revisionsöffnung zum Zielschacht
- c) vom Startschacht zur Revisionsöffnung
- d) von einer Revisionsöffnung oder Startschacht zum Abwassersammelkanal
- e) vom Startschacht bzw. einer Revisionsöffnung bis zu einer definierten Stelle der zu sanierenden Abwasserleitung
- f) vom Abwasserkanal bis zu einer definierten Stelle der zu sanierenden Abwasserleitung

Zwischen den jeweiligen Start- und Zielpunkten dürfen auch mehrere Schächte durchquert werden, einschließlich der Durchquerung von Schächten mit Gerinneumlenkungen von bis zu 90°.

Die Schlauchliner "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" dürfen mit einer Aufdehnung von zwei Nennweiten eingebaut werden. DN 100 bis DN 150, DN 150 bis DN 225, DN 200 bis DN 300 sowie DN 300 bis DN 400.

Sofern Faltenbildung auftritt, darf diese nicht größer sein als in DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> festgelegt ist.

Seitenzuläufe können aber auch in offener Bauweise oder mittels eines Reparatur- bzw. Sanierungsverfahrens wiederhergestellt werden, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den dazugehörigen allgemeinen Bauartgenehmigungen für diesen Verwendungszweck gültig sind.

Der Antragsteller hat dem Ausführenden ein Handbuch mit Beschreibung der einzelnen, auf die Ausführungsart des Sanierungsverfahrens bezogenen Handlungsschritte zur Verfügung zu stellen.

Der Antragsteller hat außerdem dafür zu sorgen, dass die Ausführenden hinreichend mit dem Verfahren vertraut gemacht werden. Die hinreichende Fachkenntnis des ausführenden Betriebes kann, z. B. durch ein entsprechendes Gütezeichen des Güteschutz Kanalbau e. V.<sup>19</sup>, dokumentiert werden.

### 3.2.2 Geräte und Einrichtungen

#### 3.2.2.1 Mindestens für die Ausführung des Sanierungsverfahrens erforderliche Komponenten, Geräte und Einrichtungen

- Geräte zur Kanalreinigung
- Geräte zur Kanalinspektion (DWA-M 149-2<sup>20</sup>)
- Ausstattung der Fertigungsfahrzeuge:
  - Imprägnierstelle ggf. mit Absaugvorrichtung
  - Behälter für Reststoffe
  - Klimaschrank für die Harzsysteme (Temperaturbereich mindestens +5 °C bis +20 °C)
  - nennweitenbezogene PE-Preliner
  - Stromgenerator / Stromversorgung
  - Walzenlaufwerk
  - Tisch mit Förderband bzw. Rollentisch
  - Behälter mit Harz und Härter "BRAVO I" und/oder "BRAVO III" und/oder "BRAVO AC"
  - Polyesterfaserschläuche "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" in den passenden Nennweiten (Anlage 1)
  - Unterdruckanlage
  - Druckluft-Inversionsgerät mit Drucküberwachungseinrichtungen und Anschlussmöglichkeit für Warmwasser oder Dampf
  - Druckluft-Inversionsgerät mit Drucküberwachungseinrichtungen und Warmwasseranschluss sowie Anschlüsse von nennweitenbezogenen Druckschläuchen
  - Kompressor, Druckluftschläuche, Druckluftregler (für die Inversion mittels Druck)
  - Inversionsgerüst, Kaltwasserschlauch, Hydrantenanschluss und Zubehör (für die Inversion mittels Wasserschwerkraft) (Anlage 13)
  - Heizsystem/-aggregat mit der Bezeichnung "HOTBOX" (für die Warmwasserhärtung) (Anlagen 9 und 13)

<sup>19</sup> Güteschutz Kanalbau e. V.; Linzer Str. 21, Bad Honnef, Telefon: (02224) 9384-0, Telefax: (02224) 9384-84

<sup>20</sup> DWA-M 149-2 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) - Merkblatt 149: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion; Ausgabe:2013-12

- Dampfanlage mit einer Dampf-Luft-Mischeinheit (inklusive Kontrolleinrichtungen z. B. Dampf-Temperatur und -Druck) mit der Bezeichnung "BRAWO SteamUnit" und Kompressor (mindestens 1300 l/min) sowie Zubehör für die Dampfaushärtung (Anlage 15)
- Manometer
- Dampfauslassvorrichtung ("BRAWO Dampfhülse")
- nennweitenbezogene Kalibrierschläuche
- Seile
- Inversionsbögen (passend für die jeweilige Nennweite)
- Absperrblasen (passend für die jeweilige Nennweite)
- Stützrohre bzw. Stützschläuche zur Probengewinnung auf der Baustelle (passend für die jeweilige Nennweite)
- Temperaturmessfühler
- Temperaturüberwachungs- und -aufzeichnungsgerät
- Kleingeräte (z. B. Druckluftschneidwerkzeug)
- Handwerkzeug
- ggf. Sozial- und Sanitärräume

Werden elektrische Geräte, z. B. Videokameras (oder sogenannte Kanalfernaugen) in die zu sanierende Leitung eingebracht, dann müssen diese entsprechend den VDE-Vorschriften beschaffen sein.

### **3.2.3 Durchführung der Sanierungsmaßnahme**

#### **3.2.3.1 Vorbereitende Maßnahmen**

Vor Beginn der Inversion ist sicherzustellen, dass die betreffende Leitung nicht betrieben wird, ggf. sind entsprechende Absperrblasen zu setzen und Umleitungen des Abwassers vorzunehmen.

Die Richtigkeit der in Abschnitt 3.1.1 genannten Angaben ist vor Ort zu prüfen. Dazu ist der zu sanierende Leitungsabschnitt mit üblichen Hochdruckspülgeräten soweit zu reinigen, dass die Schäden auf dem Monitor bei der optischen Inspektion nach dem Merkblatt DWA-M 149-2<sup>20</sup> einwandfrei erkannt werden können.

Ggf. sind Hindernisse zu entfernen (z. B. Wurzeleinwüchse, hineinragende Seitenzulaufleitungen usw.). Beim Entfernen solcher Hindernisse ist darauf zu achten, dass dies nur mit geeigneten Werkzeugen erfolgt, so dass die vorhandene Abwasserleitung nicht zusätzlich beschädigt wird.

Die für die Anwendung des Sanierungsverfahrens zutreffenden Unfallverhütungsvorschriften sind einzuhalten.

Geräte des Sanierungsverfahrens, die in den zu sanierenden Leitungsabschnitt eingebracht werden sollen, dürfen nur verwendet werden, wenn zuvor durch Prüfung sichergestellt ist, dass keine entzündlichen Gase im Leitungsabschnitt vorhanden sind.

Hierzu sind die entsprechenden Abschnitte der folgenden Regelwerke zu beachten:

- GUV-R 126<sup>21</sup> (bisher GUV 17.6)
- DWA-M 149-2<sup>20</sup>
- DWA-A 199-1 und DWA-A 199-2<sup>22</sup>

Bei der Verwendung von Dampferzeugern und Geräten zur Dampfhärtung sind insbesondere das Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz) und die Verordnung über Dampfkesselanlagen (Dampfkesselverordnung) einzuhalten.

Der Antragsteller hat ein Handbuch mit Beschreibung der einzelnen, auf die Ausführungsart bezogenen, Handlungsschritte dem Ausführenden zur Verfügung zu stellen.

Die für die Durchführung des Verfahrens erforderlichen Schritte sind unter Verwendung des Protokollblattes in Anlage 18 für jede Imprägnierung festzuhalten.

### 3.2.3.2 Eingangskontrolle der Verfahrenskomponenten auf der Baustelle

Die Transportbehälter der Verfahrenskomponenten sind dahingehend zu überprüfen, ob die in Abschnitt 2.2.3 genannten Kennzeichnungen vorhanden sind. Der auf das jeweilige Sanierungsobjekt bezogene Umfang des Polyesterfaserschlauches ist vor der Tränkung mit Harz nachzumessen. Die Einhaltung der vor der Harztränkung aufrecht zu haltende Lagertemperatur ist zu überprüfen.

### 3.2.3.3 Anordnung von Stützrohren und Stützschräuchen

Vor dem Einzug des PE-Schutzschlauches (Preliner) sind ggf. Stützrohre oder Stützschräuche zur Verlängerung der zu sanierenden Abwasserleitung bzw. im Bereich von Zwischenschächten zu positionieren, damit an diesen Stellen zum Abschluss der Sanierungsmaßnahme Proben (Probenschläuche) entnommen werden können.

### 3.2.3.4 Positionieren der quellenden Bänder (Hilfsstoffe)

Bevor der Preliner eingebracht wird, sind in ca. 10 cm bis 20 cm Abstand vom Anfang der zu sanierenden Leitung ein oder zwei quellende profilierte Bänder zu setzen. Diese sind von Hand zu positionieren. Das Setzen der quellenden Bänder ist außerdem bei jedem durchfahrenen Schacht und am Endschacht in gleicher Weise erforderlich.

In den Bereichen, in denen quellende Bänder konstruktiv nicht einsetzbar sind, kann die wasserdichte Ausbildung der Anschlussbereiche zwischen Schlauchliner und Schacht auch nach Abschnitt 3.2.3.11 ausgeführt werden.

### 3.2.3.5 Einzug des PE-Schutzschlauches (Preliner)

In grundwassergesättigten Zonen ist immer ein Preliner einzuziehen.

Die Einbringung des PE-Schutzschlauches in die zu sanierende Abwasserleitung ist so vorzunehmen, dass Beschädigungen des Prelines vermieden werden. Das Einbringen des PE-Schutzschlauches ist mittels Inversion durchzuführen. Dabei ist der PE-Schutzschlauch unter Verwendung des Druckluft-Inversionsgerätes mittels Druckluftbeaufschlagung in die zu sanierende Abwasserleitung einzubringen. Die für die wasserdichte Anbindung des Schlauchliners einzusetzenden quellenden Bänder, sind im Bereich der Schachtabbindungen bei der Einbringung des PE-Schutzschlauches zu positionieren (Anlagen 16 und 17).

21	GUV-R 126	Sicherheitsregeln: Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen (bisher GUV 17.6); Ausgabe:2007-06
22	DWA-A 199-1	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) - Arbeitsblatt 199: Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen, - Teil 1: Dienstanweisung für das Personal von Abwasseranlagen; Ausgabe:2011-11
	DWA-A 199-2	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) - Arbeitsblatt 199: Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen, - Teil 2: Betriebsanweisung für das Personal von Kanalnetzen und Regenwasserbehandlungsanlagen; Ausgabe:2020-04

### 3.2.3.6 Imprägnierung des Polyesterfaserschlauches

#### a) Harzmischung

Vor der Harzmischung ist vom Ausführenden festzulegen, ob für die konkrete Sanierungsmaßnahme das Epoxidharz "BRAWO I", "BRAWO III" oder "BRAWO AC" zu verwenden ist. Die Angaben bzw. Diagramme in der Anlage 2 sind für die Auswahl zu beachten.

Die Epoxidharze sind vor der Tränkung der Polyesterfaserschläuche auf ca. +13 °C bis +15 °C zu temperieren.

Die für die Harztränkung des jeweiligen Polyesterfaserschlauches erforderliche Harzmenge ist vor Beginn der Harzmischung in Abhängigkeit der Rohwanddicke, dem Schlauchlinerdurchmesser und unter Berücksichtigung einer Harzüberschussmenge entsprechend folgender Beziehung zu bestimmen (Anlage 4):

Harzmenge [kg] =  $(\pi \times \text{Schlauchlinerdurchmesser [m]} \times \text{Rohwanddicke [mm]} \times \text{Schlauchlinerlänge [m]} \times 0,9) + \text{Harzüberschuss [kg]}$

Die auf die Verarbeitungstemperatur von ca. +15 °C gekühlten Gebinde, bestehend aus der Komponente A Harz und Komponente B Härter sind in den benötigten Mengen im Mischungsverhältnis 3:1 (Harz:Härter) homogen und blasenfrei zu vermischen.

Harz- und Härtermengen, Harzmischung und Härungsverhalten sowie die Temperaturbedingungen sind im Protokoll (Anlage 21) nach Abschnitt 3.2.3.1 festzuhalten.

#### b) Harztränkung (Anlage 5)

Der Polyesterfaserschlauch ist im Fertigungsfahrzeug auf dem Fördertisch auszurollen, ggf. auch an geeigneten Einrichtungen anzuhängen und anschließend an die Unterdruckanlage anzuschließen. Es ist ein Unterdruck von ca. 100 mbar bis 150 mbar zu erzeugen um weitgehend die Lufteinschlüsse aus dem Polyesterfasergestrick zu beseitigen und die nachfolgende Imprägnierung zu unterstützen. Anschließend ist die angemischte Harzmenge über einen Trichter in das Schlauchlinerende so einzufüllen, dass dabei keine Luft in den Schlauch gelangt. Zur gleichmäßigen Verteilung des Harzes im Polyesterfasergestrick ist der Schlauchliner durch ein Walzenlaufwerk zu fördern. Der Walzenabstand ist ca. auf die zweifache Rohwanddicke des jeweiligen Schlauchliners einzustellen. Der Vorschub ist so zu wählen, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Harzes in der Matrix des Polyesterfasergestricks erfolgt. Sollte die Harzverteilung erkennbar ungleich sein, dann ist der Schlauch ggf. mit engerem Walzenabstand erneut durch das Walzenlaufwerk zu fördern. Der imprägnierte Schlauchliner ist zur Minderung der Reibung bei der nachfolgenden Inversierung und zur Vermeidung unnötiger Temperaturerhöhung unmittelbar nach dem Durchlaufen der Walzen in einem Behälter mit kaltem Wasser und Seifenpulver lagenweise abzulegen.

Die Härtingszeit und der Temperaturverlauf sind sowohl für das Inversieren mit geschlossenem Ende als auch für das Inversieren mit offenem Ende im Protokoll nach Abschnitt 3.2.3.1 festzuhalten.

### 3.2.3.7 Inversieren des harzgetränkten Polyesterfaserschlauches

#### 3.2.3.7.1 Inversieren mittels Druckluft-Inversionsgerätes

##### a) Inversieren mit verschlossenem Ende (Anlage 12)

An das verschlossene Ende des imprägnierten Schlauchliners ist das Einzugsseil und an diesem der Heizschlauch zu befestigen. Das Einzugsseil und der Heizschlauch sind mit dem Druckluft-Inversionsgerät zu verbinden. Mittels dieses Seiles (mit Heizschlauch) wird der Schlauchliner in das Druckluft-Inversionsgerät aufgerollt (Anlage 6).

An dem Druckluft-Inversionsgerät ist ein nennweitenbezogener Druckschlauch mittels Kupplungselementen anzuschließen. Am anderen Ende des Druckschlaches ist ein auf die zu sanierende Leitung abgestimmtes Inversionsrohr mittels Kupplungselement zu befestigen. Das Schlauchlinerende ist durch den Druckschlauch zu ziehen und am Inversionsrohr umzukrempeln. Dieses Schlauchlinerende ist mittels Klebebändern und ggf. metallischen Spannbändern fest mit dem Inversionsrohr zu verbinden.

Das Inversionsrohr (Inversionsbogen) mit dem Schlauchlinerende ist im Startschacht, bzw. vor der Revisionsöffnung einzuführen und am Beginn der zu sanierenden Leitung ggf. im PE-Schutzschlauch (Preliner) zu positionieren (Anlage 7). Anschließend ist ein Inversionsdruck von 0,2 bar bis 0,3 bar in dem Druckluft-Inversionsgerät aufzubringen. Der harzgetränkte Schlauchliner wird mit Druckluft beaufschlagt und dadurch wird der Einkrempelvorgang bewirkt. Dieser Inversionsvorgang setzt sich bis zum Erreichen des Zielschachtes bzw. der Revisionsöffnung oder des Zielpunktes der zu sanierenden Abwasserleitung fort (Anlage 8). Durch diesen Vorgang gelangt die harzgetränkte Innenseite des Schlauchliners entweder in Kontakt mit der Innenseite des PE-Preliner oder direkt in Kontakt mit der Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung. Die Polyesterurethanbeschichtung gelangt auf diese Weise auf die dem Abwasser zugewandte Seite.

#### Warmwasserhärtung

Die Druckluft ist bei gleichzeitiger Füllung des Schlauchliners mit Wasser langsam an dem Druckluft-Inversionsgerät abzulassen. Über das an dem Druckluft-Inversionsgerät anzuschließende Heizsystem/-aggregat "HOTBOX" ist der Schlauchliner mit Wasser vollständig zu füllen, so dass das formschlüssige Anliegen an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung aufrecht gehalten wird. Das in der "HOTBOX" erwärmte Wasser ist mittels einer Pumpe im Heizkreislauf zu fördern (hierzu Anlage 9). Das Umlaufwasser ist im Vorlauf auf +55 °C aufzuheizen. Die Vor- und Rücklauftemperatur im Heizkreislauf ist zu messen und zu protokollieren. Für die nennweitenbezogenen Heiz- und Haltezeiten sind die Angaben in Anlage 14 zu beachten. Nach Abschluss der Härtung ist das Heizwasser durch Zugabe von kaltem Leitungswasser auf ca. +10 °C abzukühlen. Das Wasser ist nach Erreichen dieses Temperaturniveaus abzulassen.

#### Dampfhärtung (Anlage 15)

Es können folgende Schlauchliner mittels Dampf ausgehärtet werden: "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D"

Die Dampfaushärtung kann in zwei Varianten durchgeführt werden:

##### 1. Mittels Heizschlauch:

Der Aufbau geschieht, analog zur Warmwasseraushärtung, bei der Inversion des Schlauchliners durch das Einziehen eines Heizschlauches, der zusammen mit dem Rückhalteband am Ende des Schlauchliners befestigt ist. Das Dampf-Luft-Gemisch tritt am Ende des Schlauchliners aus dem Heizschlauch aus, durchströmt den Schlauchliner in Richtung des Druckluft-Inversionsgerätes und wird am Auslass des Druckluft-Inversionsgerätes auf Umgebungsdruck geregelt.

Der Innendruck ist mittels Manometer zu überwachen und über das Ausströmventil des Druckluft-Inversionsgerätes entsprechend der Verfahrenshandbuch zu regulieren.

Die Temperatur des ein- und ausströmenden Dampf-Luft-Gemischs ist zu erfassen und zu protokollieren (Anlage 21).

##### 2. Mittels "BRAWO Dampfhülse" (Anlage 15):

Die BRAWO Dampfhülse wird in den Knoten des Schlauchliners (bei der Variante "offenes Ende" in den Kalibrierschlauch) integriert und mit inversiert. Durch eine Bohrung der Hülse strömt nichtkondensierter Dampf und Luft aus; ein Schlauch in einer weiteren Bohrung dient dem Entfernen von im Innern anfallendem Kondensat.

Der Innendruck bei der Aushärtung ist durch die Menge des einströmenden Dampf-Luft-Gemischs entsprechend der Verfahrensanweisung mittels Manometer zu überwachen und zu regulieren.

Die Temperatur des einströmenden Dampf-Luft-Gemischs ist zu erfassen und zu protokollieren (Anlage 21).

Der inversierte und aufgestellte Schlauchliner ist für eine Zeitdauer von mindestens 100 Minuten bis zur vollständigen Aushärtung mit einem Dampf-Luft-Gemisch (+80 °C) zu durchströmen.

Bei der Aushärtung ist ein Innendruck von ca. 0,3 bar bis 0,4 bar aufrecht zu halten. Die Dampftemperatur darf bei der Aushärtung +90 °C nicht überschreiten.

Nach der Aushärtung ist der Schlauchliner durch das Durchströmen von kalter Luft (ev. Wasser beigemischt) zu kühlen. Bei der Ausführung der Dampfhärtung ist darauf zu achten, dass etwaige Geruchsbelästigungen weitgehend vermieden werden.

Die Aushärtezeit des Schlauchliners ist abhängig von dem Harzsystem nach Abschnitt 2.1.2.1 sowie der Temperatur des Epoxidharzsystems, der Heiztemperatur des Wassers und/oder von den Umgebungstemperaturen sowie den Dampftemperaturen und der aufgebrachtten Zeit. Die Aushärtezeit und die Druck- sowie die Dampftemperaturstufen sind aufzuzeichnen und zu protokollieren.

#### Kalthärtung

Die Härtung des Schlauchliners kann auch unter Umgebungstemperaturen (mindestens +10 °C) stattfinden. Die Harzsysteme "BRAWO I", "BRAWO III" und "BRAWO AC" sind "kalthärtende" Epoxidharze.

Folgende Aushärtezeiten des Schlauchliners unter Umgebungstemperaturen sind zu beachten:

"BRAWO I": 13 Stunden bei +10 °C

"BRAWO III": 24 Stunden bei +10 °C

"BRAWO AC": 24 Stunden bei +10 °C

Die Aushärtezeit für den Schlauchliner ist abhängig von dem verwendeten Epoxid-Harzsystem nach Abschnitt 2.1.2.1, der Heiztemperatur des Wassers (Anlage 14) und/oder von den Umgebungstemperaturen. Die Aushärtezeit, und der aufgebrauchte Druck sind aufzuzeichnen.

#### b) Inversieren mit offenem Ende (Anlagen 10 und 11)

Sofern die Sanierung von einem Startschacht bzw. einer Revisionsöffnung in Richtung eines nicht zugänglichen Abwassersammelkanals erfolgt, ist zuvor die Schlauchlinerlänge so zu bestimmen, dass der Schlauchliner nicht in den Sammelkanal hineinragt. Das Schlauchlinerende ist vor dem Aufrollen in das Druckluft-Inversionsgerät mit einem Haltegummi zu verschließen.

Der so verschlossene Schlauchliner ist in dem Druckluft-Inversionsgerät aufzurollen. Nachfolgend sind einschließlich der Inversion die gleichen Arbeitsschritte auszuführen, wie in Absatz a) beschrieben. Zum Abschluss des Druckluft unterstützten Inversionsvorganges löst sich der Haltegummi und der Druck im Schlauchliner entweicht. Es erfolgt noch kein Anlegen des Schlauchliners an die Innenoberfläche der zu sanierenden Leitung bzw. an den zuvor eingebrachten PE-Schutzschlauch (Preliner).

Der Schlauchliner ist vom Inversionsrohr zu lösen. In das Druckluft-Inversionsgerät ist ein Kalibrierschlauch mit angeschlossenem Heizschlauch einzurollen. Das andere Ende dieses Kalibrierschlauches ist am Umlenkbogen gemeinsam mit dem freiliegenden Ende des harzgetränkten Schlauchliners zu befestigen. Anschließend ist der Kalibrierschlauch mit dem gleichen Druckniveau, wie in Absatz a) genannt, zu inversieren. Der Kalibrierschlauch bewirkt ein formschlüssiges Anliegen des Schlauchliners an die Innenoberfläche der zu sanierenden Leitung bzw. an den PE-Schutzschlauch.

Der Schlauchliner ist vom Inversionsrohr zu lösen. In das Druckluft-Inversionsgerät ist ein Kalibrierschlauch mit am Ende angeschlossenem Rückhalteband (variantenabhängig zusätzlich Heizschlauch oder "BRAWO Dampfhülse" erforderlich) einzurollen. Der Anfang dieses Kalibrierschlauches ist am Umlenkbogen gemeinsam mit dem freiliegenden Anfang des harzgetränkten Schlauchliners zu befestigen. Anschließend ist der Kalibrierschlauch mit dem gleichen Druckniveau, wie in Absatz a) genannt, zu inversieren. Der Kalibrierschlauch bewirkt ein formschlüssiges Anliegen des Schlauchliners an die Innenoberfläche der zu sanierenden Leitung.

#### Warmwasserhärtung

Anschließend ist der Schlauchliner wie in Absatz a) beschrieben mittels Warmwasserzirkulation über die "HOTBOX" und des Druckluft-Inversionsgerätes zu härten. Nach Abschluss der Härtung ist das Heizwasser durch Zugabe von kaltem Leitungswasser auf ca. +10 °C abzukühlen. Das Wasser ist nach Erreichen dieses Temperaturniveaus abzulassen und der Kalibrierschlauch zu entfernen.

#### Dampfhärtung

Die Härtung erfolgt wie in Abschnitt 3.2.3.7.1 a) beschrieben.

#### Kalthärtung

Die Härtung erfolgt wie in Abschnitt 3.2.3.7.1 a) beschrieben.

Die Aushärtezeit des Schlauchliners ist abhängig von dem Harzsystem nach Abschnitt 2.1.2.1 sowie der Temperatur des Epoxidharzsystems, der Heiztemperatur des Wassers und/oder von den Umgebungstemperaturen sowie den Dampftemperaturen und der aufgebrauchten Zeit. Die Aushärtezeit und die Druck- sowie die Dampftemperaturstufen sind aufzuzeichnen und zu protokollieren.

#### 3.2.3.7.2 Inversieren mittels Wasserschwerkraft (Anlage 13)

Um den Schlauchliner mittels Wasserschwerkraft in die Leitung zu inversieren, ist am Startschacht ein Inversionsgerüst aufzustellen. Dieses Inversionsgerüst ist in der Höhe entsprechend dem erforderlichen hydrostatischen Druck und der Schachttiefe zu bemessen. Das offene Ende des Schlauchliners ist am Inversionsgerüst zu fixieren und so zu befestigen, dass anschließend die Wassereinleitung über einen Hydranten erfolgen kann. Der hydrostatische Druck des Wassers bewirkt die Inversion des Schlauchliners in die zu sanierende Abwasserleitung. Das Ende des Schlauchliners ist luftdicht zu verschließen und zusammenzufalten. An den entstandenen "Linerkopf" sind ein Sicherungsseil und ggf. ein Heizschlauch zu befestigen. Das am "Linerkopf" befestigte Sicherungsseil dient zur Kontrolle der Inversionsgeschwindigkeit. Es ist darauf zu achten, dass durch Steuerung der Wasserzugabemenge die Inversion kontinuierlich und nicht stoßweise erfolgt.

Die Inversion ist mit ca. 2 m bis 3 m Wassersäule (entspricht einem hydrostatischen Wasserdruck von 0,2 bar bis 0,3 bar) durchzuführen. Die Aushärtung hat mit ca. 0,3 bar bis 0,4 bar zu erfolgen.

Der Inversionsvorgang setzt sich bis zum Erreichen des Zielschachtes bzw. der Revisionsöffnung oder des Zielpunktes der zu sanierenden Abwasserleitung fort. Durch diesen Vorgang gelangt die harzgetränkte Innenseite des Schlauchliners in Kontakt mit der Innenseite des zuvor eingezogenen Schutzschlauches (Preliner) oder direkt mit der Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung. Die Polyesterurethanbeschichtung des Schlauchliners gelangt auf diese Weise auf die dem Abwasser zugewandte Seite. Der Schlauchliner ist mit Wasser vollständig zu füllen, so dass das formschlüssige Anliegen an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung aufrecht gehalten wird.

Die Aushärtung erfolgt wie in Abschnitt 3.2.3.7.1 unter a) und b) beschrieben.

#### 3.2.3.8 Abschließende Arbeiten

Nach der Aushärtung ist mittels druckluftbetriebener Schneidwerkzeuge im Start- und Zielschacht das entstandene Innenrohr an der jeweiligen Schachtwand abzutrennen und zu entfernen. In den Zwischenschächten ist jeweils die obere Halbschale des entstandenen Rohres bis zum Auftritt im Schachtboden zu entfernen.

Aus den dabei ebenfalls zu entfernenden Stützrohren bzw. Stützschräuchen sind die Rohrabchnitte (Kreisringe) für die nachfolgenden Prüfungen zu entnehmen (siehe hierzu Abschnitt 3.2.4).

Bei der Durchführung der Schneidarbeiten sind die betreffenden Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

### 3.2.3.9 Wiederanschluss von Seitenzuläufen

Die wasserdichte Wiederherstellung von Seitenzuläufen können auch in offener oder geschlossener Bauweise mit Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren durchgeführt werden, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den dazugehörigen allgemeinen Bauartgenehmigungen für diesen Verwendungszweck gültig sind.

### 3.2.3.10 Schachtanbindung

Im Schachtanbindungsbereich sind quellende Bänder (Hilfsstoffe) einzusetzen.

Schachtanbindungen sind unter Verwendung von quellenden Hilfsbändern (Anlage 16), die vor dem Einzug des PE-Schutzschlauches (Preliner) im Bereich der Schachtanbindungen zu positionieren sind, wasserdicht herzustellen.

Sowohl im jeweiligen Start- und ggf. auch im Zielschacht, als auch in den Zwischenschächten sind die entstandenen Überstände (siehe auch Abschnitt 3.2.3.8 Abschließende Arbeiten) des ausgehärteten Innenrohres zur Stirnwand des Schachtes (sogenannter Spiegel) und die Übergänge zum Fließgerinne im Start- und Zielschacht wasserdicht auszubilden (Anlage 17).

Schachtanschlüsse sind unter Verwendung von quellenden Hilfsbändern im Bereich der Schachtanschlüsse zu positionieren und wasserdicht herzustellen.

In den Bereichen, in denen quellende Bänder (Hilfsbänder) konstruktiv nicht einsetzbar sind, kann die wasserdichte Ausbildung der Anschlussbereiche zwischen Schlauchliner und Schacht nach der Aushärtung des Schlauchliners auch in folgender Weise ausgeführt werden:

- a) Angleichen der Übergänge mittels Reaktionsharzspachtel, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- b) Angleichen der Übergänge mittels Mörtelsystemen, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- c) GFK-Lamine, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- d) Verpressen mit Polyurethan- (PU) oder Epoxid- (EP) Harzen für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- e) Einbau von Schlauchlinerendmanschetten, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist.

Die sachgerechte Ausführung der wasserdichten Gestaltung der Übergänge ist sicher zu stellen.

### 3.2.3.11 Beschriftung im Schacht

Im Start- oder Endschacht der Sanierungsmaßnahme sollte folgende Beschriftung dauerhaft und leicht lesbar angebracht werden:

- Art der Sanierung
- Bezeichnung des Leitungsabschnitts
- Nennweite
- Kompositwanddicke des Schlauchliners
- Jahr der Sanierung

### 3.2.3.12 Abschließende Inspektion und Dichtheitsprüfung

Nach Abschluss der Arbeiten ist der sanierte Leitungsabschnitt optisch zu inspizieren. Es ist festzustellen, ob etwaige Werkstoffreste entfernt sind und keine hydraulisch nachteiligen Falten vorhanden sind.

Nach Aushärtung des Schlauchliners, einschließlich der Wiederherstellung der Seitenzuläufe, ist die Dichtheit, ggf. unter Einbeziehung der Schachtanbindungsbereiche zu prüfen (Anlage 19). Dies kann auch abschnittsweise erfolgen.

Die Dichtheit der sanierten Leitungen ist mittels Wasser (Verfahren "W") oder Luft (Verfahren "L") nach DIN EN 1610<sup>23</sup> zu prüfen. Bei der Prüfung mittels Luft sind die Festlegungen in Tabelle 3 von DIN EN 1610<sup>23</sup>, Prüfverfahren LD für feuchte Betonrohre und alle anderen Werkstoffe zu beachten.

### 3.2.4 Prüfungen an entnommenen Proben

#### 3.2.4.1 Allgemeines

Aus dem Schlauchliner sind auf der Baustelle Kreisringe bzw. Segmente zu entnehmen (Probebegleitschein Anlage 20).

Sind die Probestücke für die genannten Prüfungen unter Abschnitt 3.2.4.2 a) untauglich oder eine Probeentnahme von Kreisringen oder Segmenten nicht möglich ist, kann bei **Seitenzulauf-Schlauchlinern bis DN 200** alternativ eine DSC-Analyse nach Abschnitt 3.2.4.2 b) durchgeführt werden.

Für die Untersuchung der charakteristischen Materialeigenschaften mittels der Dynamischen Differenz-Kalorimetrie (DDK) (Differential Scanning-Calorimetry (DSC)) sind auf der Baustelle Probekörper aus der Haltung zu entnehmen. Die Entnahme ist mittels Kernbohrung durchzuführen. Der Durchmesser der Probe soll mindestens 2,5 cm betragen.

#### 3.2.4.2 Festigkeitseigenschaften

##### a) Ermittlung der Festigkeitseigenschaften nach 3-Punkt-Biege- und Langzeit-Scheiteldruckprüfung

An den entnommenen Proben sind der Biege-E-Modul und die Biegespannung  $\sigma_{fB}$  (mit der Kompositwanddicke nach Abschnitt 3.1.2.2) zu bestimmen.

Bei diesen Prüfungen ist der Kurzzeitwert, der 1-Stunden-Wert und der 24-Stunden-Wert des Biege-E-Moduls sowie der Kurzzeitwert der Biegespannung  $\sigma_{fB}$  festzuhalten.

Bei der Prüfung ist auch festzustellen, ob die Kriechneigung in Anlehnung an DIN EN ISO 899-2<sup>24</sup> entsprechend nachfolgender Beziehung bzw. aus den nachfolgenden Diagrammen 1 bis 2 eingehalten wird:

$$K_n = \frac{E_{1h} - E_{24h}}{E_{1h}} \times 100$$

Die Kriechneigung ist von der Nachvernetzung des Harzes abhängig, und somit unter Berücksichtigung des Probestalters sind aus den Diagrammen 1 bis 2 zu entnehmen.

23	DIN EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015; Ausgabe:2015-12
24	DIN EN ISO 899-2	Kunststoffe - Bestimmung des Kriechverhaltens – Teil 2: Zeitstand-Biegeversuch bei Dreipunkt-Belastung (ISO 899-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 899-2:2003; Ausgabe:2003-10

Diagramm 1: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probenalters" mit den Harzsystemen "BRAWO I" oder "BRAWO III"

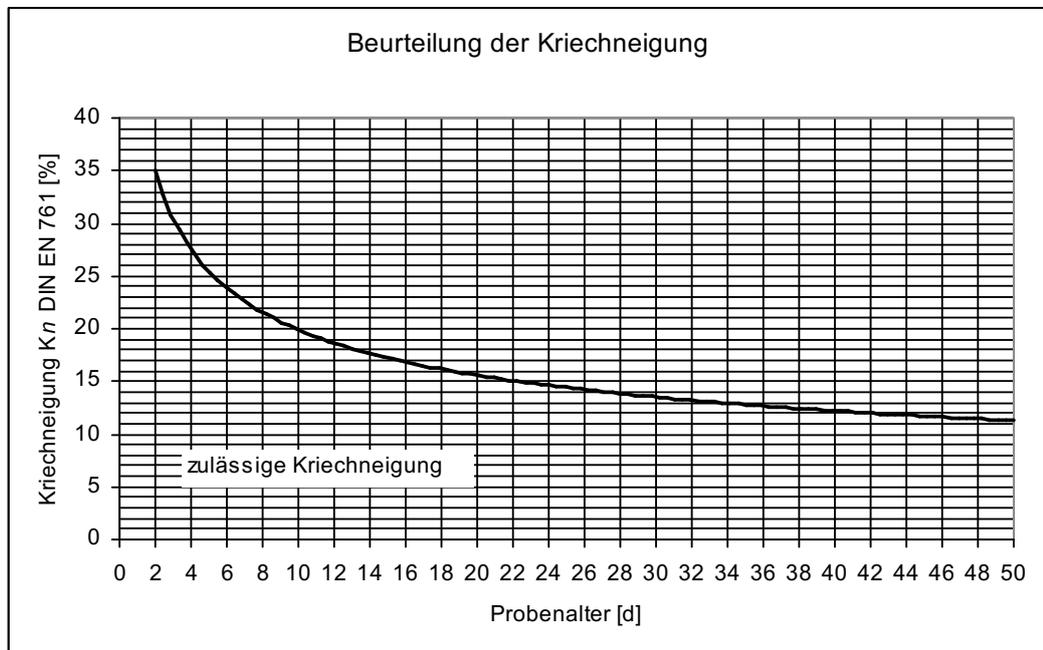
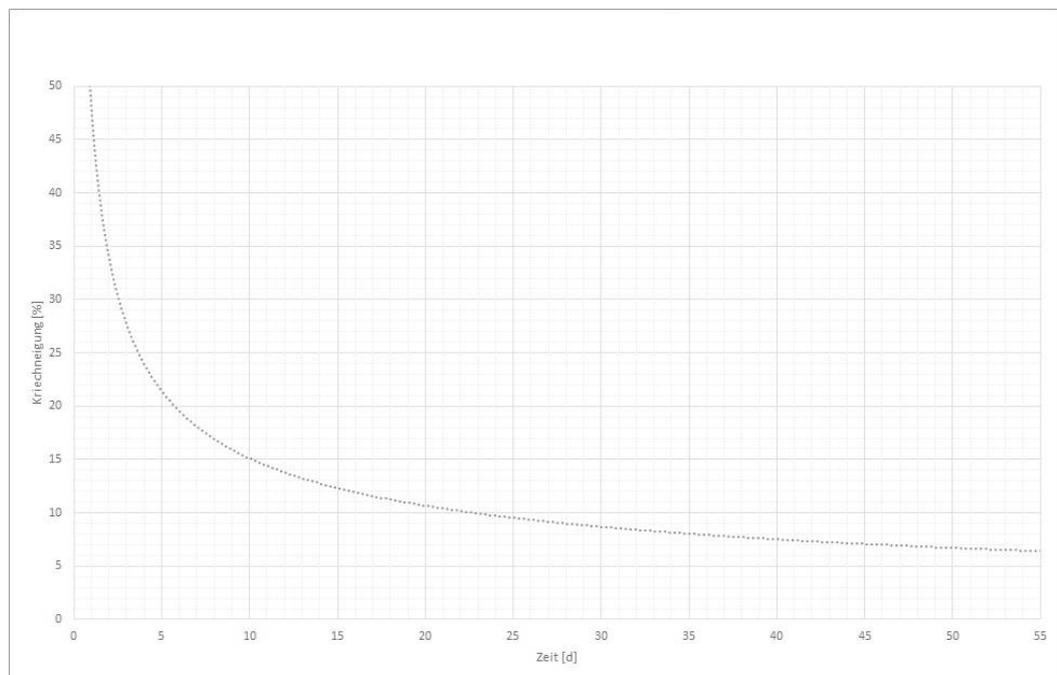


Diagramm 2: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probenalters" mit dem Harzsystem "BRAWO AC"



Die in der Prüfung an der auf der Baustelle entnommenen Probe ermittelte Kriechneigung darf in Abhängigkeit des Probenalters den Wert der Kriechneigung aus den Diagrammen 1 bis 2 nicht überschreiten.

Zur Bestimmung der Aushärtung ist auch die in Abschnitt 3.1.2.2 genannte Härte zu überprüfen.

Außerdem sind am ausgehärteten Schlauchliner der Biege-E-Modul und die Biegespannung  $\sigma_{fB}$  nach DIN EN ISO 11296-4<sup>25</sup> bzw. DIN EN ISO 178<sup>5</sup> (Drei-Punkt-Biegeprüfung) zu bestimmen, wobei gewölbte Probestäbe aus dem entsprechenden Kreisprofil zu verwenden sind, die in axialer Richtung eine Mindestbreite von 50 mm aufweisen sollen. Bei der Prüfung und Berechnung des E-Moduls ist die zwischen den Auflagepunkten des Probestabes gemessene Stützweite zu berücksichtigen.

Die festgestellten Kurzzeitwerte der E-Moduln und Biegespannungen  $\sigma_{fB}$  müssen gleich oder größer mit dem in Abschnitt 3.1.2.2 bzw. 3.1.2.3 genannten Wert sein.

b) Ermittlung der Festigkeitseigenschaften mittels DSC-Analyse

**für Seitenzulauf-Schlauchliner bis DN 200**

Sofern eine Probeentnahme von Kreisringen oder Segmenten bei den Schlauchlinern nicht möglich ist, kann alternativ an den auf der Baustelle entnommenen Proben eine DSC-Analyse durchgeführt werden.

Dazu ist folgender Prüfablauf einzuhalten:

1. Durchschneiden des Bohrkerns mittels Diamantschnitt
2. Messung der Kompositwanddicke des tragenden Laminats an drei Stellen
3. Qualitative Beurteilung des Laminats im Bereich des Sägeschnitts gemäß DIN 18820-3<sup>25</sup>, Abschnitt 5.2
4. Entnahme des Probestücks zur DSC-Analyse aus dem Laminat
5. DSC-Analyse nach DIN EN ISO 11357-2<sup>26</sup> Halbstufenhöhenverfahren
6. Bewertung der Ergebnisse entsprechend Abschnitt 10 der DIN EN ISO 11357-2<sup>26</sup>

3.2.4.3 Wasserdichtheit der Proben

Die Wasserdichtheit des ausgehärteten Schlauchliners ist an Prüfstücken, die aus dem ausgehärteten Schlauchliner ohne Preliner und ohne Folienbeschichtung entnommen wurden, in Anlehnung an die Kriterien von DIN EN 1610<sup>23</sup> durchzuführen.

Die Prüfung an Prüfstücken kann entweder mit Überdruck oder Unterdruck von jeweils 0,5 bar erfolgen.

Bei der Unterdruckprüfung ist die Probe einseitig mit Wasser zu beaufschlagen. Bei einem Unterdruck von 0,5 bar darf während einer Prüfdauer von 30 Minuten kein Wasseraustritt auf der unbeaufschlagten Seite der Probe sichtbar sein.

Bei der Prüfung mittels Überdruck ist ein Wasserdruck von 0,5 bar während 30 Minuten aufzubringen. Auch bei dieser Methode darf auf der unbeaufschlagten Seite der Probe kein Wasseraustritt sichtbar sein.

3.2.4.4 Wanddicken und Wandaufbau

Der Wandaufbau nach Abschnitt 3.1.2.1 ist an Schnittflächen z. B. unter Verwendung eines Lichtmikroskops mit ca. 10-facher Vergrößerung zu überprüfen. Dabei ist insbesondere die Designwanddicke und die Kompositwanddicke sowie die Dicke der Reinharzschicht bzw. Verschleißschicht zu kontrollieren. Außerdem ist der durchschnittliche Flächenanteil etwaiger Lunkerstellen nach DIN EN ISO 7822<sup>27</sup> zu überprüfen.

25	DIN 18820-3	Laminat aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP, GF-PHA); Schutzmaßnahmen für das tragende Laminat; Ausgabe:1991-03
26	DIN EN ISO 11357-2	Kunststoffe - Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) – Teil 2: Bestimmung der Glasübergangstemperatur und der Glasübergangsstufenhöhe (ISO 11357-2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 11357-2:2020; Ausgabe:2020-08
27	DIN EN ISO 7822	Textilglasverstärkte Kunststoffe - Bestimmung der Menge vorhandener Lunker - Glühverlust, mechanische Zersetzung und statistische Auswertungsverfahren (ISO 7822:1990); Deutsche Fassung EN ISO 7822:1999; Ausgabe:2000-01

#### 3.2.4.5 Physikalische Kennwerte des ausgehärteten Schlauchliners

An den entnommenen Proben sind die in den Abschnitten 3.1.2.2 und 3.1.2.3, genannten Kennwerte zu überprüfen.

#### 3.2.5 Übereinstimmungserklärung über die ausgeführte Sanierungsmaßnahme

Die Bestätigung der Übereinstimmung der ausgeführten Sanierungsmaßnahme mit den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen Bauartgenehmigung muss vom ausführenden Betrieb mit einer Übereinstimmungserklärung auf Grundlage der Festlegungen in den nachfolgenden Tabellen 6 und 7 erfolgen. Der Übereinstimmungserklärung sind Unterlagen über die Eigenschaften der Verfahrenskomponenten nach Abschnitt 2.1.2 und die Ergebnisse der Prüfungen nach Tabelle 6 und Tabelle 7 beizufügen.

Der Leiter der Sanierungsmaßnahme oder ein bei der Sanierung fachkundiger Vertreter des Leiters muss während der Ausführung der Sanierung auf der Baustelle anwesend sein. Er hat für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den Bestimmungen des Abschnitts 3.2 zu sorgen und dabei insbesondere die Prüfungen nach Tabelle 6 vorzunehmen oder sie zu veranlassen und die Prüfungen nach Tabelle 7 zu veranlassen. Für die in Tabelle 7 genannten Prüfungen sind Proben nach Abschnitt 3.2.3.3 aus den beschriebenen Probenschläuchen zu entnehmen. Anzahl und Umfang der ausgeführten Festlegungen sind Mindestanforderungen.

Die Prüfungen an Probestücken nach Tabelle 7 sind durch eine bauaufsichtlich anerkannte Überwachungsstelle (siehe Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen, Teil V, Nr. 9) durchzuführen.

Einmal im Halbjahr ist die Probeentnahme aus einem Schlauchliner einer ausgeführten Sanierungsmaßnahme von der zuvor genannten Überwachungsstelle durchzuführen. Diese hat zudem die Dokumentation der Ausführungen nach Tabelle 6 der Sanierungsmaßnahme zu überprüfen.

Tabelle 6: "Verfahrensbegleitende Prüfungen"

Gegenstand der Prüfung	Art der Anforderung	Häufigkeit
optische Inspektion der Leitung	nach Abschnitt 3.2.3.1 und DWA-M 149-2 <sup>20</sup>	vor jeder Sanierung
optische Inspektion der Leitung	nach Abschnitt 3.2.3.12 und DWA-M 149-2 <sup>20</sup>	nach jeder Sanierung
Geräteausstattung	nach Abschnitt 3.2.2	jede Baustelle
Kennzeichnung der Behälter der Sanierungskomponenten	nach den Abschnitten 2.2.3 und 3.2.3.2	
Luft- bzw. Wasserdichtheit	nach Abschnitt 3.2.3.12	
Aushärtungstemperatur und Aushärtungszeit	nach den Abschnitten 3.2.3.7 und 3.2.3.9	

Tabelle 7: "Prüfungen an Probestücken"

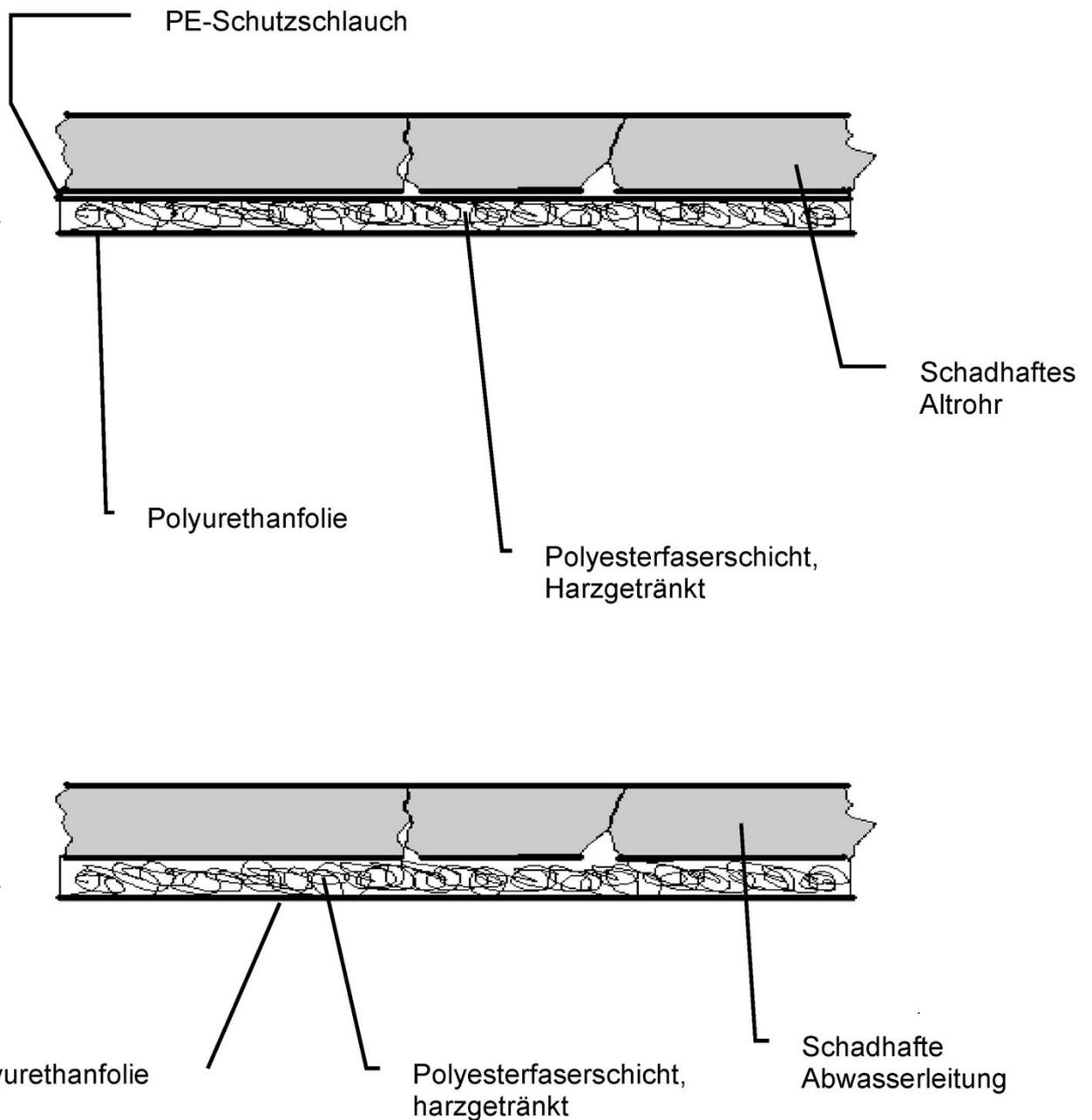
Gegenstand der Prüfung	Art der Anforderung	Häufigkeit
Kurzzeitbiege-E-Modul, Kurzzeitbiegespannung $\sigma_{FB}$ und Kriechneigung an Rohrausschnitten oder an Kreisringen	nach den Abschnitten 3.2.4.1 und 3.2.4.2. a)	jede Baustelle, mindestens. jeder zweite Schlauchliner
Dichte und Härte (Schlauchliner) der Probe ohne Preliner und ohne Beschichtungsfolie	nach den Abschnitten 3.1.2.2, 3.2.4.2 und 3.2.4.5	
Wasserdichtheit der Schlauchliner probe ohne Preliner und ohne Beschichtungsfolien	nach Abschnitt 3.2.4.3	
Wanddicken und Wandaufbau	nach den Abschnitten 3.1.2.1 und 3.2.4.4	
Überprüfung der Glasübergangstemperatur $T_{G1}$ und $T_{G2}$ mittels DSC-Analyse für Seitenzulauf-Schlauchliner bis DN 200	nach den Abschnitten 3.1.2.3 und 3.2.4.2 b)	
Kriechneigung an Rohrabschnitten oder -ausschnitten	nach Abschnitt 3.2.4.2. a)	bei Unterschreitung des in Abschnitt 3.1.2.4 genannten Kurzzeit-E-Moduls sowie mindestens 1 x Schlauchliner je Halbjahr

<sup>1</sup> Sofern die Einhaltung der in Abschnitt 3.1.2.3 genannten Glasübergangstemperaturen  $T_{G1}$  und  $T_{G2}$  an den auf der Baustelle entnommenen Proben mittels DSC-Analyse nachgewiesen wurde, gilt dies auch als Nachweis für die Einhaltung der in Abschnitt 3.1.2.2 genannten physikalischen Kennwerte des ausgehärteten Polyesterfaser-Harzverbundes.

Die Prüfergebnisse sind aufzuzeichnen und auszuwerten; sie sind auf Verlangen dem Deutschen Institut für Bautechnik vorzulegen.

Ronny Schmidt  
Referatsleiter

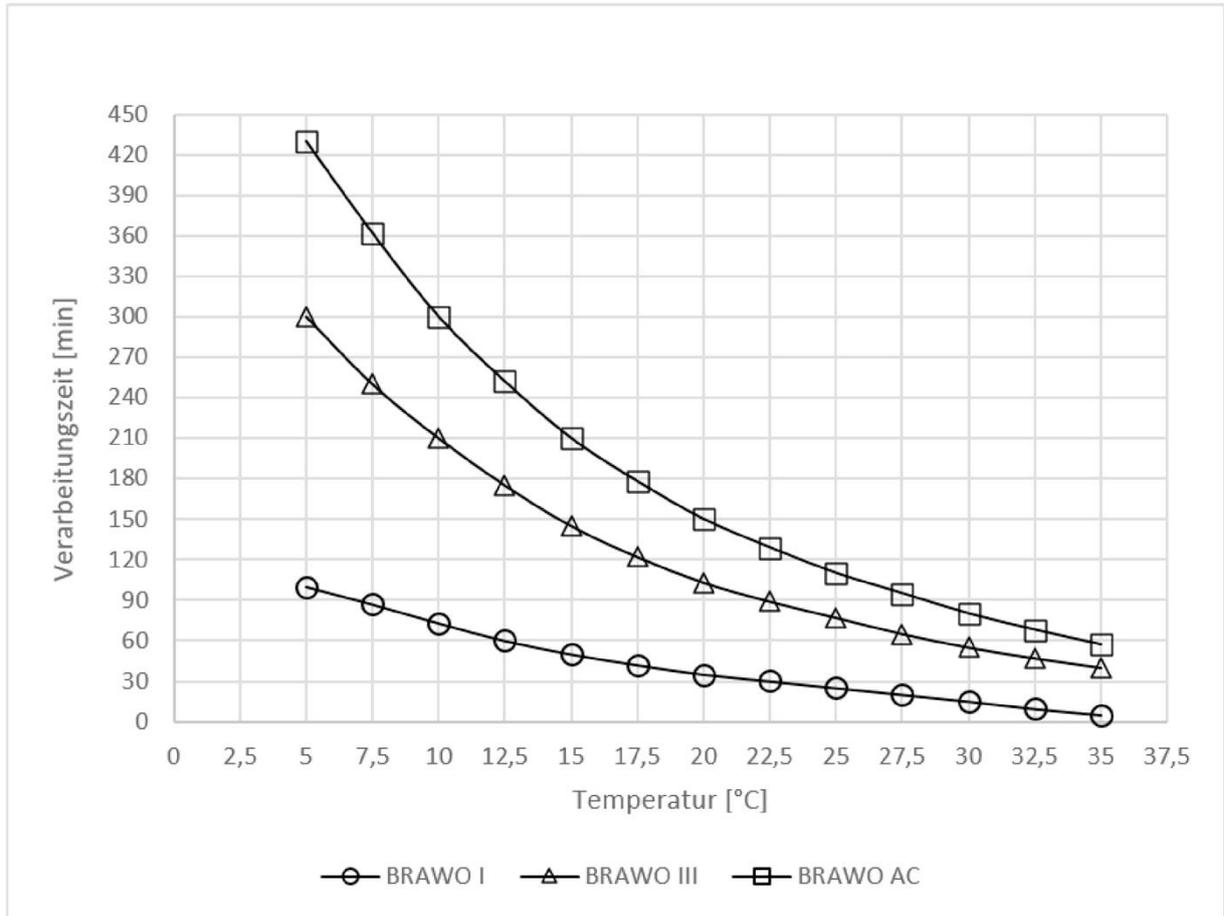
Beglaubigt  
Graeber



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Wandaufbau**

Anlage 1

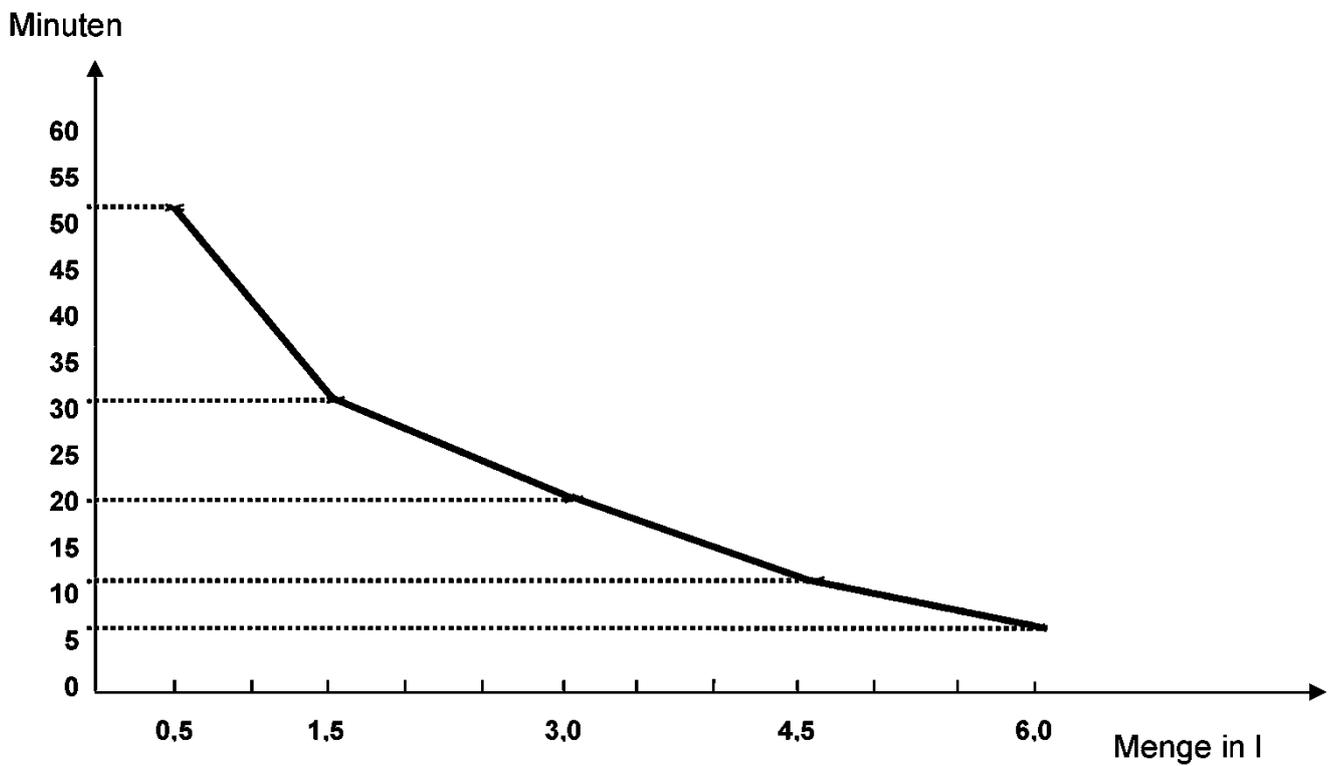


Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 2

**Harzverarbeitungszeit des getränkten, der Länge nach ausgelegten Gestrückes in Abhängigkeit von der Temperatur**

Zeit zur Erwärmung auf 50 °C



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 3

Abhängigkeit der Topfzeit von der Harzmenge

### BRAWOLINER / BRAWOLINER HT

DN	Walzenabstand Imprägnier Anlage	BRAWO I / BRAWO III in kg/m	Volumen in Liter/m
100	8,5 mm	1,1	1
125		1,4	1,27
150		1,7	1,55
200		2,3	2,09

### BRAWOLINER 3D / BRAWOLINER HT 3D

DN	Walzenabstand Imprägnier Anlage	BRAWO I / BRAWO III in kg/m	Volumen in Liter/m
100 – 150	12 mm	1,5	1,00
150 - 225		2,3	1,27
200 - 300	14 mm	4,1	3,37

### BRAWOLINER 3D DN 300–400

DN	Walzenabstand Imprägnier Anlage	BRAWO III / BRAWO AC in kg/m	Volumen in Liter/m
300 – 400	15,5 mm	7,1	6,45

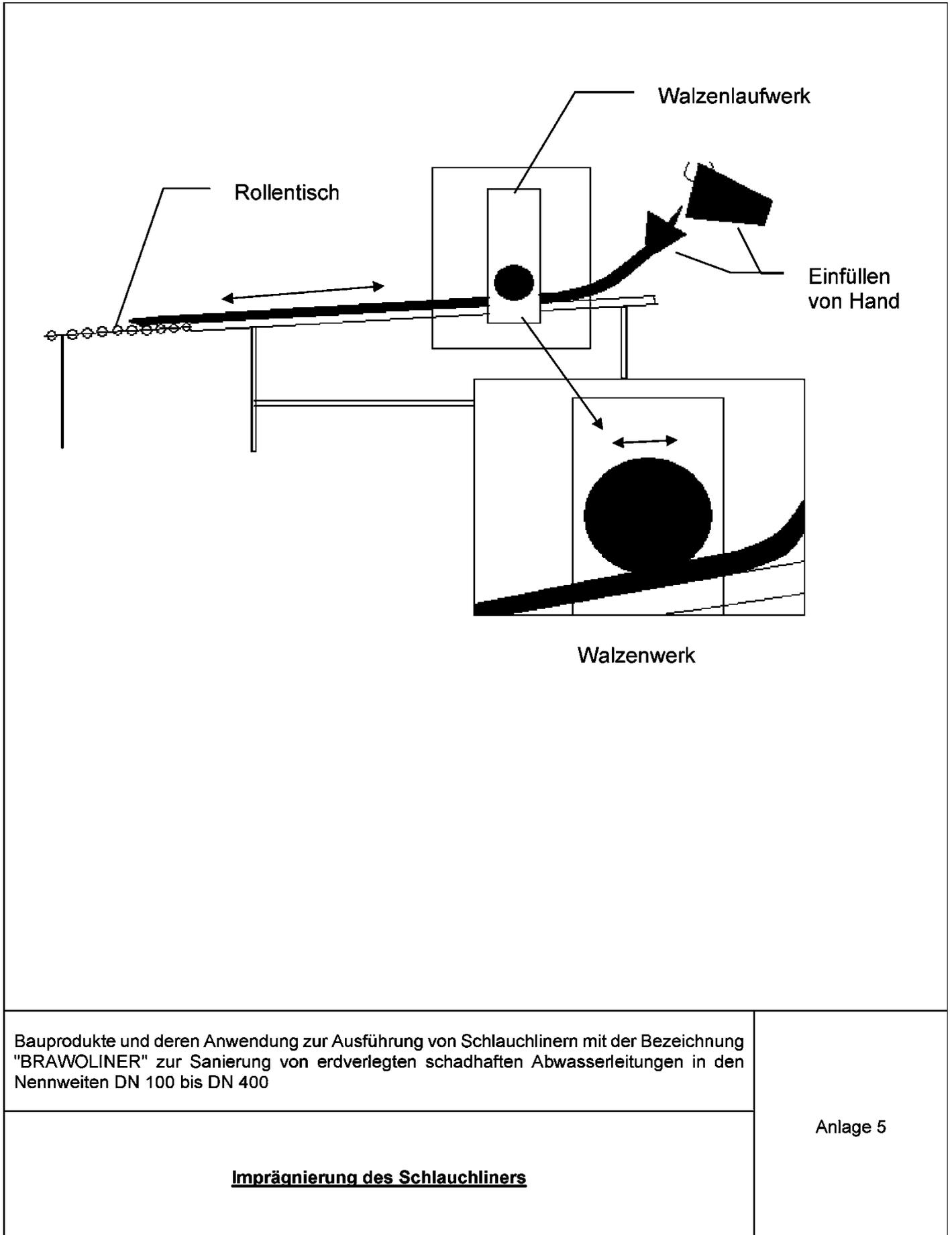
### BRAWOLINER XT / BRAWOLINER HT XT

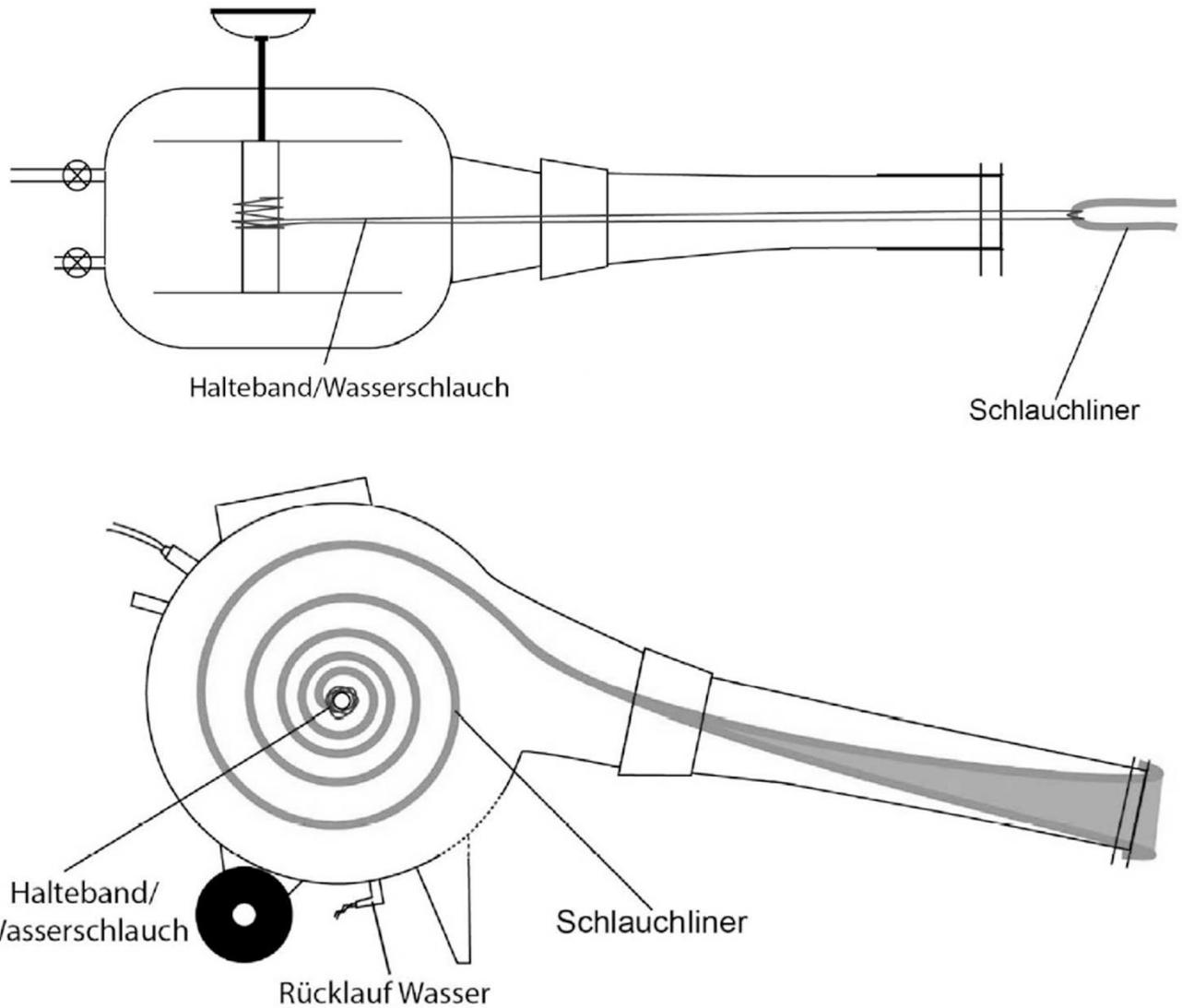
DN	Walzenabstand Imprägnier Anlage	BRAWO I / BRAWO III in kg/m	Volumen in Liter/m
100	11 mm	1,7	1,55
125		2,0	1,82
150		2,3	2,09
200		3,1	2,82

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 4

Harzverbrauch

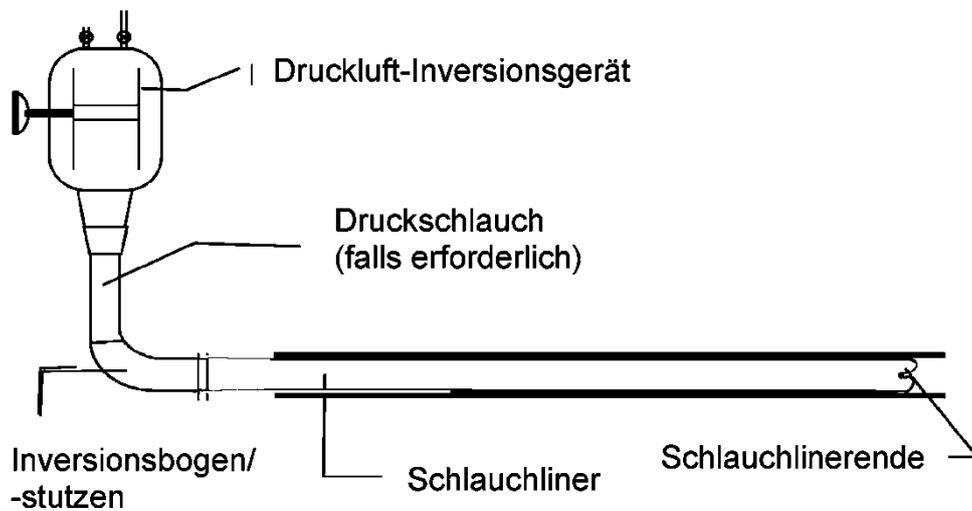
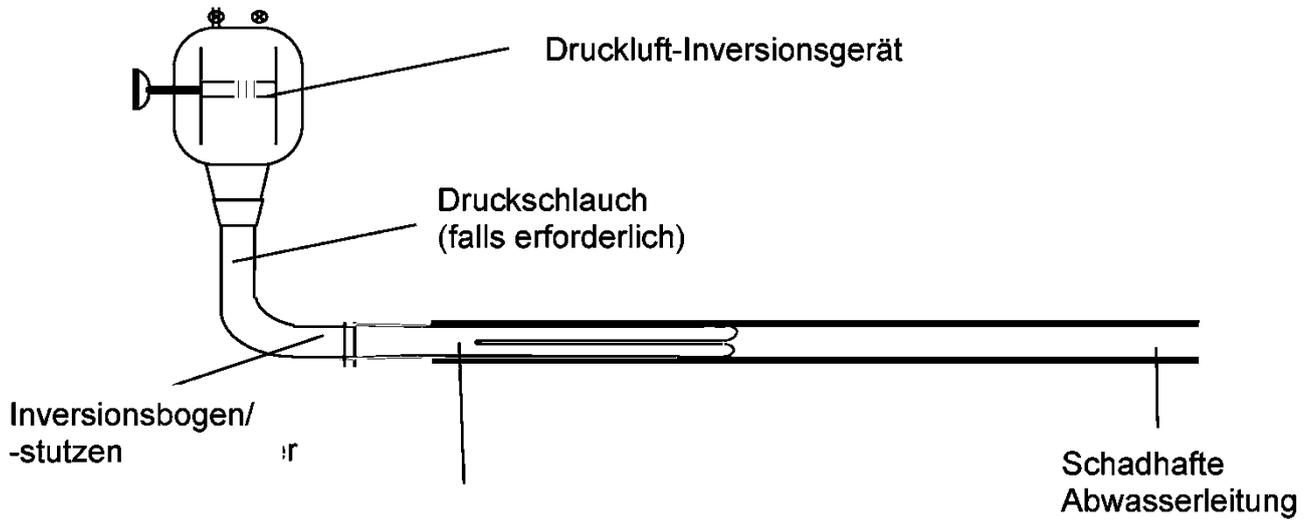




Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 6

**Einziehen des Schlauchliners in das Druckluft-Inversionsgerät**

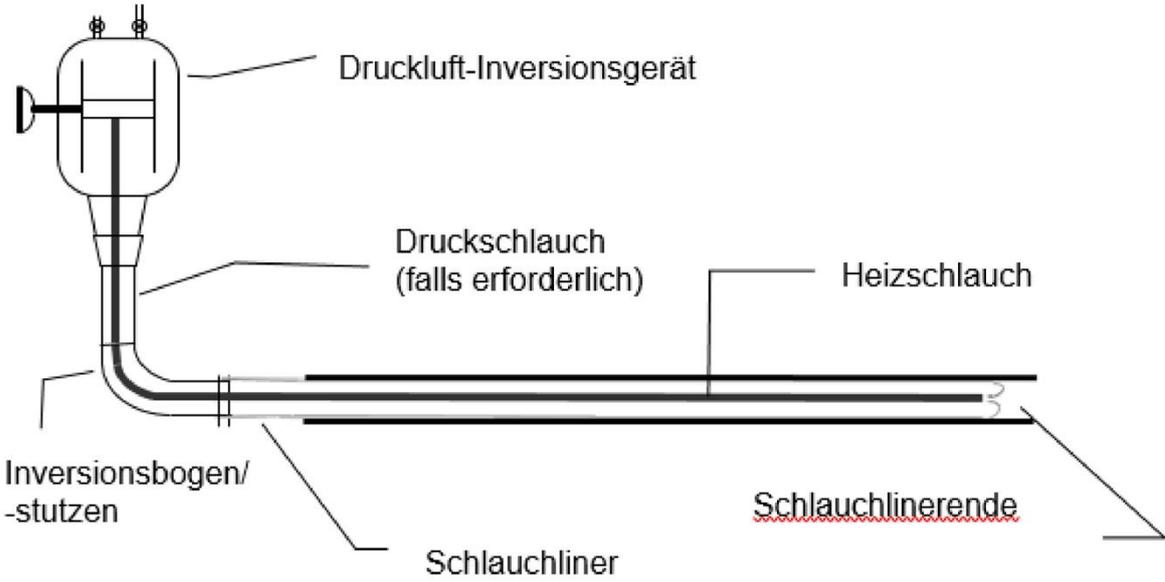


Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

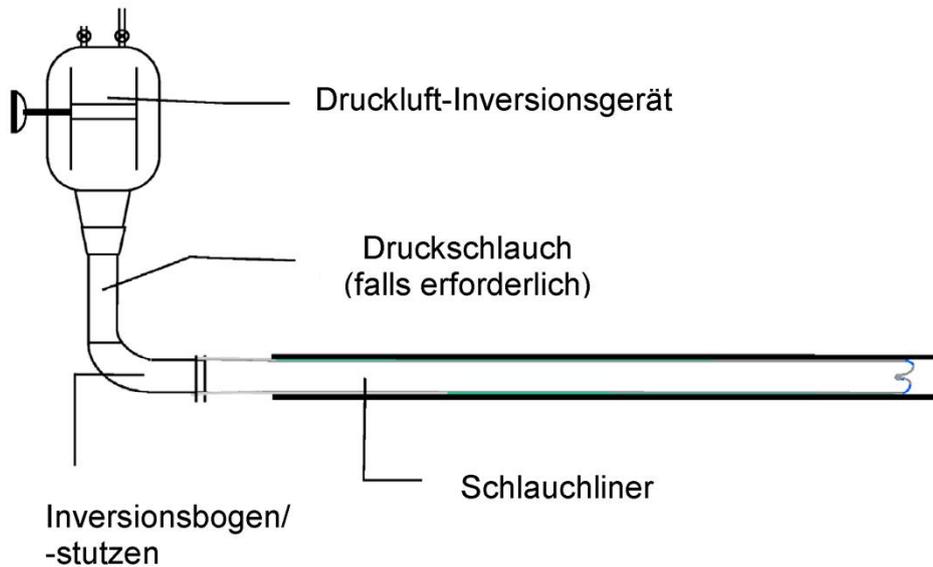
**Inversion des Schlauchliners in die schadhafte Abwasserleitung**

Anlage 7

Warmwasserhärtung



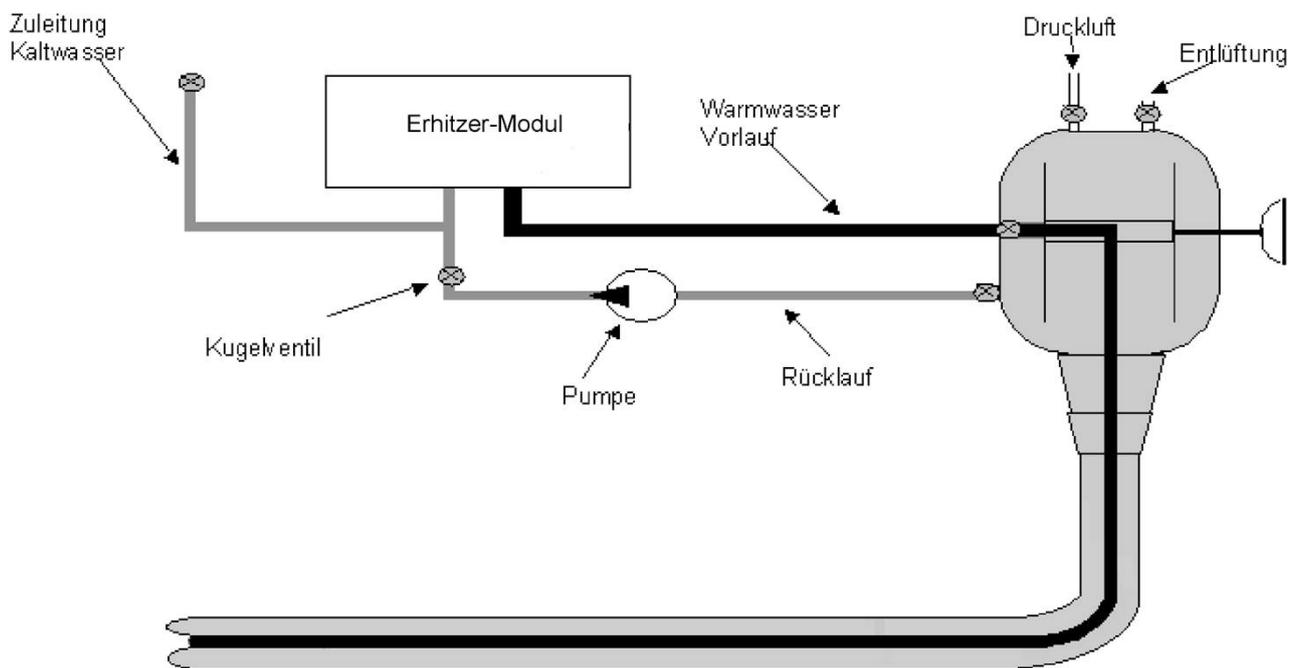
Kalthärtung



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Aushärtung des Schlauchliners in der Abwasserleitung unter Druckluft**

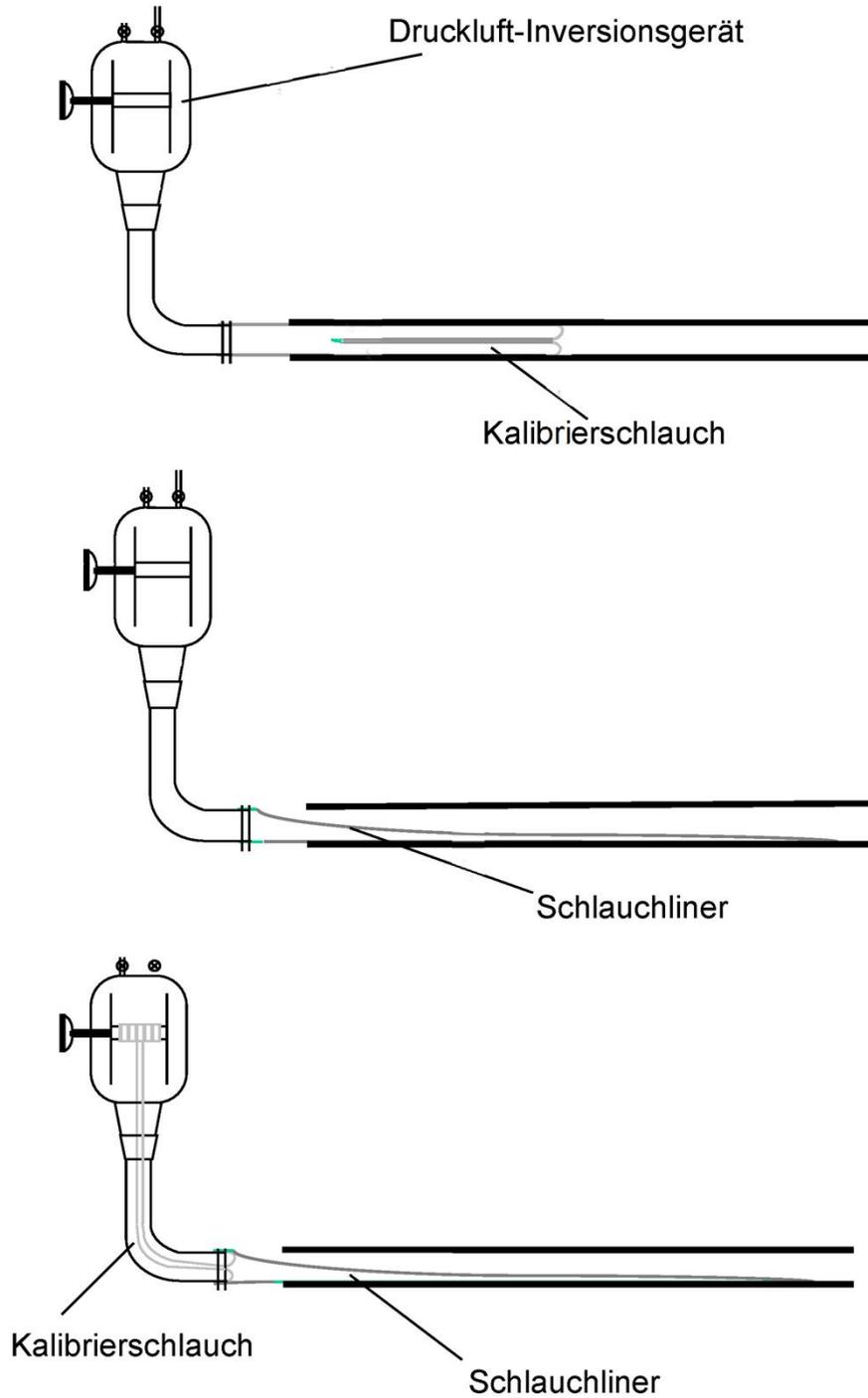
Anlage 8



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Beschleunigung der Aushärtephase mittels Warmwasserzirkulation**

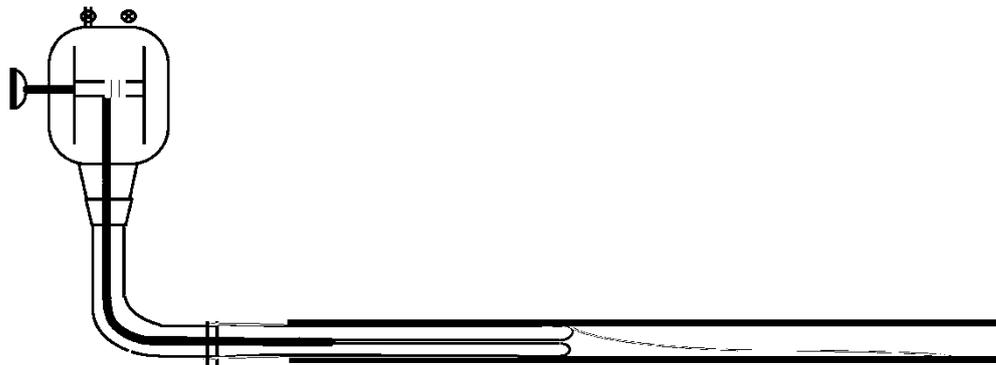
Anlage 9



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 10

Inversion mit offenem Ende Teil 1/2



Heizschlauch

Kalibrierschlauch

Schlauchliner



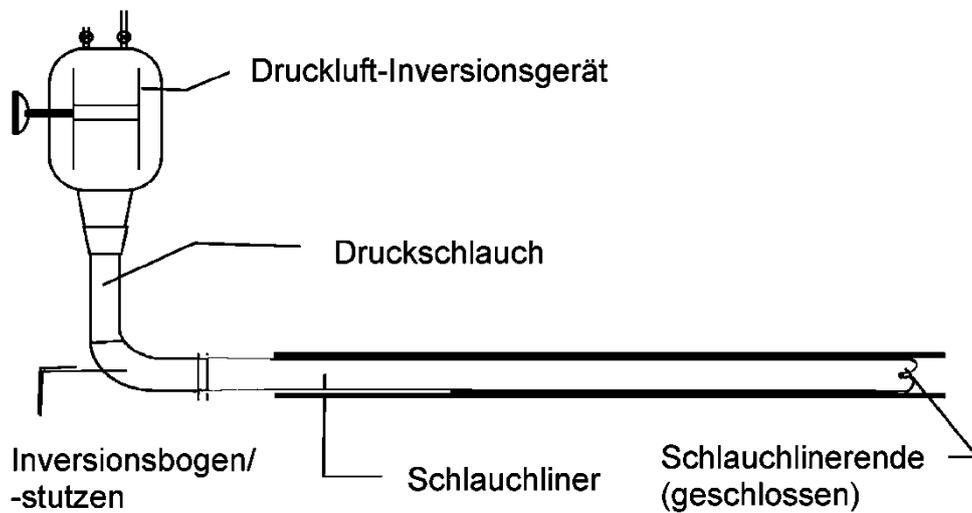
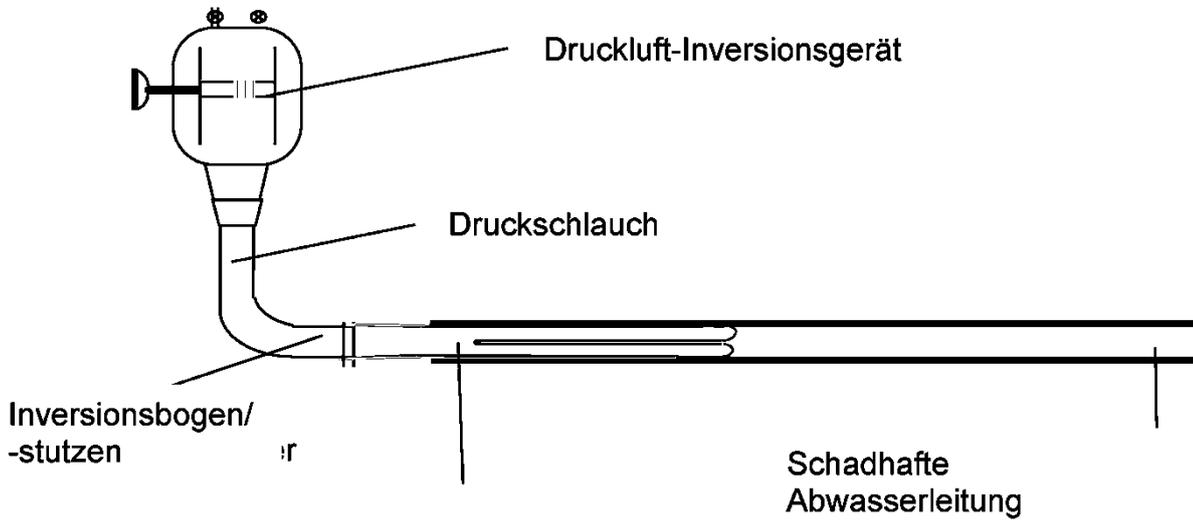
Heizschlauch

Kalibrierschlauch

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 11

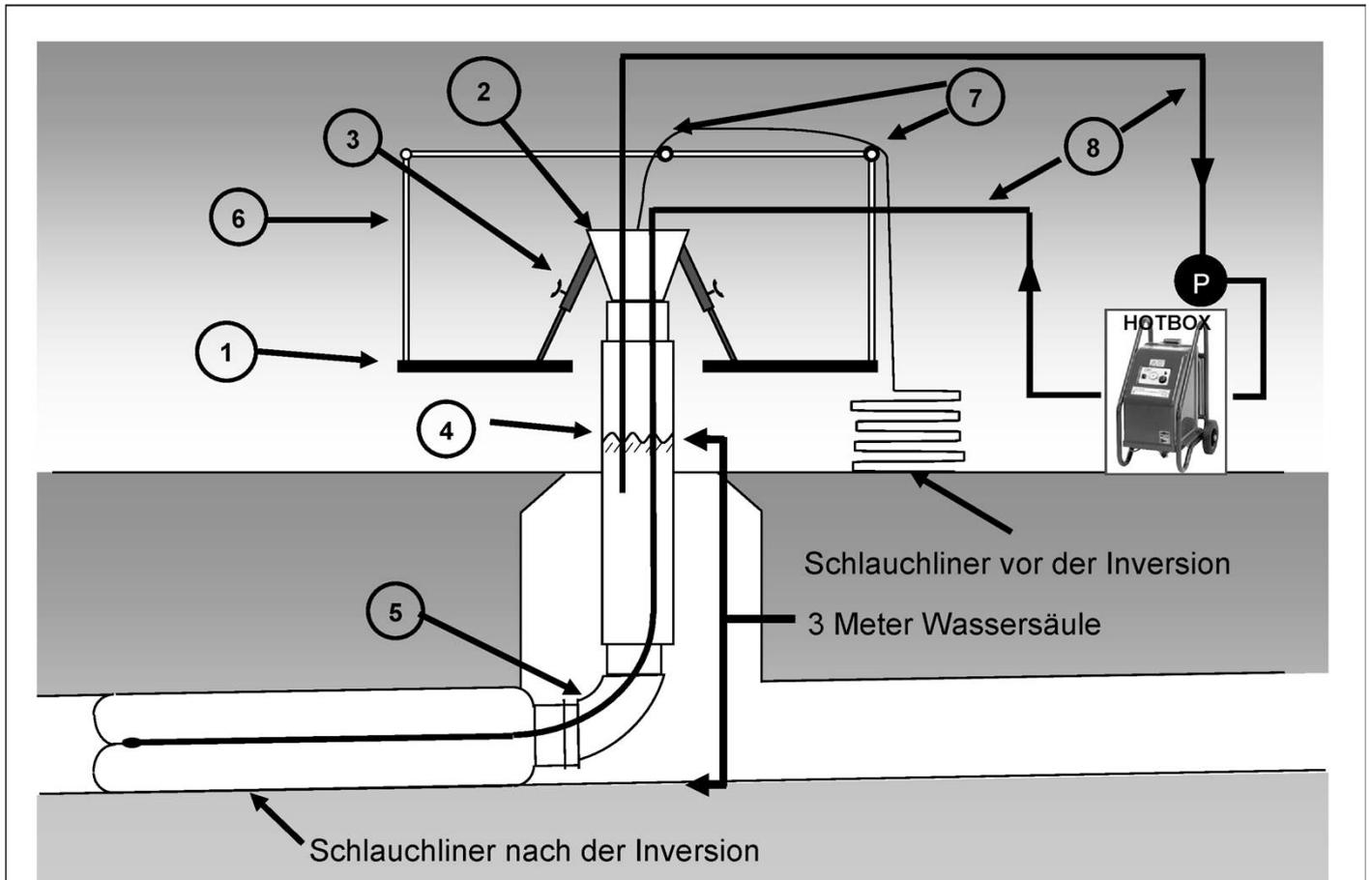
**Inversion mit offenem Ende Teil 2/2**



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Inversion mit geschlossenem Ende**

Anlage 12



1. Gerüst
2. Installationsvorrichtung
3. Stützfüße
4. Inversionsschlauch
5. Inversionsbogen
6. Geländer (falls erforderlich)
7. Umlenkrollen
8. Wasserschläuche

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 13

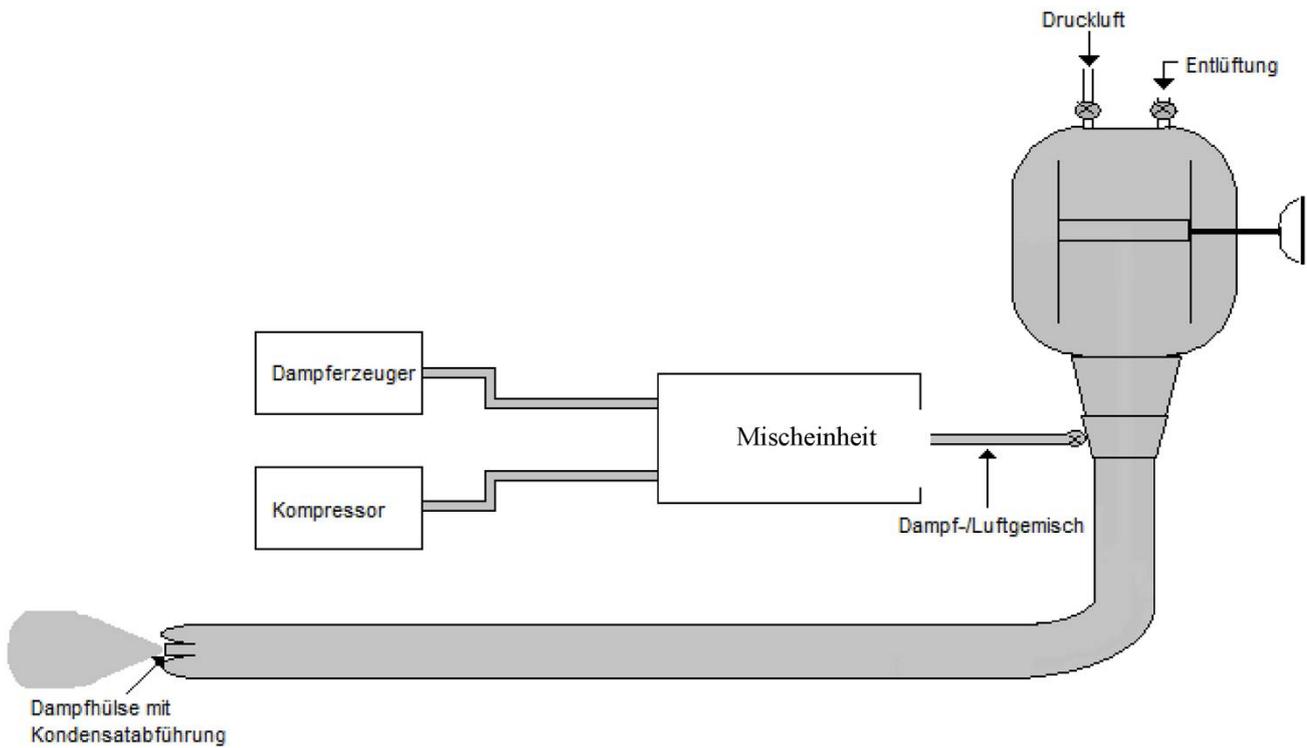
**Inversion mittels Wasserschwerkraft**

NW	Länge [m]	Volumen [l]	Aufheizzeit [min]	ca. 55°C				ca. 70°C			
				Heizzeit BRAWO I [min]	Total BRAWO I [min]	Heizzeit BRAWO III/AC [min]	Total BRAWO III/AC [min]	Heizzeit BRAWO I [min]	Total BRAWO I [min]	Heizzeit BRAWO III [min]	Total BRAWO III [min]
<b>DN100</b>											
	10	78	5	ca. 100	105	ca. 220	225	45	50	140	145
	20	156	9	ca. 100	109	ca. 220	229	45	54	140	149
	30	234	14	ca. 100	114	ca. 220	234	45	59	140	154
	40	312	18	ca. 100	118	ca. 220	238	45	63	140	158
	50	390	23	ca. 100	123	ca. 220	243	45	68	140	163
<b>DN125</b>											
	10	122	8	ca. 100	108	ca. 220	228	45	53	140	148
	20	244	15	ca. 100	115	ca. 220	235	45	60	140	155
	30	366	23	ca. 100	123	ca. 220	243	45	68	140	163
	40	488	30	ca. 100	130	ca. 220	250	45	75	140	170
	50	610	38	ca. 100	138	ca. 220	258	45	83	140	178
<b>DN150</b>											
	10	176	11	ca. 100	111	ca. 220	231	45	56	140	151
	20	352	22	ca. 100	222	ca. 220	242	45	67	140	163
	30	528	33	ca. 100	333	ca. 220	253	45	78	140	173
	40	704	44	ca. 100	444	ca. 220	264	45	89	140	184
	50	880	55	ca. 100	555	ca. 220	275	45	100	140	195
<b>DN200</b>											
	10	314	19	ca. 100	119	ca. 220	239	45	64	140	159
	20	628	39	ca. 100	139	ca. 220	259	45	84	140	179
	30	942	58	ca. 100	158	ca. 220	278	45	103	140	198
	40	1256	78	ca. 100	178	ca. 220	298	45	123	140	218
	50	1570	97	ca. 100	197	ca. 220	317	45	142	140	237
<b>DN250</b>											
	10	491	31	ca. 100	131	ca. 220	251	45	76	140	171
	20	982	61	ca. 100	161	ca. 220	281	45	106	140	201
	30	1473	92	ca. 100	192	ca. 220	312	45	137	140	232
	40	1964	122	ca. 100	222	ca. 220	342	45	167	140	262
	50	2455	153	ca. 100	253	ca. 220	373	45	198	140	293
<b>DN300</b>											
	10	707	44	ca. 100	144	ca. 220	264	45	89	140	184
	20	1413	88	ca. 100	188	ca. 220	308	45	133	140	228
	30	2120	132	ca. 100	232	ca. 220	352	45	177	140	272
	40	2826	176	ca. 100	276	ca. 220	396	45	221	140	316
	50	3533	219	ca. 100	319	ca. 220	439	45	264	140	359
<b>DN350</b>											
	10	962	60	ca. 100	160	ca. 220	280	45	360	140	200
	20	1923	119	ca. 100	219	ca. 220	339	45	419	140	259
	30	2885	179	ca. 100	279	ca. 220	399	45	479	140	319
	40	3846	239	ca. 100	339	ca. 220	459	45	539	140	379
	50	4808	299	ca. 100	399	ca. 220	519	45	599	140	439
<b>DN400</b>											
	10	1256	78	ca. 100	178	ca. 220	298	45	123	140	218
	20	5812	156	ca. 100	256	ca. 220	376	45	201	140	296
	30	3768	234	ca. 100	334	ca. 220	454	45	279	140	374
	40	5024	312	ca. 100	412	ca. 220	532	45	357	140	452
	50	6280	390	ca. 100	490	ca. 220	610	45	435	140	530

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 14

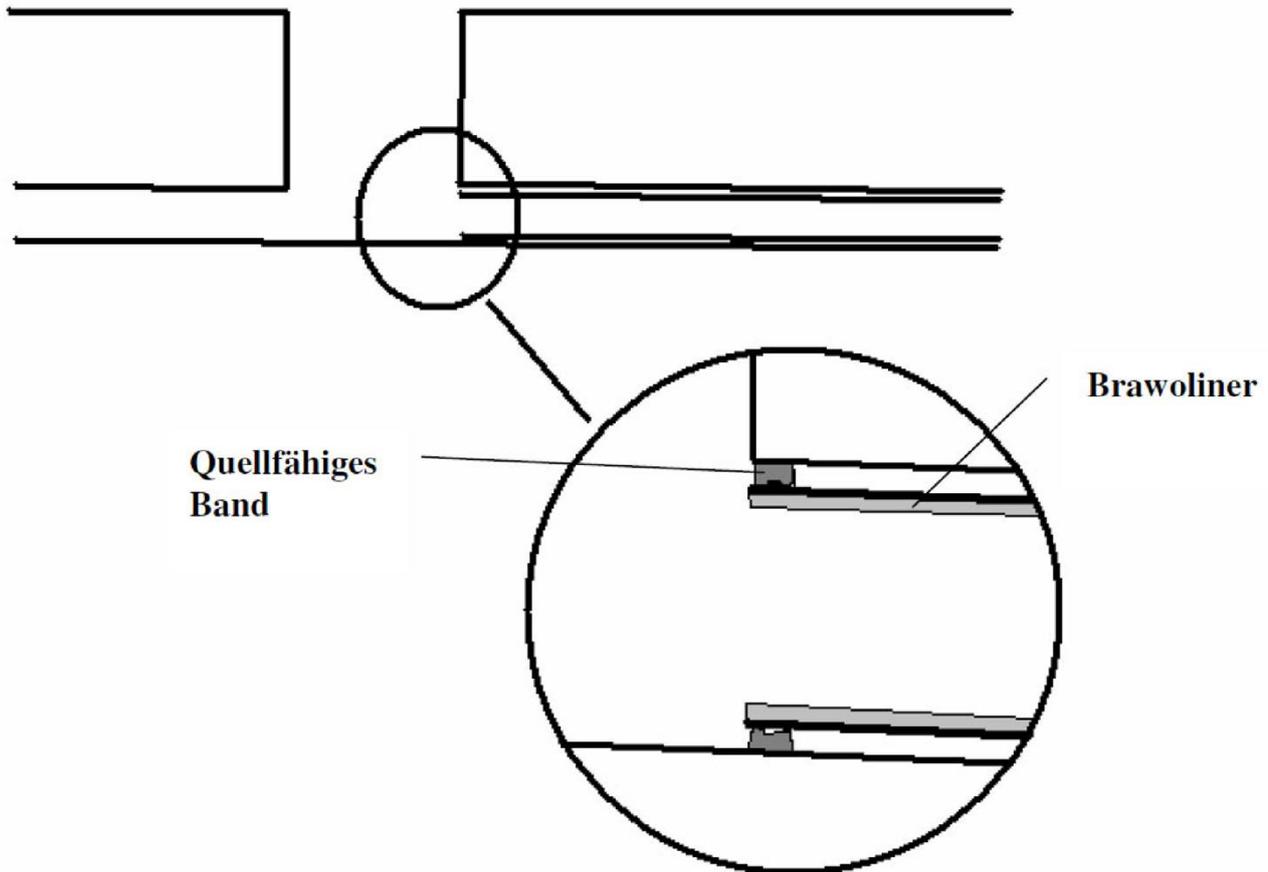
**Heizzeiten**



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Beschleunigung der Aushärtephase mittels Dampf**

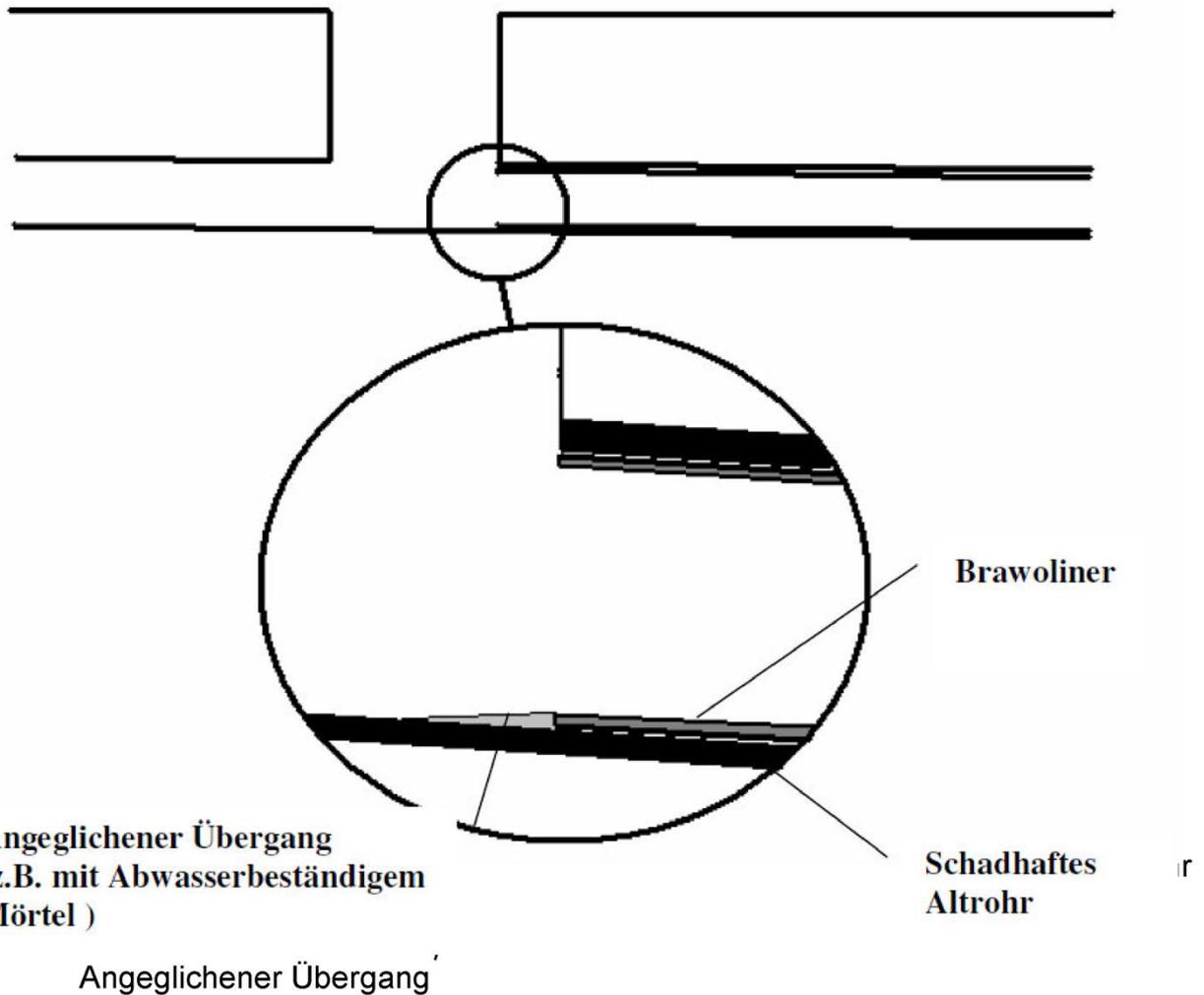
Anlage 15



Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Quellband

Anlage 16



- a) Angleichen der Übergänge mittels Reaktionsharzspachtel, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- b) Angleichen der Übergänge mittels Mörtelsystemen, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- c) GFK-Lamine, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- d) Verpressen mit Polyurethan- (PU) oder Epoxid- (EP) Harzen für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- e) Einbau von Schlauchlinerendmanschetten, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist.

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 17

**Angleichen Übergang**

<b>Einbauprotokoll BRAWOLINER</b>		Blatt: _____		Wetter		Einsatzleiter:	
Datum: _____		Temperatur: _____		Personal:		Baustellennummer:	
Auftraggeber:		Niederschlag: _____		Kol. Fahrzeug:			
TV-Voruntersuchung (=zutreffendes umkreisen)	JA * JA	NEIN * NEIN	HD-Reinigung Kalibrierung	JA JA	NEIN NEIN	Tagessperrung Fräsarbeiten	JA JA
TV-Nachuntersuchung	JA JA	NEIN NEIN	Länge:	JA JA	NEIN NEIN	Von Schacht: Durchmesser in [m] :	NEIN NEIN
DN:			Schachttiefe in [m]:			Anzahl / Lage der Zulaufe:	Nach Schacht:
Gefälle (Höhenunterschied) in [m]:			Bogen:				
Pumpenanzahl:	Stock	Absperblas	Stock	Pumpenleitung:	Stock	Entfern. Wasseranschluss [m]:	
Material	Materialfestlegung durch	AG	AN/Bauleiter	AN / Poller		Entfern. Heizanlage [m]:	
Brawoliner	Brawoliner 3D		HT-Variante			Chargennr. Komp. A:	Brawo
Liner	Brawoliner XT					Chargennr. Komp. B:	
<b>Einbau</b>							
Verwendung Preliner	JA	NEIN	Bemerkungen:		Skizze		
Ende	Offen	Zu					
Kalibrierschlauch	JA	NEIN					
Abwasserfrei?	JA	NEIN					
Harzlagertemperatur (SOLL: 5°C-30°C)		°C					
Harztemperatur vor Einbau (SOLL: 13-15°C)		°C					
Mischungsverhältnis [A:B]	:						
Harzmenge in [kg/m]:	IST		Gesamt [kg] SOLL:	Gesamt [kg] IST:	IST A [kg]:	B [kg]:	
Mischzeit (SOLL: 3 min)	min	Walzenabstand, IST:	mm	Walzenabstand, SOLL:	mm		
Vakuum (SOLL: 0,5 bar, 5 min vor u. zur Trankung)	bar						
Verarbeitungszeit im Liner:	Brawo I (max. ca. 50 min bei 15°C)	Mischbeginn:		Einbauzeit:			
	Brawo III (max. ca. 3,5 h bei 15°C)	Mischbeginn:		Einbauzeit:			
	Brawo AC (max. ca. 2,5 h bei 15°C)	Mischbeginn:		Einbauzeit:			
Inversionsdruck (SOLL: 0,2-0,3 bar)	bar	Inversion mit Wassersäule (SOLL: 2-3 m)					
<b>Aushärtung</b>							
Aushärtbedingung:	WARM	Vasser	Dampf	KALT			
Aushärttemperatur, IST:	°C			°C			
Aushärtzeit Warm, SOLL:	Brawo I (ca. 45 min bei 70°C)	Brawo III/ AC (ca. 140 min bei 70°C)					
Aushärtzeit Warm, SOLL:	Brawo I (ca. 100 min bei 50°C)	Brawo III/ AC (ca. 220 min bei 50°C)					
Aushärtzeit Kalt, SOLL:	Brawo I (ca. 12 h bei 10°C)	Brawo III/ AC (ca. 24 h bei 10°C)					
Aushärtzeit IST:							
Aushärtedruck (SOLL: 0,3-0,4 bar)	bar	Wassersäule (SOLL: 3-4 m)		m			

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 18

**Einbauprotokoll**

**PROTOKOLL ZUR DICHTHEITSPRÜFUNG DER ABWASSERLEITUNGEN  
in Anlehnung an DIN EN 1610**

**1. Angaben zum Bauvorhaben:**

Bauvorhaben:			
Anschrift:		PLZ/Ort:	
Auftraggeber:			
Anschrift:		PLZ/Ort:	
Sanierungsfirma:			
Anschrift:			
Herstellertyp:	<input type="radio"/> Schlauchliner	<input type="radio"/> Kurzliner	Produktbezeichnung:
Dichtheitsprüfung:			
Anschrift:		PLZ/Ort:	

**2. Angaben zum Abwasserkanal / -leitung:**

Abwasserart:	<input type="radio"/> Schmutzwasser	<input type="radio"/> Regenwasser	<input type="radio"/> Mischwasser
Rohrgeometrie:	<input type="radio"/> Kreisprofil	<input type="radio"/> Eiprofil	
Linermaterial:		Nennweite:	Sanierungsdatum:
Haltungsnummer:			
Haltungslänge:			
von Schacht:		bis Schacht:	

**3. Dichtheitsprüfung mit Luft:**

Prüfmethode:	<input type="radio"/> LA	<input type="radio"/> LB	<input type="radio"/> LC	<input type="radio"/> LD
Prüfdruck $p_g$ :	_____ mbar	Beruhigungszeit:	_____ mbar	
zul. Druckabfall $\Delta p$ :	_____ mbar	Prüfdauer:	_____ mbar	
Druck zu Beginn:	_____ mbar			
Druck am Ende:	_____ mbar	Druckabfall:	_____ mbar	

**4. Dichtheitsprüfung mit Wasser:**

<input type="radio"/> nur Rohrleitungen	<input type="radio"/> Schächte und Inspektionsöffnungen	<input type="radio"/> Rohrleitung mit Schacht
Prüfdauer:		30 min
Höhe der Wassersäule über Rohrscheitel zu Beginn der Prüfung:		_____ kPa (= mWS · 10)
Wasserzugabe:		_____ l
Wasserzugabe / Haltungslänge:		_____ l/m <sup>2</sup>
Zulässige Wasserzugabe pro m <sup>2</sup> benetzter Umfang gem. nach DIN EN 1610:		0,15 l/m <sup>2</sup>
Rechnerische zul. Gesamt-Wasserzugabe bezogen auf die Prüfstrecke:		_____ l
tatsächliche Wasserzugabe:		_____ l

**5. Ergebniss**

Prüfung bestanden:	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
Bemerkungen:		
Ort / Datum:		Unterschrift:

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

**Dichtheitsprüfung DIN EN 1610**

Anlage 19

**PROBEBEGLEITSCHIN ZUR MATERIALPRÜFUNG VON SCHLAUCHLINERN**

ERSTPRÜFUNG  WIEDERHOLUNGSPRÜFUNG zu Prüfbericht Nr.: \_\_\_\_\_

**1. Angaben zur Probeentnahme:**

entnommen durch:	Prüfinstitut:
Datum: / Uhrzeit:	Adresse:

**2. Probenidentifikation:**

Bauvorhaben:	Material-ID:
Bauherr:	Probenbezeichnung:
Kostenstelle:	Haltungsbezeichnung:
Ausführende Firma:	Nennweite:
Hersteller Schlauchliner:	Einbaudatum:
Träger-Material:	Altrohrzustand: <input type="radio"/> I <input type="radio"/> II <input type="radio"/> III
Harz-Material:	Entnahmestelle: <input type="radio"/> Haftung <input type="radio"/> Endscheicht <input type="radio"/> ZW-Scheicht
Rohrgeometrie: <input type="radio"/> Kreisprofil <input type="radio"/> Eiprofil	Entnahmeposition: <input type="radio"/> Scheitel <input type="radio"/> Kämpfer <input type="radio"/> Sohle

**3. Geforderte Kurzzeit-Eigenschaften gemäss statischen Nachweis:**

Biege-E-Modul $E_T$ [N/mm <sup>2</sup> ]:	Umfangs-E-Modul $E_U$ [N/mm <sup>2</sup> ]:
Biegespannung $\sigma_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]:	Anfangs-Ringsteifigkeit $S_0$ [N/m <sup>2</sup> ]:
Wanddicke $d$ [mm]:	max. Kriechneigung $K_{N24}$ [%]:
Abminderungsfaktor $A$ :	Dichte $\delta$ [g/cm <sup>3</sup> ]:

**4. Prüfergebnisse:**

Biege-E-Modul, Biegespannung DIN EN ISO 178 / DIN EN ISO 11296-4  24 h Kriechneigung In Anlehnung an DIN EN ISO 899-2

Prüfdatum	$E_T$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]	h [mm]	Prüfdatum	$K_N$ [%]
Prüfrichtung: <input type="radio"/> axial <input type="radio"/> radial					

Umfangs-E-Modul, Anfangs-Ringsteifigkeit nach DIN EN 1228  24 h Kriechneigung In Anlehnung an DIN EN 781

Prüfdatum	$E_U$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$S_0$ [N/m <sup>2</sup> ]	h [mm]	Prüfdatum	$K_N$ [%]
-----------	----------------------------	---------------------------	--------	-----------	-----------

Wasserdichtheit nach DIN EN 1610

Prüfdatum	Prüfzeit	Prüfdruck [bar]	Prüfergebnis
	30 Minuten		<input type="radio"/> dicht <input type="radio"/> undicht

Kalziniervorgang nach DIN EN ISO 1172

Prüfdatum	Harzanteil [%]	Rückstand gesamt [%]	Glasanteil [%]	Zuschlagstoff [%]
-----------	----------------	----------------------	----------------	-------------------

Spektralanalyse in Anlehnung an ASTM D 5576 (FT-IR)

Prüfdatum	EP-Harz	UP-Harz	VE-Harz	sonst. Harz	Dichte nach DIN EN ISO 1181-1 oder -2 <input type="checkbox"/>
					Prüfdatum $\delta$ [g/cm <sup>3</sup> ]

Thermische Analyse nach DIN EN ISO 11357-1 / DSC-Analyse DIN 53765 Verfahren A

Prüfdatum	Glasübergangstemperatur [°C]	Enthalpie [J/g]
	$T_{G1}$ $T_{G2}$ $\Delta T_G$	<input type="radio"/> exotherm <input type="radio"/> endotherm

Reststyrolgehalt nach DIN 53394-2 (GC)

Prüfdatum	Einwaage [mg]	Reststyrolgehalt [mg/kg]	Reststyrolgehalt [%]	Einwaage bezogen auf
				<input type="radio"/> Gesamteinwaage <input type="radio"/> Reinharz

**5. Bewertung der Ergebnisse:**

Anforderungen	erfüllt	nicht erfüllt
Biege-E-Modul $E_T$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biegespannung $\sigma_B$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wanddicke $d$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserdichtheit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anforderungen	erfüllt	nicht erfüllt
Umfangs-E-Modul $E_U$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anfangs-Ringsteifigkeit $S_0$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24 h Kriechneigung $K_N$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dichte $\delta$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**6. Bemerkungen:**

**7. Unterschrift Prüfer / Labor:**

---

Bauprodukte und deren Anwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung "BRAWOLINER" zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

Anlage 20

**Probegleitschein**