

**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:

12.05.2025

Geschäftszeichen:

III 54-1.42.3-54/23

**Nummer:**

**Z-42.3-534**

**Geltungsdauer**

vom: **12. Mai 2025**

bis: **2. Mai 2026**

**Antragsteller:**

**bodus gmbh**

Schiffländerstraße 45

5000 AARAU

SCHWEIZ

**Gegenstand dieses Bescheides:**

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung  
"Metroliner System" zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im  
Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

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

Dieser Bescheid umfasst 32 Seiten und 40 Anlagen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine  
bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Nr. Z-42.3-534 vom 29. April 2020  
verlängert durch den Bescheid vom 6. April 2021.

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 "Metroliner System" (Anlage 1) bestehend aus dem Epoxid-Harzsystem mit der Bezeichnung "EP 50" in Verbindung mit den Polyester-Nadelfilzschläuchen mit den Bezeichnungen "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube", "Flexi SF Tube", "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" sowie den Polyester-Faserschläuchen mit den Bezeichnungen "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" zur Renovierung bzw. Sanierung schadhafter im Erdreich verlegter Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitten in den Nennweiten DN 100 bis DN 400 mit den "Flexi Tube"-Varianten und DN 100 bis DN 200 mit den "BRAWOLINER"-Varianten.

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

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

Schadhafte Abwasserleitungen werden durch Einbringen und nachfolgender Kalt- oder Warmaushärtung (Warmwasser oder Dampf) eines harzgetränkten Polyester-Nadelfilz- oder Polyester-Faserschlauches saniert.

In der grundwassergesättigten Zone (Grundwasserinfiltration) ist vor dem Inversieren des harzgetränkten Polyester-Nadelfilz- oder Polyester-Faserschlauches ein Polyethylen-Schutzschlauch (PE-Preliner) einzuziehen.

Seitenzuläufe können entweder in offener Bauweise oder mittels Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren wiederhergestellt werden, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den dazugehörigen 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 des Polyester-Nadelfilzschlauches der "Flexi Tube"-Varianten und des Polyester-Faserschlauches der "BRAWOLINER"-Varianten sowie die PP- oder PUR Beschichtungen bzw. PU-Folien, PE-Preliner, PVC-Kalibrierschläuche und die Werkstoffe des Epoxid-Harzsystems (Komponente A Harz, Komponente B Härter) mit der Bezeichnung "EP 50" müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezepturangaben entsprechen.

1	DIN 1986-3	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung; Ausgabe:2024-05
2	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

Nadelfilzschläuche (Anlagen 2 und 3)

- 1a) Der PUR-P-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi Tube" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 660 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 6 mm
  - Beschichtungsgewicht PUR-P: 305 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 92 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400
- 1b) Der PUR-HT-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi ST Tube" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 660 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 5 mm
  - Beschichtungsgewicht PUR-HT: 230 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 92 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400
- 1c) Der PP-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi PP Tube" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 660 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 5 mm
  - Beschichtungsgewicht PP: 400 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 92 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400
- 1d) Der PUR-HD-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi SF Tube" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 660 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 5,5 mm
  - Beschichtungsgewicht PUR-HD: 230 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 92 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400
- 1e) Der PUR-HD-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi 38 S Tube 4 mm" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 760 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 4,0 mm
  - Beschichtungsgewicht TPU: 180 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 88 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400
- 1f) Der PUR-HD-beschichtete Polyester-Nadelfilzschlauch "Flexi 38 S Tube 5 mm" weist folgende Eigenschaften auf:
- Flächengewicht: 960 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Rohwanddicke: 5,0 mm
  - Beschichtungsgewicht TPU: 180 g/m<sup>2</sup> ± 10 %
  - Porenvolumen: 88 % ± 10 %
  - Nennweiten: DN 100, DN 125, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300, DN 350 und DN 400

- 1g) Die PU-beschichteten Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER" weisen folgende Eigenschaften auf:

Tabelle 1: "Eigenschaften der Polyester-Faserschläuche"

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

Die transparente Polyesterurethanfolien (PU-Folie) für die Schlauchliner in der Tabelle 1 weisen folgende kennzeichnenden Eigenschaften auf:

- Flächengewicht in g/m<sup>2</sup>:
  - der Folie für DN 100: 120 g ± 10 %
  - der Folie für DN 125: 150 g ± 10 %
  - der Folien für DN 150 und DN 200: 180 g ± 10 %
- Bruchdehnung in Längs- und Querrichtung: ≥ 300 %

Harzsystem "EP 50"

- 2a) Das Harz Komponente A weist vor der Verarbeitung folgende Eigenschaften auf:

- Viskosität bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>3</sup> bei einer Schergeschwindigkeit von 100 1 s<sup>-1</sup>: 3.633 mPa x s ± 10 %
- Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN 51757<sup>4</sup>: 1,43 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Farbe: blau

- 2b) Der Härter Komponente B weist vor der Verarbeitung folgende Eigenschaften auf:

- Viskosität bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>3</sup> bei einer Schergeschwindigkeit von 100 1 s<sup>-1</sup>: 60 mPa x s ± 10 %
- Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN 51757<sup>4</sup>: 0,93 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Farbe: bronzen

- 3) Das Epoxidharzsystem "EP 50" weist vor der Verarbeitung folgende Eigenschaften auf:

- Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1<sup>5</sup>: 1,36 kg/dm<sup>3</sup> ± 10 %
- Viskosität bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 3219-2<sup>3</sup> bei einer Schergeschwindigkeit von 100 1 s<sup>-1</sup>: 3.114 mPa x s ± 10 %

<sup>3</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

<sup>4</sup> DIN 51757 Prüfung von Mineralölen und verwandten Stoffen - Bestimmung der Dichte; Ausgabe:2011-01

<sup>5</sup> DIN EN ISO 1183-1 Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen - Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren (ISO 1183-1:2019, korrigierte Fassung 2019-05); Deutsche Fassung EN ISO 1183-1:2019; Ausgabe:2019-09

- Topfzeit bei +20 °C Verarbeitungstemperatur  
in Anlehnung an DIN EN 14022<sup>6</sup> Verfahren 4: ca. 45 Minuten
- Biegespannung in Anlehnung an DIN EN ISO 178<sup>7</sup>: ≈ 76 MPa
- Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-2<sup>8</sup>: ≈ 26 MPa
- Farbe: hellblau
- Gewichts-Mischungsverhältnis Harz:Härter (100:17) kg
- Volumen-Mischungsverhältnis Harz:Härter (100:26) Liter

Das Epoxid-Harzsystem muss den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten IR-Spektren entsprechen. Die IR-Spektren sind auch vom Inhaber dieses Bescheides bei der fremdüberwachenden Stelle zu hinterlegen.

#### 2.1.1.2 Werkstoff des quellenden Bandes

Für das quellende Band (Hilfsstoff Anlage 36) im Bereich der Schachtanbindung des Schlauchliners dürfen nur extrudierte Profile, bestehend aus einem Chloropene- (CR/SBR) Gummi und wasseraufnehmendem Harz, verwendet werden. Die quellenden Bänder müssen bei Einlagerung in Wasser nach 72 h 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 2024/1) konkretisierte bauaufsichtliche Schutzniveau.

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

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

### 2.2.1 Herstellung der Schlauchliner

Die vom Vorlieferanten angelieferten Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi Tube"-Varianten und die Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER"-Varianten mit den PP- oder PUR-Beschichtungen bzw. die PU-Folie sind bis zur weiteren Verwendung in Räumlichkeiten des Antragstellers zu lagern.

Im Rahmen der Wareneingangskontrolle sind folgende Eigenschaften Chargenweise zu kontrollieren und zu erfassen:

- Flachbreite
- Gewicht pro Meter
- Rohwanddicken
- Die Beschichtungen sind auf Beschädigungen zu überprüfen

Die vom Vorlieferanten angelieferten Komponenten für die Harzimpregnierung auf der jeweiligen Baustelle, sind bis zur weiteren Verwendung in geeigneten, luftdichten Behältern in Räumlichkeiten des Antragstellers zu lagern. Der Temperaturbereich von  $\geq +6$  °C bis ca. +35 °C und die maximale Lagerzeit von einem Jahr ist dabei einzuhalten. Die Gebinde sind vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Die Gebinde (Epoxidharz und Härter) sind

<sup>6</sup> DIN EN 14022 Strukturklebstoffe - Bestimmung der Topfzeit (Verarbeitungszeit) von Mehrkomponentenklebstoffen; Deutsche Fassung EN 14022:2010; Ausgabe:2010-06

<sup>7</sup> DIN EN ISO 178 Kunststoffe - Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 178:2019); Deutsche Fassung EN ISO 178:2019; Ausgabe:2019-08

<sup>8</sup> 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

so zu gestalten, dass diese stets in getrennten Einzelbehältnissen gelagert werden.

Im Rahmen der Wareneingangskontrolle sind vom Harz und Härter folgende Eigenschaften zu überprüfen:

- Viskosität
- Dichte

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

### 2.2.2 Kennzeichnung

Die Polyester-Nadelfilzschläuche und die Polyester-Faserschläuche und die jeweiligen Transportbinde der Harzkomponenten sind mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder, einschließlich der Bescheidnummer Z-42.3-534 zu kennzeichnen. Die 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 Lieferschein 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 Polyester-Nadelfilzschläuche und die Polyester-Faserschläuche anzugeben:

- Nennweite
- Länge
- Rohwanddicke
- Bezeichnungen der Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube", "Flexi SF Tube", "Flexi 38 S Tube 4 mm", "Flexi 38 S Tube 5 mm" und der Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT" "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D"
- Chargennummer

Zusätzlich sind die Transportbehälter für Harz und Härter mit der Bezeichnung "EP 50" mindestens wie folgt zu kennzeichnen mit:

- Komponentenbezeichnung A und B
- Harzbezeichnung "EP 50"
- 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.

<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*)

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.

### 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

Der Betreiber des Herstellwerkes hat sich bei jeder Lieferung der fertig beschichteten Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi Tube"-Varianten und der Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER"-Varianten sowie die PP- und PUR-Beschichtungen oder PU-Folie, PE-Preliner, PVC-Kalibrierschläuche, Harz 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>11</sup> vorlegen zu lassen. Im Rahmen der Wareneingangskontrolle sind zusätzlich die in Abschnitt 2.1.2 genannten Eigenschaften stichprobenartig zu überprüfen.

– Kontrollen und Prüfungen die während der Herstellung durchzuführen sind:

Es sind die Anforderungen nach Abschnitt 2.2.1 zu überprüfen.

– Kontrolle der Gebinde:

Es sind die Anforderungen an die Kennzeichnung nach Abschnitt 2.2.2 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 ent-

<sup>11</sup> DIN EN 10204

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

sprechen, 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 jährlich.

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 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>11</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

##### 3.1.2.1 Schlauchliner im "I"-Zustand

###### 3.1.2.1.1 Wanddicken und Wandaufbau

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

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 nach den Tabellen 2 bis 7 nur saniert werden, wenn die Nennsteifigkeit  $SN \geq 500 \text{ N/m}^2$  eingehalten wird. Weist das Altrohr 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 mit den in den Tabellen 2 bis 7 aufgeführten Designwanddicken nur saniert werden, wenn durch einen Standsicherheitsnachweis entsprechend dem Arbeitsblatt

DWA-A 143-2<sup>12</sup> die durch den Schlauchliner aufzunehmenden statischen Belastungen nachgewiesen werden.

Für die Rechenwerte der Kurzzeit-Ringsteifigkeiten SR des ausgehärteten Schlauchliners sind die Designwanddicken in Tabellen 2 bis 7 zu beachten.

Tabelle 2: "Designwanddicken und Nennsteifigkeit SN<sup>1</sup> der ausgehärteten "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicken s			
	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
in mm				
DN 100	8.629 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>	42.523 N/m <sup>2</sup>	75.850 N/m <sup>2</sup>
DN 125	4.337 N/m <sup>2</sup>	10.537 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>	37.385 N/m <sup>2</sup>
DN 150	2.479 N/m <sup>2</sup>	5.998 N/m <sup>2</sup>	11.959 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>
DN 200	1.030 N/m <sup>2</sup>	2.479 N/m <sup>2</sup>	4.917 N/m <sup>2</sup>	8.629 N/m <sup>2</sup>
DN 250	523 N/m <sup>2</sup>	1.254 N/m <sup>2</sup>	2.479 N/m <sup>2</sup>	4.337 N/m <sup>2</sup>
DN 300	---	720 N/m <sup>2</sup>	1.420 N/m <sup>2</sup>	2.479 N/m <sup>2</sup>
DN 400	---	---	592 N/m <sup>2</sup>	1.030 N/m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

Tabelle 3: "Designwanddicken und Kurzzeit-Ringsteifigkeit SR<sup>2</sup> der ausgehärteten "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicke s			
	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
in mm				
DN 100	0,06903 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>	0,34019 N/mm <sup>2</sup>	0,60680 N/mm <sup>2</sup>
DN 125	0,03469 N/mm <sup>2</sup>	0,08429 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>	0,29908 N/mm <sup>2</sup>
DN 150	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,04798 N/mm <sup>2</sup>	0,09567 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>
DN 200	0,00824 N/mm <sup>2</sup>	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,03934 N/mm <sup>2</sup>	0,06903 N/mm <sup>2</sup>
DN 250	0,00418 N/mm <sup>2</sup>	0,01003 N/mm <sup>2</sup>	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,03469 N/mm <sup>2</sup>
DN 300	---	0,00576 N/mm <sup>2</sup>	0,01136 N/mm <sup>2</sup>	0,01983 N/mm <sup>2</sup>
DN 400	---	---	0,00473 N/mm <sup>2</sup>	0,00824 N/mm <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

<sup>12</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

**Tabelle 4:** "Designwanddicken und Nennsteifigkeit SN<sup>3</sup> der ausgehärteten "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicke s	
	4 mm	5 mm
in mm		
DN 100	21.099 N/m <sup>2</sup>	42.523 N/m <sup>2</sup>
DN 125	10.537 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>
DN 150	5.998 N/m <sup>2</sup>	11.959 N/m <sup>2</sup>
DN 200	2.479 N/m <sup>2</sup>	4.917 N/m <sup>2</sup>
DN 250	1.254 N/m <sup>2</sup>	2.479 N/m <sup>2</sup>
DN 300	720 N/m <sup>2</sup>	1.420 N/m <sup>2</sup>
DN 400	---	592 N/m <sup>2</sup>

<sup>3</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

**Tabelle 5:** "Designwanddicken und Kurzzeit-Ringsteifigkeit SR<sup>4</sup> der ausgehärteten "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicke s	
	4 mm	5 mm
in mm		
DN 100	0,16879 N/mm <sup>2</sup>	0,34019 N/mm <sup>2</sup>
DN 125	0,08429 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>
DN 150	0,04798 N/mm <sup>2</sup>	0,09567 N/mm <sup>2</sup>
DN 200	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,03934 N/mm <sup>2</sup>
DN 250	0,01003 N/mm <sup>2</sup>	0,01983 N/mm <sup>2</sup>
DN 300	0,00576 N/mm <sup>2</sup>	0,01136 N/mm <sup>2</sup>
DN 400	---	0,00473 N/mm <sup>2</sup>

<sup>4</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

**Tabelle 6:** "Designwanddicken und Nennsteifigkeit SN<sup>5</sup> der ausgehärteten "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D"-Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicke s		
	3 mm	4 mm	5 mm
in mm			
DN 100	8.629 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>	42.523 N/m <sup>2</sup>
DN 125	4.337 N/m <sup>2</sup>	10.537 N/m <sup>2</sup>	21.099 N/m <sup>2</sup>
DN 150	2.479 N/m <sup>2</sup>	5.998 N/m <sup>2</sup>	11.959 N/m <sup>2</sup>
DN 200	1.030 N/m <sup>2</sup>	2.479 N/m <sup>2</sup>	4.917 N/m <sup>2</sup>

<sup>5</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

Tabelle 7: "Designwanddicken und Kurzzeit-Ringsteifigkeit SR<sup>6</sup> der ausgehärteten "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" Schlauchliner"

Nennweite DN	Designwanddicke s		
	3 mm	4 mm	5 mm
in mm			
DN 100	0,06903 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>	0,34019 N/mm <sup>2</sup>
DN 125	0,03469 N/mm <sup>2</sup>	0,08429 N/mm <sup>2</sup>	0,16879 N/mm <sup>2</sup>
DN 150	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,04798 N/mm <sup>2</sup>	0,09567 N/mm <sup>2</sup>
DN 200	0,00824 N/mm <sup>2</sup>	0,01983 N/mm <sup>2</sup>	0,03934 N/mm <sup>2</sup>

<sup>6</sup> Berechnung der Steifigkeiten SN und SR mit dem Kurzzeit-E-Modul E = 3.500 MPa nach DIN EN 1228

Die ausgehärtete Designwanddicke von 3,0 mm darf nicht unterschritten werden.

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>13</sup>)

Für den Lastfall Grundwasser ist der Schlauchliner zusätzlich hinsichtlich Beulen entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 143-2<sup>12</sup> zu bemessen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.1.2.1.4).

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

Der Schlauchliner weist einen zweischichtigen Wandaufbau auf. Dieser besteht aus der Polyester-Nadelfilz- oder Polyester-Faserschicht und dessen Beschichtung (Anlage 1) bzw. einen dreischichtigen Wandaufbau bei Einsatz eines PE-Preliners.

### 3.1.2.1.2 Physikalische Kennwerte des ausgehärteten Schlauchliners

Nach der Aushärtung der Schlauchliner (Laminat ohne PUR- und PP-Beschichtungen) müssen diese folgende Kennwerte mindestens aufweisen (Prüfung der Probestücke mit der Kompositwanddicke = Designwanddicke zzgl. Verschleißschicht und Reinharzschicht = Laminat):

- 1) "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" sowie "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Polyesterharzverbund (Kompositwanddicke)
  - Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1<sup>5</sup>: 1,34 kg/dm<sup>3</sup> ± 10%
  - Druck-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>: ≥ 2.209 MPa
  - Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>: ≥ 72 MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>: ≥ 3.500 MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787: ≥ 2.900 MPa

- <sup>13</sup> DIN 16869-2      Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt  
- Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung; Ausgabe:1995-12
- <sup>14</sup> DIN EN ISO 604      Kunststoffe - Bestimmung von Druckeigenschaften (ISO 604:2002); Deutsche  
Fassung EN ISO 604:2003; Ausgabe:2003-12
- <sup>15</sup> DIN EN 1228      Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen  
Kunststoffen (GFK) - Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit; Deutsche  
Fassung EN 1228:1996; Ausgabe:1996-08

- Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39$  MPa
- Zug-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 4.000$  MPa
- Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 19$  MPa
- 2) "BRAWOLINER" und "BRAWOLINER HT" Polyesterharzverbund (Kompositwanddicke)
  - Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1<sup>5</sup>:  $1,31 \text{ kg/dm}^3 \pm 10 \%$
  - Druck-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 2.285$  MPa
  - Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 58$  MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500$  MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 2.900$  MPa
  - Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39$  MPa
  - Zug-Dehnung in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 2,3 \%$
  - Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 14$  MPa
- 3) "BRAWOLINER XT" und "BRAWOLINER HT XT" Polyesterharzverbund (Kompositwanddicke)
  - Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1<sup>5</sup>:  $1,30 \text{ kg/dm}^3 \pm 10 \%$
  - Druck-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 1.725$  MPa
  - Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 107$  MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500$  MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 2.900$  MPa
  - Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39$  MPa
  - Zug-Dehnung in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 2,4 \%$
  - Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 11$  MPa
- 4) "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" Polyesterharzverbund-(Kompositwanddicke)
  - Dichte bei +23 °C in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1<sup>5</sup>:  $1,32 \text{ kg/dm}^3 \pm 10 \%$
  - Druck-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 2.568$  MPa
  - Druckfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 604<sup>14</sup>:  $\geq 73$  MPa
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500$  MPa
  - Biege-E-Modul in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 2.900$  MPa
  - Biegespannung  $\sigma_{FB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup>  
bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39$  MPa
  - Zug-Dehnung in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 2,2 \%$
  - Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN ISO 527-4<sup>16</sup>:  $\geq 21$  MPa

<sup>16</sup> DIN EN ISO 527-4

Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften - Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe (ISO 527-4:2023); Deutsche Fassung EN ISO 527-4:2023; Ausgabe:2023-07

Der Reststyrolgehalt in Anlehnung an DIN 53394-2<sup>17</sup> darf den Maximalwert von 2% (bezogen auf das Laminat) nicht überschreiten.

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

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

- 1) "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" sowie "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Polyesterharzverbund

Glasübergangstemperatur  $T_{G1}$  (Ist-Zustand des Reaktionsharzsystems;  
erste Heizphase)

≥ 47 °C (Mindesthärtung)

Glasübergangstemperatur  $T_{G2}$  (Harzsystem im vollständig ausgehärteten Zustand;  
zweite Heizphase)

≥ 70 °C (vollständige Aushärtung)

- 2) "BRAWOLINER" und "BRAWILINER HT" Polyesterharzverbund

Glasübergangstemperatur  $T_{G1}$  (Ist-Zustand des Reaktionsharzsystems;  
erste Heizphase)

≥ 50 °C (Mindesthärtung)

Glasübergangstemperatur  $T_{G2}$  (Harzsystem im vollständig ausgehärteten Zustand;  
zweite Heizphase)

≥ 66 °C (vollständige Aushärtung)

- 3) "BRAWOLINER XT" und "BRAWOLINER HT XT" Polyesterharzverbund

Glasübergangstemperatur  $T_{G1}$  (Ist-Zustand des Reaktionsharzsystems;  
erste Heizphase)

≥ 60 °C (Mindesthärtung)

Glasübergangstemperatur  $T_{G2}$  (Harzsystem im vollständig ausgehärteten Zustand;  
zweite Heizphase)

≥ 67 °C (vollständige Aushärtung)

- 4) "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" Polyesterharzverbund

Glasübergangstemperatur  $T_{G1}$  (Ist-Zustand des Reaktionsharzsystems;  
erste Heizphase)

≥ 53 °C (Mindesthärtung)

Glasübergangstemperatur  $T_{G2}$  (Harzsystem im vollständig ausgehärteten Zustand;  
zweite Heizphase)

≥ 66 °C (vollständige Aushärtung)

### 3.1.2.1.4 Statische Berechnung der ausgehärteten Schlauchliner

Sofern eine statische Berechnung für Sanierungsmaßnahmen erforderlich wird, ist die Standsicherheit entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 143-2<sup>12</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

<sup>17</sup> DIN 53394-2

Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen; Gaschromatographisches Verfahren; Ausgabe:1993-12

zur Ermittlung der Langzeitwerte in Anlehnung an DIN EN 761<sup>18</sup> bzw. DIN EN ISO 10468<sup>19</sup> zu berücksichtigen.

Folgende Werte sind für die statische Berechnung der vier verschiedenen Schlauchliner zu berücksichtigen:

- 1) "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" sowie "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Polyesterharzverbund (Designwanddicke)
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500 \text{ MPa}$
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.356 \text{ MPa}$
  - Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39 \text{ MPa}$
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$ :  $\geq 15 \text{ MPa}$
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 h: 2,58
- 2) "BRAWOLINER" und "BRAWOLINER HT" Polyesterharzverbund (Designwanddicke)
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500 \text{ MPa}$
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.306 \text{ MPa}$
  - Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39 \text{ MPa}$
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$ :  $\geq 14 \text{ MPa}$
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 h: 2,68
- 3) "BRAWOLINER XT" und "BRAWOLINER HT XT" Polyesterharzverbund (Designwanddicke)
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500 \text{ MPa}$
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.361 \text{ MPa}$
  - Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39 \text{ MPa}$
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$ :  $\geq 15 \text{ MPa}$
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 h: 2,57
- 4) "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" Polyesterharzverbund (Designwanddicke)
  - Kurzzeit-E-Modul in Anlehnung an DIN EN 1228<sup>15</sup>:  $\geq 3.500 \text{ MPa}$
  - Langzeit-E-Modul:  $\geq 1.133 \text{ MPa}$
  - Kurzzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$  in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787:  $\geq 39 \text{ MPa}$
  - Langzeit-Biegespannung  $\sigma_{fB}$ :  $\geq 12 \text{ MPa}$
  - Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ : 1,35
  - Abminderungsfaktor A nach 10.000 h: 3,0

<sup>18</sup> 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

<sup>19</sup> 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

## 3.2 Ausführung

### 3.2.1 Allgemeines

Schadhafte Abwasserleitungen werden durch Einbringen und nachfolgender Aushärtung eines Schlauchliner saniert (Anlage 1).

Dazu wird vor Ort ein Polyester-Nadelfilzschlauch ("Flexi Tube"-Varianten), der auf der Außenseite mit einer flexiblen PP-(Polypropylen) oder PUR- (Polyurethan) Beschichtung umschlossen ist bzw. ein Polyester-Faserschlauch ("BRAWOLINER"-Varianten), der auf der Außenseite mit einer flexiblen PU-Folie (Polyesterurethan) umschlossen ist, mit Epoxidharz (EP-Harz) getränkt. Mittels Druckluft oder Wasserschwerkraft wird der Schlauchliner in die schadhafte Abwasserleitung eingestülpt bzw. invertiert und aufgestellt. Durch diese Inversion gelangt die PP- oder PUR-Beschichtung bzw. die PU-Folie auf die dem Abwasser zugewandte Seite. Der Aufstelldruck mittels Luft oder Wasser wird so lange aufrecht gehalten bis der Schlauchliner ausgehärtet ist. Die Härtung erfolgt durch Umgebungstemperaturen (Kaltaushärtung) oder durch Warmaushärtung mittels Warmluft, mittels Warmwasserzirkulation oder durch Dampfbeaufschlagung

Die Schlauchliner können bei Einbau mit geschlossenem Ende (ohne Stützschauch) oder bei Einbau mit offenem Ende (mit entsprechendem Stützschauch) eingebaut werden.

Die Schlauchliner "Flexi Tube", "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT", "BRAWOLINER XT" und "BRAWOLINER HT XT" können mit 1x DN-Nennweitewechsel (Anlagen 2 und 3) und die Schlauchliner "Flexi SF Tube", "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" sowie "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" können mit 2x DN-Nennweiten (2x50 mm) (Anlagen 2 und 3) aufgedehnt werden.

Bei folgenden baulichen Gegebenheiten ist die Ausführung mit den "Metroliner System"-Schlauchlinern 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

Zwischen den jeweiligen Start- und Zielpunkten dürfen auch mehrere Schächte durchquert werden, einschließlich der Durchquerung von Schächten mit Gerinneumlenkungen. Eine Gerinneumlenkung von ca. 90° ist mit den "Flexi SF Tube", "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" sowie den 6 "BRAWOLINER"-Varianten und von 45° mit den "Flexi Tube", "Flexi ST Tube" und "Flexi PP Tube" möglich (Anlagen 2 und 3).

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

Der wasserdichte Wiederanschluss von Seitenzuläufen ist entweder in offener Bauweise oder mit Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren durchzuführen, für die die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen mit den dazugehörigen 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>20</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>21</sup>)
- Ausstattung der Fertigungsfahrzeuge:
  - Imprägnierstelle ggf. mit Absaugvorrichtung
  - Behälter für Reststoffe
  - ggf. Klimaschrank (Verarbeitungstemperatur ca. 20 °C)
  - Behälter mit Harz und Härter "EP 50"
  - Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube", "Flexi SF Tube", "Flexi 38 S Tube 4 mm", "Flexi 38 S Tube 5 mm" und/oder Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER" "BRAWOLINER", "BRAWOLINER HT" "BRAWOLINER XT", "BRAWOLINER HT XT", "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D" in den passenden Nennweiten
  - nennweitenbezogene PE-Preliner
  - Automatische Mischanlage oder Waage und Rührwerk
  - Walzenlaufwerk (elektrische Kalibrierwalze oder Handkalibrierwalze)
  - Tisch mit Förderband bzw. Rollentisch
  - Stromgenerator / Stromversorgung
  - Unterdruckanlage
  - Setzgerät (Anlage 17), Druckluft-Inversionsgerät (Anlage 15), Inverter (Anlage 16) mit Drucküberwachungseinrichtungen und Warmwasser- und Dampfanschluss
  - nennweitenbezogene Druckschläuche zum Anschluss an das Druckluft-Inversionsgerät oder an den Inverter
  - Kompressor, Druckluftschläuche, Druckluftregler
  - Inversionsgerüst, Kaltwasserschlauch, Hydrantenanschluss und Zubehör (für die Inversion mittels Wasserschwerkraft) (Anlage 14)
  - Endkappe (Anlagen 21 bis 23)
  - temperatur- und druckbeständige PVC-Kalibrierschläuche passend für die jeweilige Nennweite
  - temperatur- und druckbeständige Zirkulationsschläuche
  - Seile
  - Inversionsbögen (passend für die jeweilige Nennweite)
  - Absperrblasen (passend für die jeweilige Nennweite)
  - Stützrohre bzw. Stützschräume zur Probengewinnung auf der Baustelle (passend für die jeweilige Nennweite)

<sup>20</sup> Güteschutz Kanalbau e. V.; Linzer Str. 21, Bad Honnef, Telefon: (02224) 9384-0, Telefax: (02224) 9384-84

<sup>21</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

- Temperaturmessfühler
  - Temperaturüberwachungs- und -aufzeichnungsgerät
  - Kleingeräte (z. B. Druckluftschneidwerkzeug)
  - Handwerkzeug
  - ggf. Sozial- und Sanitärräume
- 3.2.2.2 Zusätzlich für das "Warmfluthärtungsverfahren" erforderliche Komponenten, Geräte und Einrichtungen
- Heißluftgerät und Zubehör (Anlage 25)
  - Kontrolleinrichtungen für die Temperatur und Druck
  - Zirkulationsschlauch
  - Trichter bzw. Ring für die Inversion
  - ggf. Verschlussstöpfe in den Nennweiten DN 100 bis DN 400
- 3.2.2.3 Zusätzlich für das "Warmwasserhärtungsverfahren" erforderliche Komponenten, Geräte und Einrichtungen
- Heizsystem/-aggregat und Zubehör (Anlage 26)
  - Kontrolleinrichtungen für Vor- und Rücklaufwassertemperatur
  - Gerüstkonstruktion für die Wasserschwerkraft-Inversion (Anlage 14)
  - Trichter bzw. Ring für die Inversion
  - ggf. Verschlussstöpfe in den Nennweiten DN 100 bis DN 400
- 3.2.2.4 Zusätzlich für das "Dampfhärtungsverfahren" erforderliche Komponenten, Geräte und Einrichtungen
- Dampferzeuger (Anlagen 28 bis 31)
  - Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi SF Tube" mit Endkappen in den passenden Nennweiten
  - temperatur- und druckbeständige Zirkulationsschläuche mit Rückstrahldüse (Anlagen 22 und 29)
  - Endstück ("Open End") (Anlagen 23 und 30)
  - Diffusor (Anlage 31)
  - Kontrolleinrichtungen für die Dampftemperatur
  - Manometer
  - Dampfauslassvorrichtung
  - ggf. Verschlussstöpfe in den Nennweiten DN 100 bis DN 400

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 der Sanierungsmaßnahme ist sicherzustellen, dass sich die betreffende Leitung nicht in Betrieb befindet; 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>21</sup> einwandfrei erkannt werden können.

Ggf. sind Hindernisse für die Inversion des Schlauches zu entfernen (z. B. Wurzeleinwüchse, hineinragende Seitenzulaufleitungen, Teerlinsen 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>22</sup> (bisher GUV 17.6)
- DWA-M 149-2<sup>21</sup>
- DWA-A 199-1 und DWA-A 199-2<sup>23</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 der Protokollblätter in den Anlagen 27 und 37 bis 39 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 2.2.2 genannten Kennzeichnungen vorhanden sind. Der auf das jeweilige Sanierungsobjekt bezogene Umfang des Polyester-Nadelfilzschlauches der "Flexi Tube"-Varianten und des Polyester-Faserschlauches der "BRAWOLINER"-Varianten faserschlauches ist vor der Tränkung mit Harz nachzumessen.

Die Einhaltung der vor der Harztränkung aufrechtzuhaltenden Lagertemperatur ist zu überprüfen.

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

Die Einbringung des PE-Preliners in die zu sanierende Abwasserleitung ist so vorzunehmen, dass Beschädigungen des Preliners vermieden werden. Der Preliner ist mit Druckluft zu beaufschlagen und in die zu sanierende Abwasserleitung zu inversieren oder mittels Seilwinde in die zu sanierende Abwasserleitung einzuziehen (Anlage 11). Die für die wasserdichte Anbindung des Schlauchliners einzusetzenden quellenden Bänder, sind im Bereich der Schachtanbindung bei der Einbringung des Preliners zu positionieren.

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.

#### 3.2.3.4 Anordnung von Stützrohren und Stützsschläuchen

Es sind ggf. Stützrohre oder Stützsschläuche zur Verlängerung der zu sanierenden Abwasserleitung bzw. im Bereich von Zwischenschächten zu positionieren, damit an diesen Stellen zum Abschluss der Sanierungsmaßnahme Proben (Probenschläuchen) entnommen werden können.

22	GUV-R 126	Sicherheitsregeln: Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen (bisher GUV 17.6); Ausgabe:2008-09
23	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

### 3.2.3.5 Imprägnierung der Polyester-Nadelfilzschläuche und der Polyester-Faserschläuche

#### a) Harzmischung

Es sind die Verarbeitungszeiten nach Anlage 8 zu beachten.

Das Epoxidharz sollte vor der Tränkung der Polyester-Nadelfilzschläuche "Flexi Tube"-Varianten oder der Polyester-Faserschläuche "BRAWOLINER"-Varianten auf ca. +20 °C temperiert werden (Anlage 8).

Die für die Harztränkung des jeweiligen Polyester-Nadelfilzschlauches oder des Polyester-Faserschlauches erforderliche Harzmenge (Anlagen 6 und 7) ist vor Beginn der Harzmischung in Abhängigkeit von der Rohwanddicke, dem Schlauchlinerdurchmesser und unter Berücksichtigung einer Harzüberschussmenge entsprechend folgender Beziehung zu bestimmen:

Harzmenge [kg] = zu tränkende Schlauchlinerlänge [m] x Tabellenmengenwert [kg/m] aus den Anlagen 6 oder 7

Die für die Harztränkung erforderliche Anzahl von 20 kg Gebinden ist dem Klimaschrank des Fertigungsfahrzeuges zu entnehmen. Die Gebinde enthalten das Epoxidharz und den dazugehörenden Härter in getrennten Einzelbehältern im Verhältnis von 100:17 Gewichtsanteilen bzw. 100:26 Volumenanteilen. Nach dem Öffnen ist die Härterkomponente vollständig dem Harz beizufügen. Mit Hilfe eines elektrisch betriebenen Spiralrührer ist im Harzbehälter die Härterkomponente gleichmäßig ohne Blasenbildung mit dem Epoxidharz zu vermischen.

Für die automatische Mischung der Harzsysteme kann das Mischmodul mit den Bezeichnungen "EMK" oder "EMF" eingesetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass das Mischungsverhältnis, die Förderleistung und die Menge richtig eingestellt werden.

Harz- und Härtermengen, sowie die Temperaturbedingungen sind im Protokoll nach Abschnitt 3.2.3.1 festzuhalten.

#### b) Harztränkung

Der Polyester-Nadelfilzschlauch oder der Polyester-Faserschlauch 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. 0,3 bar (Anlage 9) zu erzeugen um weitgehend die Lufteinschlüsse aus dem Polyester-Nadelfilzschlauch oder dem Polyester-Faserschlauch zu beseitigen und die nachfolgende Imprägnierung zu unterstützen. Anschließend ist die manuell angemischte Harzmenge (Anlage 5) über einen Trichter in den Schlauchlineranfang so einzufüllen, dass dabei keine Luft in den Schlauch gelangt. Bei der Mischung des Harzsystems mit dem automatischen Mischmodul wird das Harz mittels über eine Lanze in den Schlauchliner eingeführt. Zur gleichmäßigen Verteilung des Harzes im Polyester-Nadelfilzschlauch oder im Polyester-Faserschlauch ist der Schlauchliner durch ein elektrisches oder manuelles Walzenlaufwerk (Kalibrierwalze Anlage 10) 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 Polyester-Nadelfilzschlauches oder des Polyester-Faserschlauches 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 Seifenspülmittel lagenweise abzulegen.

Die Härtingszeit und der Temperaturverlauf sind im Protokoll (z. B. Anlagen 37) nach Abschnitt 3.2.3.1 festzuhalten.

### 3.2.3.6 Inversionstechniken für das Einbringen des Schlauchliners in die zu sanierende Abwasserleitung

Zuerst ist bei grundwassergesättigten Zonen ein PE-Preliner einzuziehen. Das Einbringen des Preliners erfolgt über eine Seilwinde (Anlage 11). Der PE-Preliner kann auch mittels Druckluft inversiert werden (analog zu den Abschnitten 3.2.3.6.2 bis 3.2.3.6.5).

Der Preliner soll verhindern, dass Harz aus dem Schlauchliner durch die schadhaften Stellen in den umgebenden Boden gelangen kann.

Der Einbau des Schlauchliners erfolgt im Inversionsverfahren, entweder mit Druckluft (durch einen Kompressor) oder Wasserschwerkraft. Hierbei werden die Inversionstechniken unterschieden in Wasserschwerkraft-Inversion mittels Wasserturms (3.2.3.6.1) oder in Druckluft-Inversion mittels Druckluft-Inversionsgerätes (3.2.3.6.2), Druckluft-Inversion mittels Inverter (3.2.3.6.3) oder Druckluft-Inversion mittels Setzgerät (3.2.3.6.4).

Beim Inversionsverfahren wird mittels Innendruck der Einkrempelvorgang bewirkt. Dieser setzt sich bis zum Erreichen des Zielschachtes bzw. der Abwassersammelkanal oder des Zielpunktes der zu sanierenden Abwasserleitung fort. Durch diesen Vorgang gelangt die harzgetränkte Innenseite des Schlauchliners in Kontakt mit dem PE-Preliner oder direkt in Kontakt mit der Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung. Die PP- oder die PUR-Beschichtung bzw. die PU-Folie gelangt auf diese Weise auf die dem Abwasser zugewandte Seite.

Es ist das Verfahrenshandbuch des Antragsstellers sowie die Einbauvarianten nach den Anlagen 12 und 13 zu beachten.

#### 3.2.3.6.1 Wasserschwerkraft-Inversion des Schlauchliners mittels eines Inversionsturmes (Anlage 14)

Die Installation des vorbereiteten Schlauchliners erfolgt hierbei mit einem Inversionsturm und der Wasserschwerkraft (Wassersäule). Dazu ist am Startschacht ein Gerüst oder Inversionsturm, unter Einhaltung der betreffenden Unfallverhütungsvorschriften, aufzustellen. Der Inversionsturm ist in der Höhe entsprechend dem erforderlichen hydrostatischen Druck und der Schachttiefe bzw. der tiefsten Stelle zu bemessen (max. 5 m Höhendifferenz, was einem Druck von 0,5 bar entspricht). Der Inversionsturm ist am Startschacht aufzustellen.

Der Schlauchliner-Anfang ist umzukrempeln, von oben durch den Linertrichter (Befestigungseinrichtung des Schlauchliner-Anfangs am oberen Ende des Inversionsturms) zu ziehen dann über den Linertrichter zu stülpen und mittels Gewebespanngurten oder Schellen zu befestigen. Vom Linertrichter bis in die zu sanierende Abwasserleitung ist ein Stützschauch mit Rohrbogen (Kunststoffschlauch als Schutzhülle des Schlauchliners zwischen Schlauchliner-Anfang und Abwasserleitung) bis ca. 10 cm in die Abwasserleitung zu installieren und am Linertrichter zu befestigen. Am Schlauchliner-Ende ist ein Rückhalteseil (Seil/Steuerband) zu befestigen, um die Geschwindigkeit des Schlauchliners während der Installation zu kontrollieren. Für die Inversion ist der Schlauchliner-Anfang mit Wasser zu füllen. Durch den Wasserdruck stülpt sich der Schlauchliner durch den Stützschauch in die Abwasserleitung. Der hydrostatische Druck bewirkt die Inversion des Schlauchliners. Der harzgetränkte Schlauchliner durchläuft dabei den Rohrbogen des Stützschlauches und gelangt in die zu sanierende Abwasserleitung.

Dabei ist laufend Wasser nach zu füllen und dem inversierenden Schlauchliner zuzuführen. Der Wasserdruck schiebt den Schlauchliner kontinuierlich in die Abwasserleitung voran. Es ist dabei darauf zu achten, dass durch Steuerung der Wasserzugabemenge die Inversion kontinuierlich und nicht stoßweise erfolgt. Der Vorgang ist fortzusetzen, bis der Schlauchliner ganz in die Abwasserleitung inversiert ist. Markierungen am Rückhalteseil geben die Position des Schlauchliners an. Die Einbaugeschwindigkeit ist mit der Höhe der Wassersäule und mit dem Rückhalteseil zu kontrollieren.

#### Mögliche Einbauvarianten:

- mit geschlossenen Schlauchliner-Ende (3.2.3.7.1)
- mit offenen Schlauchliner-Ende und Kalibrierschlauch (3.2.3.7.2 Variante A)

Mögliche Aushärtemethoden und -techniken:

- Wasser-Warmhärten (3.2.3.8.3)

3.2.3.6.2 Druckluft-Inversion des Schlauchliners mittels eines Druckluft-Inversionsgerätes (Anlage 15)

Das Druckluft-Inversionsgerät ist ein Druckluft-Installationsgerät für die Inversion von Schlauchlinern. Kernstück des Gerätes ist eine Drucktrommel, in der harzgetränkte Schlauchliner mit dem Schlauchliner-Ende voran in das Druckluft-Inversionsgerät aufgerollt und anschließend mittels Druckluft bei einem Druck von 0,3 bar bis 0,6 bar (Anlage 9) in die zu sanierende Abwasserleitung eingebracht. Das Druckluft-Inversionsgerät ist am Startschacht aufzustellen.

Der Schlauchliner-Anfang ist aus dem Druckluft-Inversionsgerät zu ziehen, dann über den Vorsatzring (Befestigungseinrichtung des Schlauchliner-Anfangs an das Druckluft-Inversionsgerät) zu stülpen und mittels Gewebespanngurten oder Schellen zu befestigen. Vom Vorsatzring bis in die zu sanierende Abwasserleitung ist ein Stützschauch mit Rohrbogen bis ca. 10 cm in die Abwasserleitung zu installieren und am Vorsatzring zu befestigen. Am Schlauchliner-Ende ist ein Rückhalteseil (Seil/Steuerband) zu befestigen, um die Geschwindigkeit des Schlauchliners während der Installation zu kontrollieren. Das Steuerband ist mit dem Druckluft-Inversionsgerät zu verbinden und muss mindestens 3 m länger als der einzubringende Schlauchliner sein. Für die Inversion ist die Druckkammer mit Druckluft zu füllen. Dadurch stülpt sich der Schlauchliner aus dem Druckluft-Inversionsgerät durch den Stützschauch und den Rohrbogen in die Abwasserleitung. Der Vorgang ist fortzusetzen, bis der Schlauchliner ganz in die zu sanierende Abwasserleitung invertiert ist. Markierungen am Rückhalteseil/Steuerband informieren über die Position des Schlauchliners und des Schlauchliner-Endes. Die Einbaugeschwindigkeit ist am Druckregler des Druckluft-Inversionsgerätes und mit dem Rückhalteseil zu kontrollieren.

Mögliche Einbauvarianten:

- mit geschlossenen Schlauchliner-Ende (3.2.3.7.1)
- mit offenen Schlauchliner-Ende mit Kalibrierschlauch (3.2.3.7.2 Variante A)
- mit offenen Schlauchliner-Ende mit Endkappe (3.2.3.7.2. Variante B)

Mögliche Aushärtemethoden und -techniken:

- Luft-Kalthärten (3.2.3.8.1)
- Luft-Warmhärten (3.2.3.8.2)
- Wasser-Warmhärten (3.2.3.8.3)
- Dampf-Warmhärten (3.2.3.8.4)

3.2.3.6.3 Druckluft-Inversion des Schlauchliners mittels Inverter (Anlage 16)

Der Inverter ist ein Druckluft-Installationsgerät für die Inversion von Schlauchlinern. Kernstück des Gerätes ist eine Vorrichtung, in dem der harzgetränkte Schlauchliner in die zu sanierende Abwasserleitung eingebracht wird. Die Inversion mit einem Inverter erfolgt mittels Druckluft bei einem Druck von 0,3 bar bis 0,6 bar (Anlage 9). Der Inverter ist am Startschacht aufzustellen.

Der Schlauchliner-Anfang ist durch den Inverter einzuziehen, über den Vorsatzring zu stülpen und mittels Gewebespanngurten oder Schellen zu befestigen. Vom Vorsatzring bis in die zu sanierende Abwasserleitung ist ein Stützschauch mit Rohrbogen bis ca. 10 cm in die Abwasserleitung zu installieren und am Vorsatzring zu befestigen. Am Schlauchliner-Ende ist ein Rückhalteseil (Seil/Steuerband) zu befestigen, um die Geschwindigkeit des Schlauchliners während der Installation zu kontrollieren. Der Schlauchliner ist in einzelnen Abschnitten in den Inverter einzuführen. Für die Inversion ist die Druckkammer zu schließen und mit Druckluft zu füllen. Der harzgetränkte Schlauchliner wird mit Druckluft beaufschlagt, dadurch wird der Einkrempelvorgang bewirkt. Dieser Inversionsvorgang setzt sich bis zum Erreichen des Zielschachtes oder des Zielpunktes der zu sanierenden Abwasserleitung fort. Der Vorgang ist zu wiederholen, bis der Schlauchliner komplett in die zu sanierende Abwasserleitung invertiert ist. Markierungen am Rückhalteseil informieren über die Position des Schlauchliners und des

Schlauchliner-Endes. Die Einbaugeschwindigkeit ist mit dem Druckregler und mit dem Rückhalteseil zu kontrollieren.

Mögliche Einbauvarianten:

- mit geschlossenen Schlauchliner-Ende (3.2.3.7.1)
- mit offenen Schlauchliner-Ende mit Kalibrierschlauch (3.2.3.7.2 Variante A)
- mit offenen Schlauchliner-Ende mit Endkappe (3.2.3.7.2. Variante B)

Mögliche Aushärtemethoden und -techniken:

- Luft-Kalthärten (3.2.3.8.1)
- Luft-Warmhärten (3.2.3.8.2)
- Wasser-Warmhärten (3.2.3.8.3)
- Dampf-Warmhärten (3.2.3.8.4)

#### 3.2.3.6.4 Druckluft-Inversion des Schlauchliners mittels Setzgerät (Anlage 17)

Das Setzgerät ist ein Druckluft-Installationsgerät für die Inversion von Schlauchlinern. Hierbei ist der harzgetränkte Schlauchliner im Schlauchspeicher aufbewahrt. Der Schlauchspeicher ist ein flexibles Gummirohr in dem der harzgetränkte Schlauchliner aufbewahrt und mittels eines Setzgerätes in die Abwasserleitung an die zu sanierende Stelle transportiert wird.

Das Setzgerät ist in die Abwasserleitung einzubringen. Mithilfe eines Kamerasystems ist das Setzgerät vor dem Seitenzulauf zu positionieren. Der Schlauchliner ist mit dem Schlauchliner-Ende voran, an welchen ein Rückhalteseil (Seil/Steuerband) zu befestigen ist, durch das Setzgerät hindurch in den Schlauchspeicher einzuziehen. Der Schlauchliner-Anfang ist aus dem Setzgerät zu ziehen, über den Vorsatzring zu stülpen und mittels Spannvorrichtungen zu befestigen. Der Schlauchliner ist komplett in den Schlauchspeicher am Setzgerät einzulegen. Für die Inversion wird die Druckkammer des Setzgerätes mit Druckluft gefüllt (bei einem Druck von 0,3 bar bis 0,6 bar, Anlage 9). Dadurch stülpt sich der Schlauchliner aus dem Setzgerät vom Leitblech geführt in den Zulauf. Der Vorgang wird fortgesetzt, bis der Schlauchliner komplett eingebaut ist. Markierungen am Rückhalteseil informieren über die Position des Schlauchliners und des Schlauchliner-Endes. Die Einbaugeschwindigkeit ist mit dem Druckregler und mit dem Rückhalteseil zu kontrollieren.

Mögliche Einbauvarianten:

- mit geschlossenen Schlauchliner-Ende (3.2.3.7.1)
- mit offenen Schlauchliner-Ende mit Endkappe (3.2.3.7.2. Variante B)

Mögliche Aushärtemethoden und -techniken:

- Dampf-Warmhärten (3.2.3.8.4)

#### 3.2.3.7 Einbauvarianten des Schlauchliners (Anlagen 12 und 13)

Beim Close-End Verfahren wird der Schlauchliner von einem zugänglichen Startpunkt (z. B. Schacht) der Abwasserleitung zu einem zugänglichen Sanierungsendpunkt bzw. Zielschacht saniert. Das Schlauchliner-Ende ragt nach der Inversion und nach dem Aushärten aus einem zugänglichen Abwassersammelkanal bzw. Zielschacht heraus. Das Schlauchliner-Ende wird nach dem Aushärten abgeschnitten. Der Schlauchliner ist dann an das Schachtbauwerk anzubinden (Abschnitt 3.2.3.11).

Beim Open-End Verfahren wird der Schlauchliner zu einem nicht zugänglichen Sanierungsziel in der Abwasserleitung saniert. Das Schlauchliner-Ende ist nach der Inversion und nach dem Aushärten nicht zugänglich und endet an einem Zielpunkt innerhalb der zu sanierenden Abwasserleitung oder mündet in einen nicht zugänglichen Abwassersammelkanal. Das Liner-Ende kann nach dem Aushärten nicht abgeschnitten werden.

##### 3.2.3.7.1 Geschlossenes Schlauchliner-Ende (Closed-End Verfahren)

Am Schlauchliner ist das Ende fest zu verschließen und es ist ein Rückhalteseil daran zu befestigen. Je nach Aushärteverfahren ist zusätzlich ein Zirkulationsschlauch für die Warm-

härtung am Schlauchliner-Ende zu befestigen. Der so verschlossene Schlauchliner ist auf die Art zu invertieren wie in Abschnitt 3.2.3.6 beschrieben (Anlagen 14 bis 17).

Die Aushärtungs-Medien Warmluft, Warmwasser oder Dampf werden direkt in den Schlauchliner geleitet.

#### 3.2.3.7.2 Offenes Schlauchliner-Ende (Open-End Verfahren)

Das Schlauchliner-Ende wird bei diesem Verfahren nicht fest verschlossen. Sofern die Sanierung von einem Startschacht bzw. einer Revisionsöffnung in Richtung eines nicht zugänglichen Abwassersammelkanals erfolgt, ist zuvor die Schlauchliner-Länge so zu bestimmen, dass der Schlauchliner nicht in den Abwassersammelkanal hineinragt.

Bei diesem Verfahren ist eine Einbauhilfe notwendig (Kalibrierschlauch Variante A oder Endkappe Variante B).

##### Variante A: Offenes Liner-Ende mit Kalibrierschlauch

Das Schlauchliner-Ende ist vor der Inversion mit einem Haltegummi zu verschließen. Der so verschlossene Schlauchliner ist auf die gleiche Art zu invertieren wie in Abschnitt 3.2.3.6 beschrieben. Zum Abschluss des 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-Preliner.

Der Kalibrierschlauch dient zur Aufstellung des Schlauchliners in der zu sanierenden Abwasserleitung und dient auch zur Aufnahme der Aushärtungs-Medien Luft, Wasser oder Dampf. Am Kalibrierschlauch ist das Ende fest zu verschließen und das Rückhalteseil daran zu befestigen.

Die Inversion des Kalibrierschlauches folgt analog zu den in Abschnitt 3.2.3.6 beschriebenen Installationstechniken. Hierbei können verschiedene Einbauvarianten des Kalibrierschlauches vorgenommen werden. Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil (Anlage 18), Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil und Zirkulationsschlauch (Anlage 19) sowie Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil und Endstück (Anlage 20).

Der Kalibrierschlauch ist nach der Aushärtung am Rückhalteseil aus dem Schlauchliner herauszuziehen.

##### Variante B: Offenes Liner-Ende mit Endkappe

Das Schlauchliner-Ende ist vor der Inversion mit einer Endkappe auszurüsten. Die Endkappe dient zur Verstärkung des Schlauchliner-Endes bei der Installation und der Aushärtung. An der Endkappe ist das Ende fest zu verschließen und das Rückhalteseil daran zu befestigen.

Die Inversion des Kalibrierschlauches folgt analog zu den in Abschnitt 3.2.3.6 beschriebenen Installationstechniken. Hierbei können verschiedene Einbauvarianten des Kalibrierschlauches vorgenommen werden. Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil (Anlage 21), Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil und Zirkulationsschlauch (Anlage 22) sowie Inversion des Kalibrierschlauches mit Rückhalteseil und Endstück (Anlage 23).

Ist der Schlauchliner komplett ausgehärtet, so lässt sich die Endkappe leicht vom Schlauchliner-Ende durch Zug am Rückhalteseil lösen. Die Endkappe wird zusammen mit dem Rückhalteseil durch das Innere des Schlauchliners wieder zum Startschacht herausgezogen.

#### 3.2.3.8 Aushärtemethoden und -techniken

##### 3.2.3.8.1 Luft-Kalthärten (Anlage 24)

Bei der Härtung des Schlauchliners unter Umgebungstemperaturen erfolgt die Polymerisation ohne Wärmezufuhr. Der Schlauchliner härtet hierbei über die Zeit aus, wobei die Umgebungstemperatur ausschlaggebend ist. Hierbei ist ein Druck von ca. 0,3 bar bis 0,5 bar (Anlage 9) aufrecht zu erhalten bis der Schlauchliner ausgehärtet ist. Bei einer Aushärtungstemperatur von ca. +15 °C ist der Schlauchliner nach ca. 10 Stunden ausgehärtet. Es sind die Härtungszeiten nach Anlage 8 zu beachten. Die Resthärtung erfolgt nach ca. 5 Wochen.

##### 3.2.3.8.2 Luft-Warmhärten (Anlage 25)

Durch die Inversion des Schlauchliners ist gleichzeitig auch der zuvor am geschlossenen Schlauchliner-Ende befestigte Zirkulationsschlauch invertiert. Das Ende des Zirkulations-

schlauches ist nach Beendigung der Inversion an das Warmluftgebläse anzuschließen. Die Luft-Warmhärtung erfolgt mittels eines Warmluftgebläses. Die erzeugte Warmluft wird durch den Zirkulationsschlauch direkt an das Schlauchliner-Ende befördert. Am Schlauchliner-Start wird die Luft wiederum entnommen, aufgeheizt und dem Zirkulationsschlauch wieder zugeführt.

Der Schlauchliner ist mittels Druckluft von ca. 0,3 bar bis 0,4 bar (Anlage 9) an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung zu drücken, so dass das formschlüssige Anliegen an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung sichergestellt ist. Die Temperatur der Warmluft ist auf ca. +60 °C aufzuheizen. Die Lufttemperatur darf maximal +80 °C betragen. In Abhängigkeit der erreichten Temperatur zwischen Altrohr und Schlauchliner sind die Aushärtezeiten nach den Anlagen 8 und 32 einzuhalten. Die Temperatur zwischen Altrohr und dem Schlauchliner ist zu messen und zu dokumentieren (Anlage 27). Der Temperaturverlauf, die Aushärtezeiten und der aufgebrachte Druck sind ebenfalls zu protokollieren. Nach Abschluss der Härtung ist die Zirkulationsluft und der Schlauchliner auf ca. +25 °C zu kühlen. Eine Abkühlphase von mindestens 30 Minuten und +25 °C ist nicht zu unterschreiten.

#### 3.2.3.8.3 Wasser-Warmhärten (Anlage 26)

Durch die Inversion des Schlauchliners ist gleichzeitig auch der zuvor am geschlossenen Schlauchliner-Ende befestigte Zirkulationsschlauch inversiert. Das Ende des Zirkulationsschlauches ist nach Beendigung der Inversion an das Heizsystem/-aggregat anzuschließen. Der Schlauchliner ist mit Wasser soweit zu füllen, so dass das formschlüssige Anliegen an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung sichergestellt ist. Bei der Wasser-Warmhärtung wird das zur Inversion benutzte Prozesswasser mit einem Heizgerät aufgeheizt. Das erwärmte Wasser wird durch den Zirkulationsschlauch an das Schlauchliner-Ende geführt. Am Schlauchliner-Anfang wird das Wasser wiederum entnommen, aufgeheizt und dem Zirkulationsschlauch wieder zugeführt.

Der Wasserkreislauf wird durch eine Pumpe unterstützt. Die Vorlauftemperatur beträgt hierbei ca. +80 °C. Die Aushärtezeit beginnt, wenn die Rücklauftemperatur ca. +60 °C beträgt. In Abhängigkeit der erreichten Temperatur zwischen Altrohr und Schlauchliner sind die Aushärtezeiten nach Anlagen 8 und 33 einzuhalten. Die Temperatur zwischen Altrohr und dem Schlauchliner, sowie Vor- und Rücklauftemperaturen nach Anlage 33 sind zu messen und zu dokumentieren (Anlage 27). Der aufgebrachte Druck ist ebenfalls aufzuzeichnen.

Nach Abschluss der Härtung sind das Heizwasser und der Schlauchliner durch Zugabe von kaltem Leitungswasser auf ca. +25 °C abzukühlen. Eine Abkühlphase von mindestens 30 Minuten und +25 °C ist nicht zu unterschreiten. Das Wasser ist nach Erreichen dieses Temperaturniveaus abzulassen.

#### 3.2.3.8.4 Dampf-Warmhärten (Anlagen 28 bis 31)

Im Bereich des Zielschachtes ist ein Druckschlauch mit Ausströmventil zu montieren. Außerdem ist am Dampfeinlass und -auslass ein Temperaturmessfühler anzuordnen. Der Schlauchliner ist mittels Druckluft von ca. 0,3 bar bis 0,4 bar (Anlage 9) an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung zu drücken, so dass das formschlüssige Anliegen an die Innenoberfläche der zu sanierenden Abwasserleitung sichergestellt ist. Bei der Dampf-Warmhärtung wird ein Dampf-Luft-Gemisch in den Schlauchliner befördert (zirkulierend oder durchströmend). Die Temperatur ist sowohl am Dampfeinlass als auch am Dampfauslass zu messen und zu dokumentieren (Anlage 27). Hierbei ist der Temperaturverlauf nach Anlage 34 zu beachten. Während der Aushärtung ist ein Dampfdruck von ca. 0,3 bar bis 0,4 bar (Anlage 9) über ein Manometer zu überwachen und aufrecht zu erhalten.

Die Dampftemperatur muss über ca. +15 Minuten am Dampfeinlass wie auch am Dampfauslass auf ca. +60 °C eingestellt werden. Anschließend ist die Dampftemperatur im 15 Minuten Takt auf +80 °C anzuheben und ca. 60 Minuten zu halten. Nach der Aushärtung ist der Schlauchliner stufenweise in 10 Minutenschritten auf +50 °C abzukühlen. Danach ist eine Abkühlzeit von ca. 30 Minuten auf ca. +30 °C einzuhalten. In dieser Abkühlphase ist der Schlauchliner nur mit Druckluft aufrecht zu halten. Der Verlauf der einzelnen Druck- und

Temperaturstufen sowie deren jeweilige Dauer sind in einem entsprechenden Dampfaushärtungsbericht festzuhalten. Die Aushärtezeit des Schlauchliners ist abhängig von den Dampftemperaturen und der aufgebrauchten Zeit. Die Aushärtezeit und die Druck- sowie die Dampftemperaturstufen sind aufzuzeichnen und zu protokollieren.

#### Variante A: Dampf-Warmhärten mit Zirkulation (Anlage 28)

Der Dampf wird im Zirkulationsschlauch zum Schlauchliner-Ende geführt und strömt von dort zurück zum Schlauchliner-Anfang. Das Aushärten startet beim Schlauchliner-Ende. Kontrolle von Druck und Temperatur erfolgen beim Schlauchliner-Anfang im Dampfeinlass und im Dampfauslass.

Beim Einbau des Schlauchliners mit einem offenen Schlauchliner-Ende und mit Endkappe (3.2.3.7.2 Variante B) ist der Zirkulationsschlauch mit einer Rückstrahldüse auszurüsten (Anlage 29). Die Rückstrahldüse lenkt das Aushärtemedium um 180 Grad um, sodass es nicht direkt auf das Schlauchliner-Ende strömt. Zum Schutz der Einbauhilfe vor Temperaturüberhöhung.

#### Variante B: Dampf-Warmhärten mit Durchströmung und Endstück oder Diffusor (Anlagen 30 und 31)

Bei dieser Anwendung wird das Dampf-Luftgemisch durch den Schlauchliner-Anfang in den Schlauchliner gegeben. Das Aushärtemedium strömt über die gesamte Länge des Schlauchliners zum Schlauchliner-Ende. Die Strömung wird mit dem Endstück oder mit dem Ventil beim Diffusor gedrosselt.

Das Endstück ist eine Düse, die im Schlauchliner-Ende oder im Ende der Einbauhilfe (Kalibrierschlauch oder Endkappe) fest eingebunden ist. Sie drosselt die Strömung. Nach der Düse expandiert das Aushärtemedium frei. Der Dampf wird in den Schlauchliner-Anfang geführt und strömt von dort bis zum Schlauchliner-Ende, in welchem das Endstück die Strömung drosselt (Anlage 30).

Ein Diffusor wird am Schlauchliner-Ende positioniert und ermöglicht ein kontrolliertes Expandieren des Luft-Dampf Gemisches. Der Dampf wird in den Schlauchliner-Anfang geführt und strömt von dort zum Schlauchliner-Ende, an welchem ein verstellbares Ventil die Strömung drosselt. Der Diffusor ist nach dem Ventil an das Schlauchliner-Ende anzuschließen (Anlage 31).

#### 3.2.3.9 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 Rohrabschnitte (Kreisringe) für die nachfolgenden Prüfungen zu entnehmen (siehe hierzu Abschnitt 3.2.4).

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

#### 3.2.3.10 Wiederanschluss von Seitenzuläufen

Seitenzuläufe werden entweder in offener Bauweise oder mittels Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren wiederhergestellt werden, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen mit den dazugehörigen Bauartgenehmigungen für diesen Verwendungszweck gültig sind.

#### 3.2.3.11 Schachtanbindung (Anlagen 35 und 36)

Im Schachtanschlussbereich sind quellende Bänder (Hilfsstoffe) einzusetzen.

Sowohl im jeweiligen Start- und ggf. auch im Zielschacht, als auch in den Zwischenschächten sind die entstandenen Überstände (siehe auch Abschnitt 3.2.3.9 Abschließende Arbeiten) des ausgehärteten Innenrohres zur Stirnwand des Schachtes (so genannter Spiegel) und die Übergänge zum Fließgerinne im Start- und Zielschacht wasserdicht auszubilden.

Schachtanbindungen sind unter Verwendung von quellenden Hilfsbändern (Anlage 36) im Bereich der Schachtanbindungen 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 (Anlage 35):

Dies kann z. B. durch folgende Ausführungen erfolgen:

- a) Angleichen der Übergänge mittels Reaktionsharzspachtel, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- b) Angleichen der Übergänge mittels Mörtelsystem, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- c) GFK-Lamine für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist,
- d) Verpressen mit Polyurethan- (PUR) 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.

#### 3.2.3.12 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

#### 3.2.3.13 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. Dies kann auch abschnittsweise erfolgen.

Die Dichtheit der sanierten Leitungen ist mittels Wasser (Verfahren "W") oder Luft (Verfahren "L") nach DIN EN 1610<sup>24</sup> (Anlage 39) zu prüfen. Bei der Prüfung mittels Luft sind die Festlegungen in Tabelle 3 von DIN EN 1610<sup>24</sup>, Prüfverfahren LD für feuchte Betonrohre und alle anderen Werkstoffe zu beachten. Sanierte Seitenzuläufe können auch separat unter Verwendung geeigneter Absperrblasen auf Wasserdichtheit geprüft werden.

### 3.2.4 Prüfungen an entnommenen Proben

#### 3.2.4.1 Allgemeines

Aus dem Schlauchliner sind auf der Baustelle Kreisringe bzw. Segmente zu entnehmen (Anlage 40). Sind die Probestücke für die genannten Prüfungen unter Abschnitt 3.2.4.2 a) untauglich oder eine Probeentnahme von Kreisringen oder Segmenten nicht möglich, kann bei **Seitenzulaufschlauchlinern bis DN 200** alternativ eine DSC-Analyse nach Abschnitt 3.2.4.2 b) durchgeführt werden.

<sup>24</sup> DIN EN 1610 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015; Ausgabe:2015-12

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 3.1.2.1.2) 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>25</sup> entsprechend nachfolgender Beziehung bzw. aus den Diagrammen 1 bis 4 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 aus den Diagrammen 1 bis 4 zu entnehmen.

Diagramm 1: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probestalters des "Flexi Tube", "Flexi ST Tube", "Flexi PP Tube" und "Flexi SF Tube" sowie "Flexi 38 S Tube-4 mm" und "Flexi 38 S Tube-5 mm" Polyesterharzverbundes"

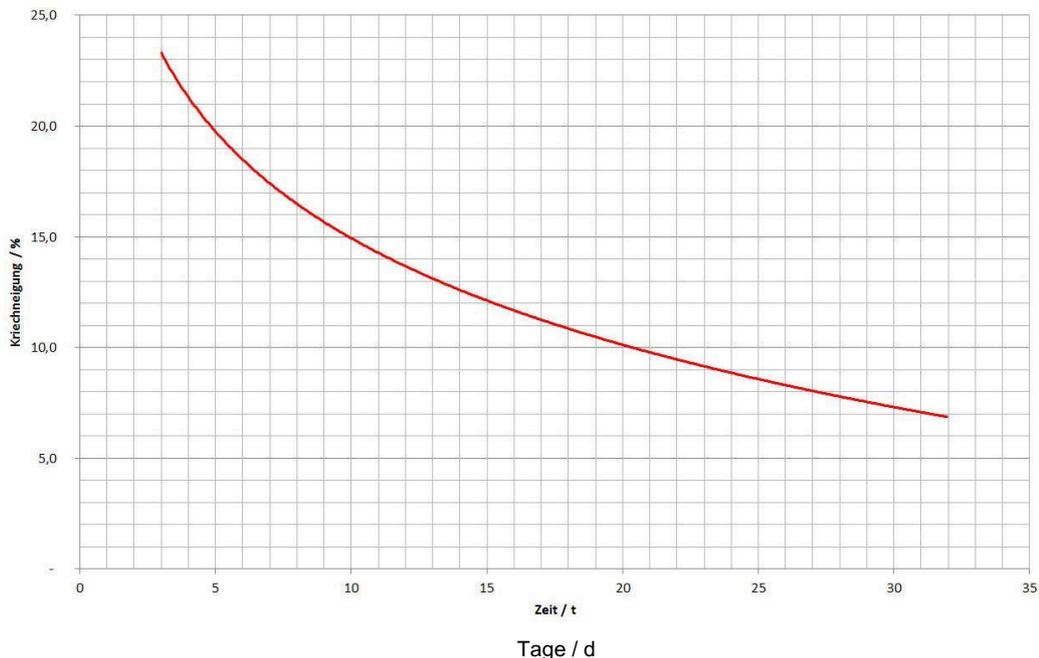


Diagramm 2: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probenalters des "BRAWOLINER" und "BRAWOLINER HT"-Polyesterharzverbundes"

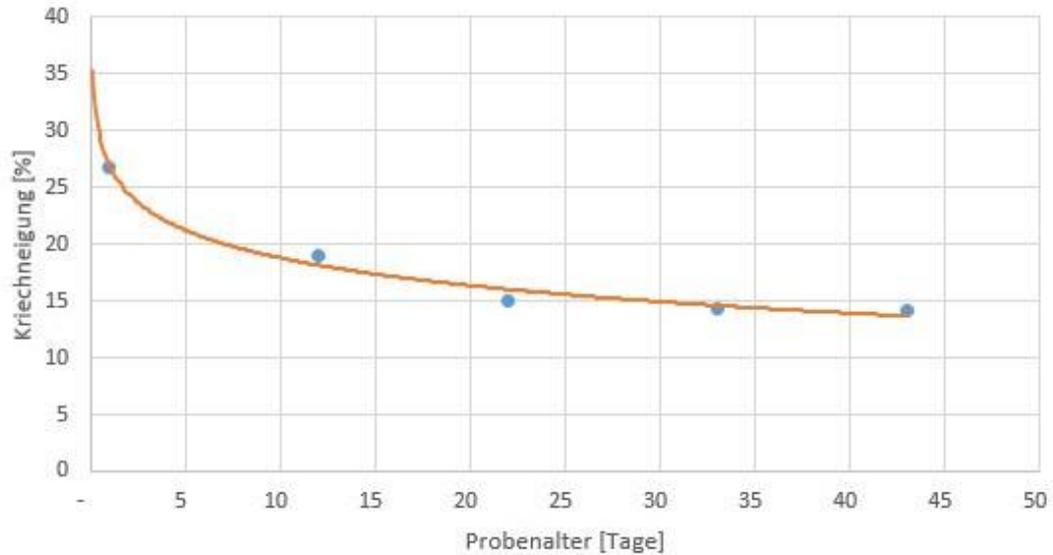


Diagramm 3: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probenalters des "BRAWOLINER XT" und "BRAWOLINER HT XT"-Polyesterharzverbundes"

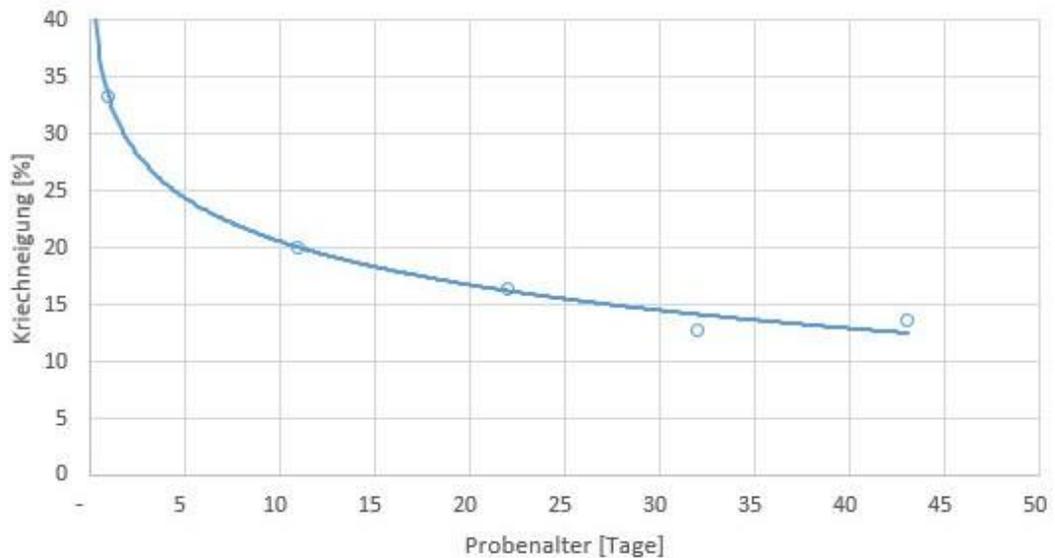
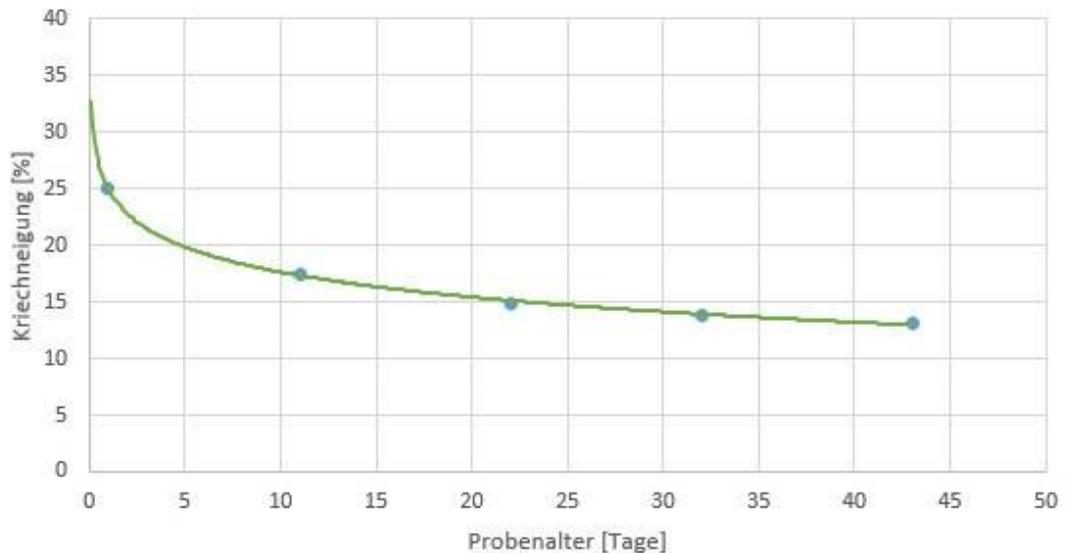


Diagramm 4: "Beurteilung der Kriechneigung in Abhängigkeit des Probenalters des "BRAWOLINER 3D" und "BRAWOLINER HT 3D"-Polyesterharzverbundes"



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 4 nicht überschreiten.

Außerdem ist am ausgehärteten Schlauchliner der E-Moduln und der und die Biegespannung  $\sigma_{FB}$  nach DIN EN ISO 11296-4<sup>2</sup> bzw. DIN EN ISO 1787 (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-Module und Biegespannungen  $\sigma_{FB}$  müssen im gleich oder größer zu den in Abschnitt 3.1.2.1.2 und Abschnitt 3.1.2.1.4 genannten Werten sein.

b) Ermittlung der Festigkeitseigenschaften mittels DSC-Analyse für **Seitenzulaufschlauchliner bis DN 200**

Sofern eine Probeentnahme von Kreisingen oder Segmenten nicht möglich ist, kann alternativ an den auf der Baustelle entnommenen Proben eine DSC-Analyse (siehe Abschnitt 3.1.2.1.3) für Seitenzulaufschlauchliner bis DN 200 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>26</sup>, Abschnitt 5.2
4. Entnahme des Probestücks zur DSC-Analyse aus dem Laminat
5. DSC-Analyse nach DIN EN ISO 11357-2<sup>27</sup> Halbstufenhöhenverfahren
6. Bewertung der Ergebnisse entsprechend Abschnitt 10 der DIN EN ISO 11357-2<sup>27</sup>

<sup>26</sup> 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

<sup>27</sup> 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

#### 3.2.4.3 Wasserdichtheit der Proben

Die Wasserdichtheit des ausgehärteten Schlauchliners ist an Prüfstücken, die aus dem ausgehärteten Schlauchliner ohne Folienbeschichtung entnommenen wurden in Anlehnung an die Kriterien von DIN EN 1610<sup>22</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 den Bedingungen in Abschnitt 3.1.2.1.1 ist an Schnittflächen z. B. unter Verwendung eines Lichtmikroskops mit ca. 10-facher Vergrößerung zu überprüfen. Dabei ist insbesondere die Designwanddicke und Kompositwanddicke sowie die Dicke der Reinharzschicht zu überprüfen. Außerdem ist der durchschnittliche Flächenanteil der Luftbläschen nach DIN EN ISO 7822<sup>28</sup> zu überprüfen.

#### 3.2.4.5 Physikalische Kennwerte des ausgehärteten Schlauchliners

An den entnommenen Proben sind die in Abschnitt 3.1.2.1.2 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 8 und 9 erfolgen. Der Übereinstimmungserklärung sind Unterlagen über die Eigenschaften der Verfahrenskomponenten nach Abschnitt 2.1.2 und die Ergebnisse der Prüfungen nach den Tabellen 8 und 9 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 3.2.1 zu sorgen und dabei insbesondere die Prüfungen nach Tabelle 8 vorzunehmen oder sie zu veranlassen und die Prüfungen nach Tabelle 9 zu veranlassen. Für die in Tabelle 2 genannten Prüfungen sind Proben nach Abschnitt 3.2.3.4 aus den beschriebenen Probenschläuchen zu entnehmen. Anzahl und Umfang der ausgeführten Festlegungen sind Mindestanforderungen.

Die Prüfungen an Probestücken nach Tabelle 9 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 8 der Sanierungsmaßnahme zu überprüfen.

<sup>28</sup>

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

Tabelle 8: "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>21</sup>	vor jeder Sanierung
optische Inspektion der Leitung	nach Abschnitt 3.2.3.13 und DWA-M 149-2 <sup>21</sup>	nach jeder Sanierung
Geräteausstattung	nach Abschnitt 3.2.2	jede Baustelle
Kennzeichnung der Behälter der Sanierungskomponenten	nach Abschnitt 3.2.3.2	
Luft- bzw. Wasserdichtheit	nach Abschnitt 3.2.3.13	
Harzmischung, Harzmenge und Härungsverhalten je Schlauch	Mischprotokoll nach Abschnitt 3.2.3.5 Absatz a)	
Aushärtungstemperatur und Aushärtungszeit	nach Abschnitt 3.2.3.5	

Tabelle 9: "Prüfungen an Probestücken"

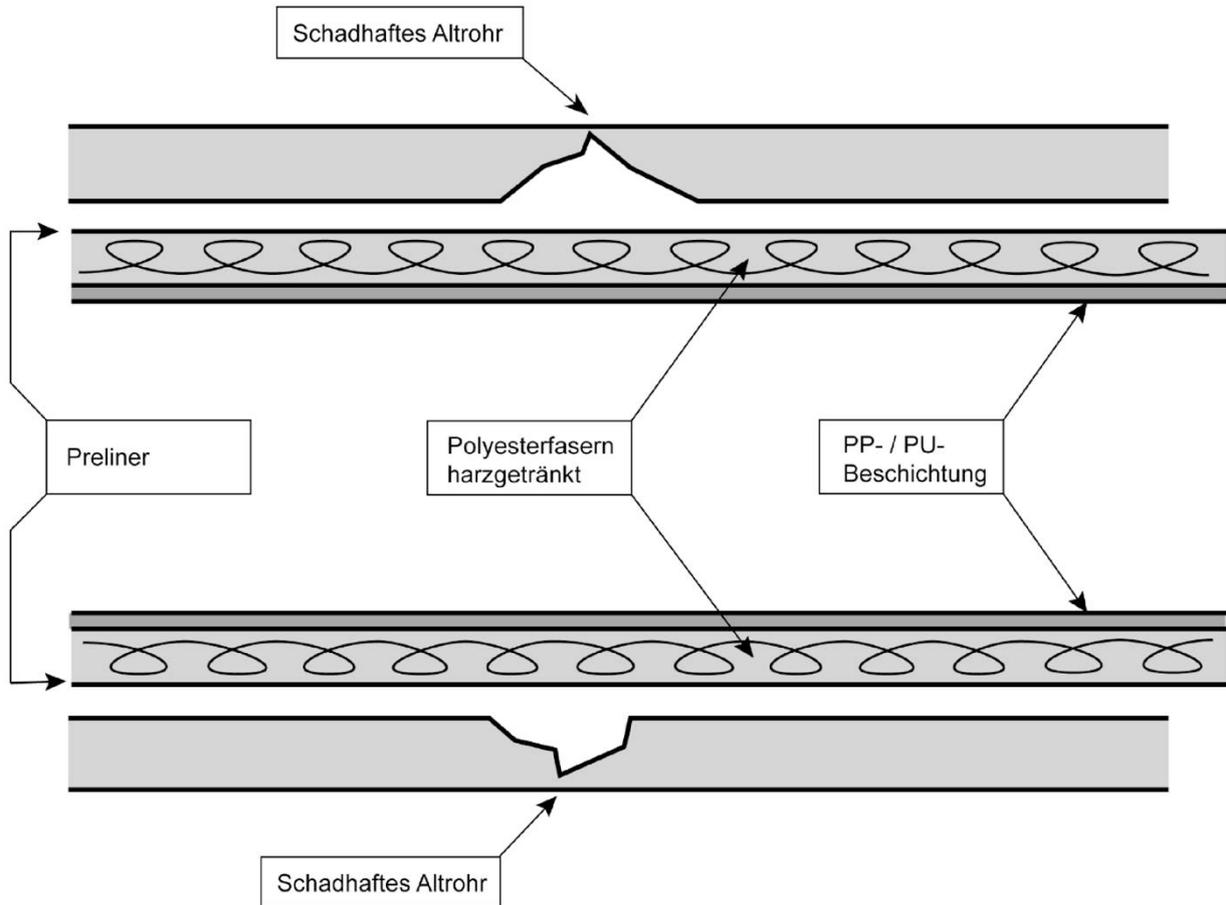
Gegenstand der Prüfung	Art der Anforderung	Häufigkeit
Kurzzeitbiege-E-Modul und Kurzzeit-Biegespannung $\sigma_{fB}$ und Kriechneigung an Rohrausschnitten oder an Kreisringen	nach den Abschnitten 3.2.4.1 und 3.2.4.2. a)	jede Baustelle, <b>mindestens jeder zweite</b> Schlauchliner
Dichte und Härte der Probe ohne-Beschichtungsfolie	nach den Abschnitten 3.1.2.1.2 und 3.2.4.5	
Überprüfung der Glasübergangstemperatur $T_{G1}$ und $T_{G2}$ mittels DSC-Analyse <sup>1</sup> für <b>Seitenzulaufschlauchliner bis DN 200</b>	nach Abschnitt 3.2.4.2 b) und 3.1.2.1.3 (alternativ)	
Wasserdichtheit der Probe ohne Beschichtungsfolien	nach Abschnitt 3.2.4.3	
Wanddicken und Wandaufbau	nach Abschnitt 3.2.4.4	
Kriechneigung an Rohrabschnitten oder -ausschnitten	nach Abschnitt 3.2.4.2. a)	bei Unterschreitung des in Abschnitt 3.1.2.1.4 genannten Kurzzeit-E-Moduls sowie <b>mindestens 1 x</b> Schlauchliner je Halbjahr

<sup>1</sup> Sofern die Einhaltung der in Abschnitt 3.1.2.1.3 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 3.1.2.1.2 genannten physikalischen Kennwerte des ausgehärteten Polyesterharzverbundes.

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

Ronny Schmidt  
Referatsleiter

Beglaubigt  
Graeber



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 1

Wandaufbau Schlauchliner



## Beschaffenheit und Einsatzbereich Flexi Tube

Linertyp	Flexi Tube	Flexi ST Tube	Flexi PP Tube	Flexi SF Tube	Flexi 38 S Tube
<b>Eigenschaften</b>					
<b>Material</b>	PUR-P, Nadelfilz	PUR-HT, Nadelfilz	PP, Nadelfilz	PUR-HD, Nadelfilz	PUR-P, Nadelfilz
<b>Spezielle Anwendung</b>	1 DN-Wechsel	--	--	2 DN-Wechsel	2 DN-Wechsel
<b>Verfügbarkeit</b>	DN 100 - 400	DN 100 - 400	DN 100 - 400	DN 100 - 400	DN 100 - 400
<b>Temp. Aushärtung max.</b>	65 °C	65 °C	90 °C	80 °C	80 °C
<b>Bogengängigkeit</b>	45°	45°	45°	90°	90°
<b>Anwendung mit Kalibrierschlauch</b>	- Kalt (Umgebungstemp.)	X	--	--	--
	- Warmwasser	X	--	X	X
	- Warmluft	X	--	--	--
	- Dampf	X	X	--	X

- Hinweise:**
- Nennweitenänderungen: Naht immer unten in der Sohle, immer Kalibrierschlauch verwenden, Wärmezugabe bei Kaltaushärtung empfohlen.
  - Anzahl machbare Bögen: massgebend hierfür sind der DN, die Haltungslänge sowie Muffenversätze im Bogenbereich. Je nach Linertyp sind 1 - 5 Bögen machbar.

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 2

Beschaffenheit und Einsatzbereich des Schlauchliners Flexi Tube



## Beschaffenheit und Einsatzbereich BRAWOLINER

Linertyp	BRAWOLINER	BRAWOLINER HT	BRAWOLINER XT	BRAWOLINER HT XT	BRAWOLINER 3D	BRAWOLINER HT 3D
<b>Eigenschaften</b>						
<b>Material</b>	PU, rundgestr.	PU, rundgestr.	PU, rundgestr. verstärkt	PU, rundgestr. verstärkt	PU, rundgestr.	PU, rundgestr.
<b>Spezielle Anwendung</b>	1 DN-Wechsel	1 DN-Wechsel	1 DN-Wechsel	1 DN-Wechsel	2 DN-Wechsel	2 DN-Wechsel
<b>Verfügbarkeit</b>	DN 100 - 250	DN 100 - 250	DN 100 - 250	DN 100 - 250	DN 100/150 DN 150/225	DN 100/150 DN 150/225
<b>Temp. Aushärtung max.</b>	50 °C	80 °C	50 °C	80 °C	50 °C	80 °C
<b>Bogengängigkeit</b>	90°	90°	90°	90°	90°	90°
<b>Anwendung mit Kalibrierschlauch</b>	- Kalt (Umgebungstemp.)	--	--	--	--	--
	- Warmwasser	--	--	--	--	--
	- Warmluft	--	--	--	--	--
	- Dampf	X	--	X	--	X

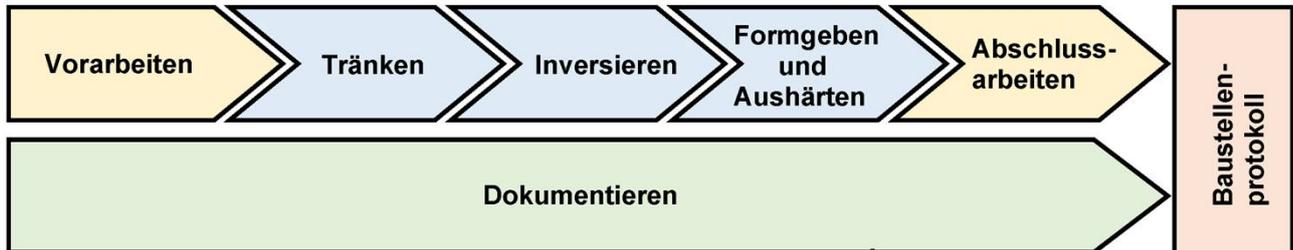
**Hinweise:** - Nennweitenänderungen: Immer Kalibrierschlauch verwenden,  
Wärmezugabe bei Kaltaushärtung empfohlen.

- Anzahl machbare Bögen: massgebend hierfür sind der DN, die Haltungslänge sowie  
Muffenversätze im Bogenbereich. Je nach Linertyp sind 1 - 5 Bögen machbar.

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der  
Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte  
Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 3

Beschaffenheit und Einsatzbereich BRAWOLINER



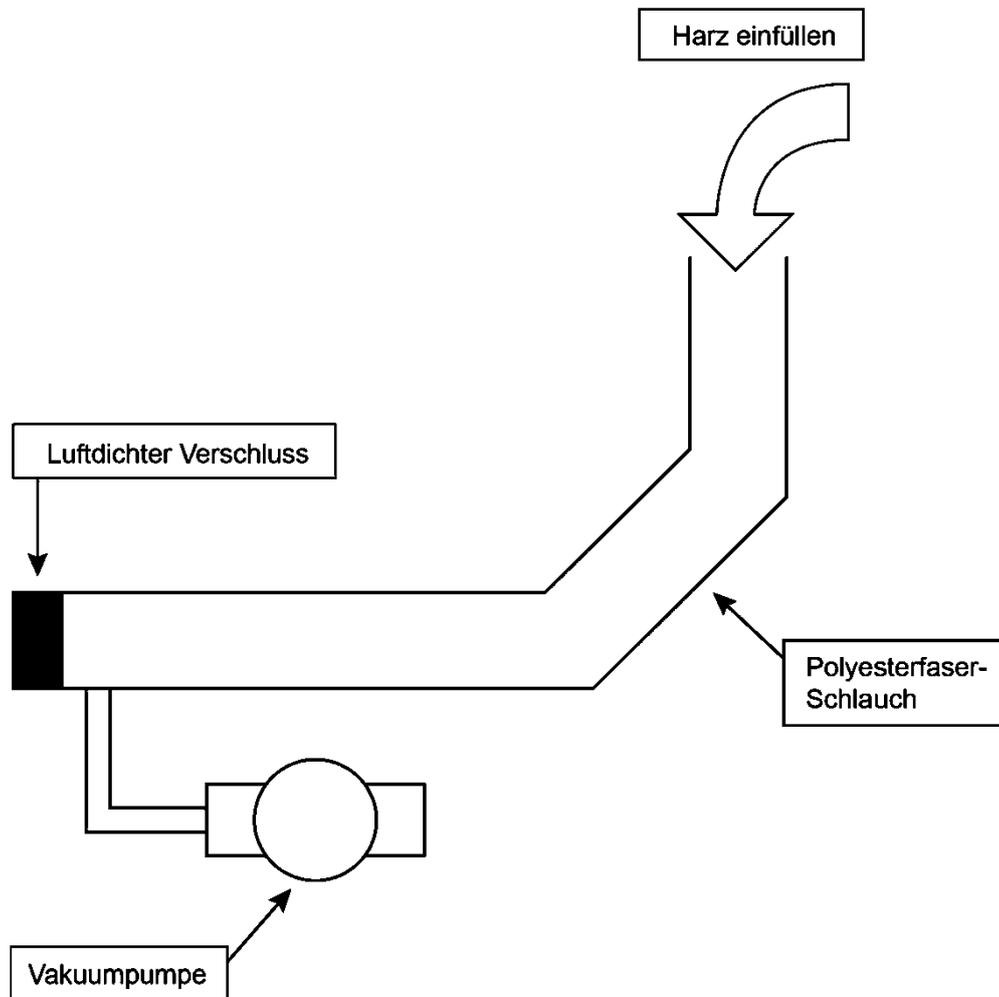
Vorabklärungen treffen	Schlauchliner evakuieren	Schlauchliner inversieren	Anfang an Schlauchliner bzw. Kalibrierschlauch erstellen	Einbauhilfe rausnehmen *)
Anwohner informieren	Reaktionsharz mischen	Quellband einbinden *)	Quellband einbinden *)	Schlauchliner abschneiden
Ausführung festlegen	Reaktionsharz einfüllen	Kalibrierschlauch inversieren *)	Formgeben	Schlauchliner-Ende öffnen
Werkstoffe bereitstellen	Schlauchliner kalibrieren	Ende an Schlauchliner resp. Kalibrierschlauch erstellen *)	Aushärten	Rückstellprobe entnehmen *)
Ausrüstung bereitstellen	Schlauchliner-Anschlüsse verschliessen	Inversieren dokumentieren	Aushärten dokumentieren	Dichtigkeit prüfen
Baustelle einrichten	Rückstellprobe entnehmen *)			Dokumentation abschliessen
Leitung vorbereiten	Schlauchliner-Ende erstellen			Seitenzuläufe öffnen
Betriebsbereitschaft erstellen	Tränken dokumentieren			Zwischenschächte öffnen
Dokumentation vorbereiten				Seitenzuläufe einbinden
Werkstoffe und Hilfsmittel vorbereiten				Schacht anschliessen
Preliner Folie einbauen *)				Kanal beschriften
Schachtanschluss erstellen *)				Zustand der Leitung kontrollieren
				Endabnahme

\*) = wenn erforderlich

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 4

Ablaufschritte Schlauchlining



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 5

Schlauchliner mit Harz tränken



## Mengenberechnung des Harzgemisches (kg per m)

Linertyp Harz-System Rohwanddicke Nennweite	Flexi Tube	Flexi ST Tube	Flexi PP Tube	Flexi SF Tube	Flexi 38 S Tube	
	EP50 5,5 mm	EP50 5 mm	EP50 5 mm	EP50 5,5 mm	EP50 4 mm	EP50 5 mm
DN 100	1,89	1,72	1,72	--	--	--
DN 100 - 150	--	--	--	1,89	1,50	--
DN 120 (125)	2,27	2,06	2,06	2,27	--	--
DN 120 - 150	--	--	--	--	1,75	--
DN 150	2,85	2,59	2,59	--	--	--
DN 150 - 200	--	--	--	2,85	2,30	2,80
DN 200	3,78	3,44	3,44	3,78	--	--
DN 200 - 250	--	--	--	--	3,10	3,80
DN 225	4,26	3,88	3,88	4,26	--	--
DN 250	4,73	4,31	4,31	4,73	--	--
DN 300	5,68	5,17	5,17	5,68	--	--
DN 300 - 400	--	--	--	--	4,40	5,60
DN 350	6,64	6,00	6,00	6,64	--	--
DN 400	7,58	6,90	6,90	7,58	--	--

- Hinweise:**
- Die Berechnung der Harzgemischmenge basiert auf Materialtemperaturen von Harz- und Linersystem zwischen 18 °C und 20 °C. Bei Materialtemperaturen unter 10 °C wird 5 % mehr Menge benötigt, bei Materialtemperaturen über 25 °C 5 % weniger.
  - Mischungsverhältnis EP50: 100 kg Harz zu 17 kg Härter

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 6

Mengenberechnung des Harzgemisches (kg per m) für Flexi Tube



## Mengenberechnung des Harzgemisches (kg per m)

Linertyp	BRAWOLINER	BRAWOLINER	BRAWOLINER	BRAWOLINER	BRAWOLINER	BRAWOLINER
Harz-System	EP 50	HT	XT	HT XT	3D	HT 3D
Rohwanddicke	4 mm	EP 50				
Nennweite	4 mm	4 mm	5 mm	5 mm	4 mm	4 mm
DN 100	1,10	1,10	-	-	-	-
DN 100-150	-	-	-	-	1,50	1,50
DN 120 (125)	1,40	1,40	2,00	2,00	-	-
DN 150	1,70	1,70	2,50	2,50	-	-
DN 150 - 200	-	-	-	-	2,30	2,30
DN 200	2,30	2,30	3,30	3,30	-	-

- Hinweise:**
- Die Berechnung der Harzgemischmenge basiert auf Materialtemperaturen von Harz- und Linersystem zwischen 18 °C und 20 °C. Bei Materialtemperaturen unter 10 °C wird 5 % mehr Menge benötigt, bei Materialtemperaturen über 25 °C 5 % weniger.
  - Mischungsverhältnis EP50: 100 kg Harz zu 17 kg Härter

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 7

Mengenberechnung des Harzgemisches (kg per m) für BRAWOLINER



## Verarbeitungstabelle von Epoxyd-Harzsystemen

Harzsystem	Mischverhältnis	Topfzeit	Temperatur	Aushärte-Zeit
EP 50  Mischungstemperatur: 15 °C bis 20 °C	Kombisystem Fertigmischung  Mischungsverhältnis: 100 kg Harz : 17 kg Härter	50 min / 20 °C	15 °C	10 h
			20 °C	9 h
			23 °C	8.5 h
			50 °C	100 min
			60 °C	80 min
			80 °C	60 min

**Hinweis:** - Die Aushärte-Zeiten beziehen sich auf die Laminat-Temperatur. Diese sind je nach Wärmezugabe variabel erreichbar.

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 8

Verarbeitungstabelle des EP50 Harzsystems



## Einbauparameter Flexi Tubes

Linertyp	Flexi Tube	Flexi ST Tube	Flexi PP Tube	Flexi SF Tube	Flexi S Tube	Flexi 38 S Tube	
<b>Eigenschaften</b>							
<b>Rohwanddicke</b>	5,5 mm	5 mm	5 mm	5,5 mm	4,0 mm	4,0 mm	5,0 mm
<b>Kompositwanddicke</b> (ca.-Werte)	4,5 mm	4,3 mm	4,3 mm	4,5 mm	3,5 mm	3,5 mm	4,5 mm
<b>Vakuum (bar)</b>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Inversionsdruck (bar)</b>	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6
<b>Aushärteindruck (bar)</b>	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	0,3 - 0,5	0,3 - 0,4

- Hinweise:**
- Die hier angegebenen Kompositwanddicken sind ausgehärtete Wanddicken. Die ausgehärtete Mindestwanddicke von 3 mm darf nicht unterschritten werden.
  - Walzenabstand der Imprägnieranlage: 2 x Liner-Wanddicke
  - Es sind die Verfahrensschritte nach Abschnitt 3.2 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu beachten.

## Einbauparameter BRAWOLINER

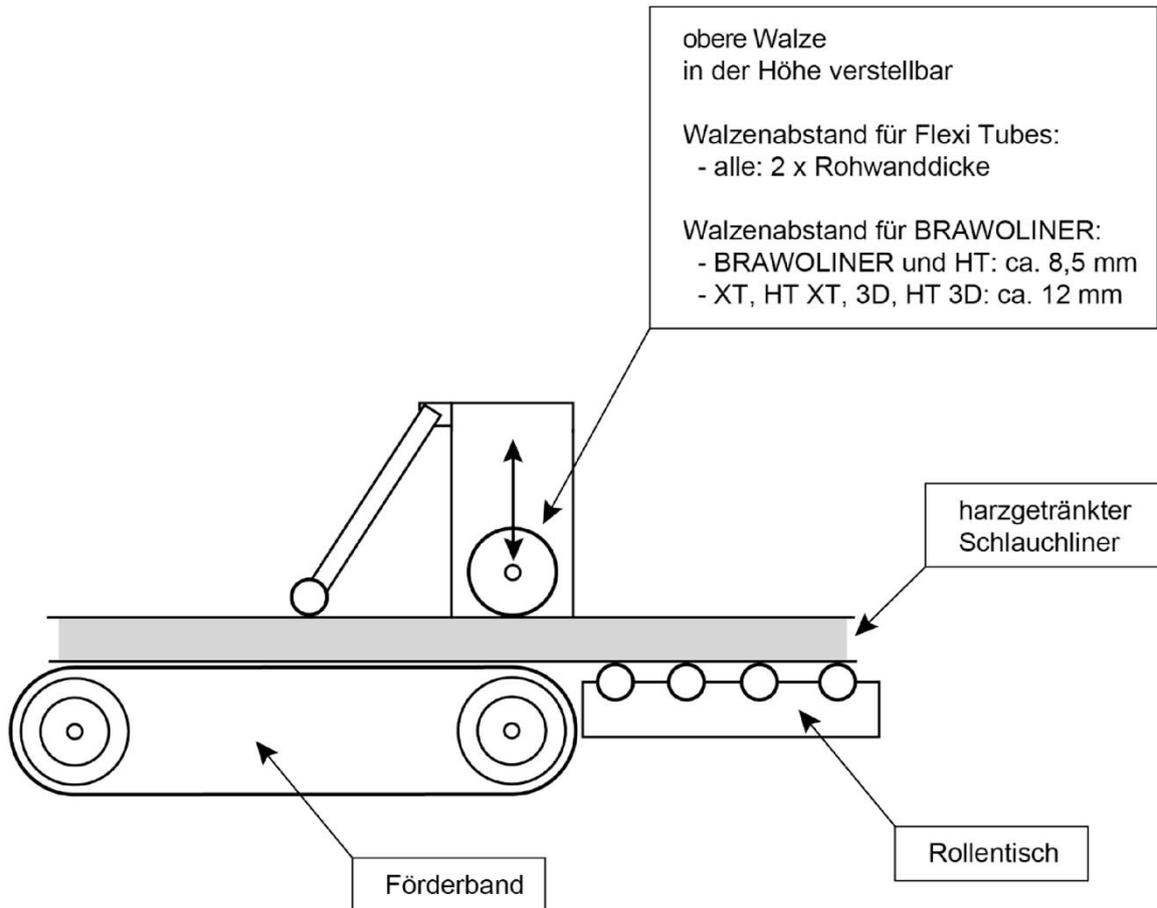
Linertyp	BRAWOLINER	BRAWOLINER HT	BRAWOLINER XT	BRAWOLINER HT XT	BRAWOLINER 3D	BRAWOLINER HT 3D
<b>Eigenschaften</b>						
<b>Rohwanddicke</b>	4,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	5,0 mm	5,0 mm	5,0 mm
<b>Kompositwanddicke</b> (ca.-Werte)	3,0 mm	3,0 mm	4,0 mm	4,0 mm	4,0 mm	4,0 mm
<b>Vakuum (bar)</b>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Inversionsdruck (bar)</b>	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6
<b>Aushärteindruck (bar)</b>	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5

- Hinweise:**
- Die hier angegebenen Kompositwanddicken sind ausgehärtete Wanddicken. Die ausgehärtete Mindestwanddicke von 3 mm darf nicht unterschritten werden.
  - Walzenabstand der Imprägnieranlage:
    - für BRAWOLINER und BRAWOLINER HT: ca. 8,5 mm
    - für BRAWOLINER XT, HT XT, 3D und HT 3D: ca. 12 mm
  - Es sind die Verfahrensschritte nach Abschnitt 3.2 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu beachten.

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchliniern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 9

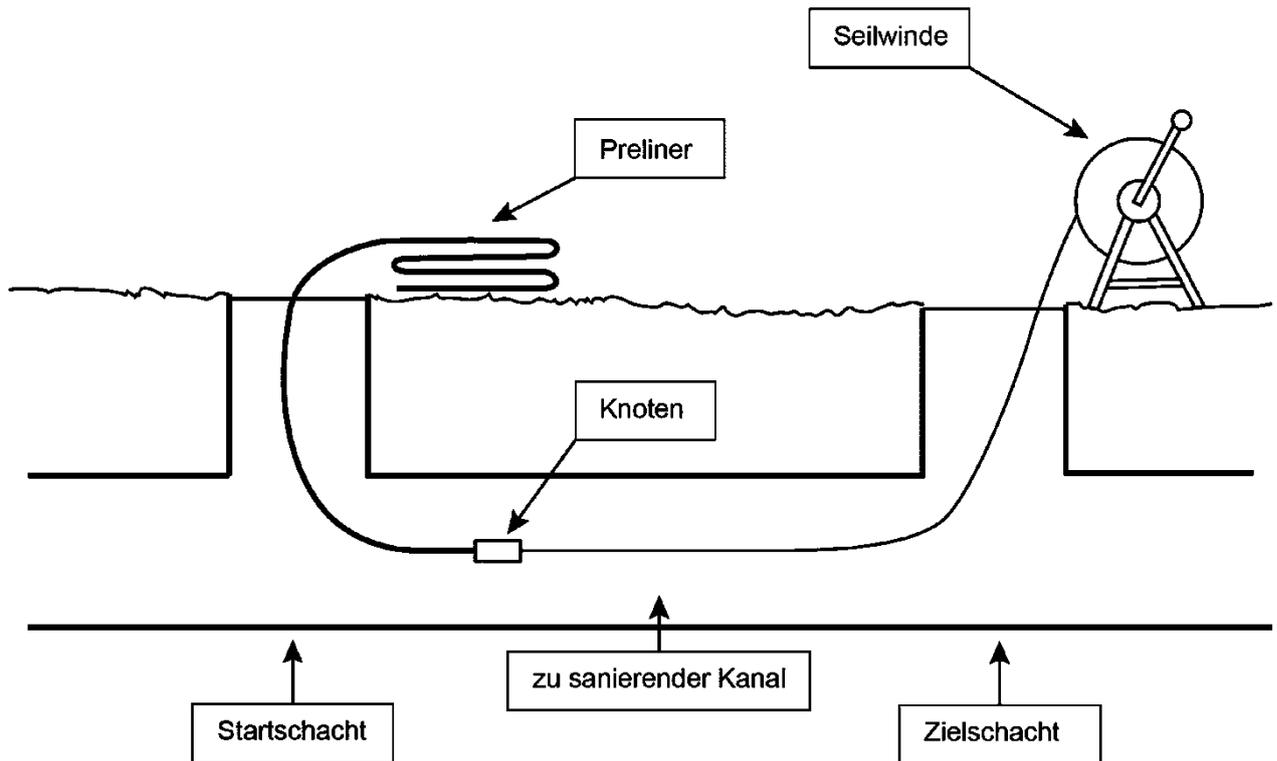
Einbauparameter Flexi Tubes und BRAWOLINER



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 10

Schlauchliner kalibrieren



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 11

Preliner Folie einziehen mit Seilwinde

	Einbauform in Fließrichtung	Einbauform gegen Fließrichtung	Geschlossenes Ende	Offenes Ende	
				mit Kalib. Schlauch	mit Endkappe
Close- end			X	X	X
		--	X	X	X
	--		X	X	X
Open- end			--	X	X
	--		--	--	X

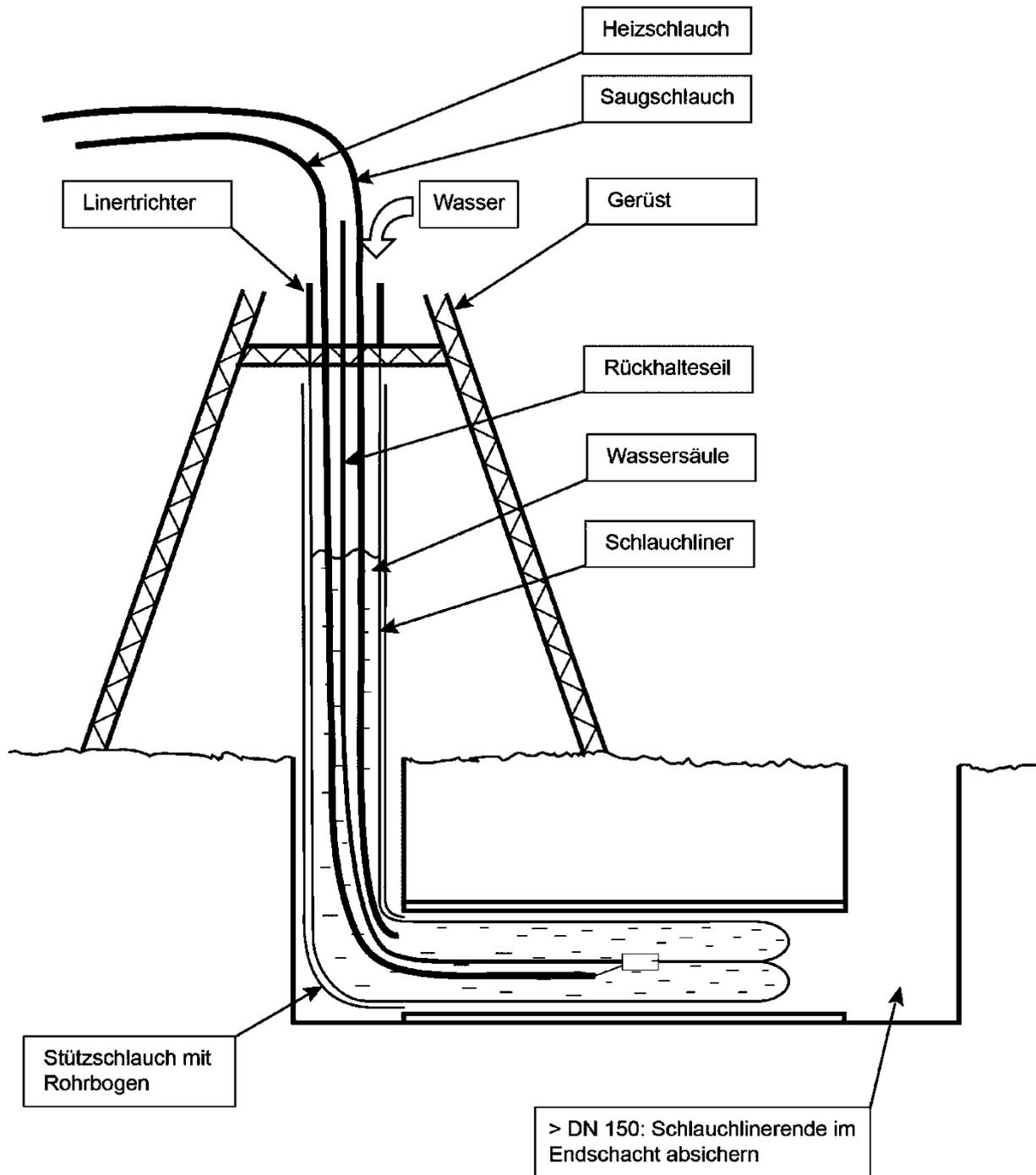
	Geschlossenes Ende	Offenes Ende	
		mit Kalibrierschlauch	mit Endkappe
Close- end			
Open- end	--		

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 12

Lage und Ausführung des Schlauchliner-Endes, Einbauform

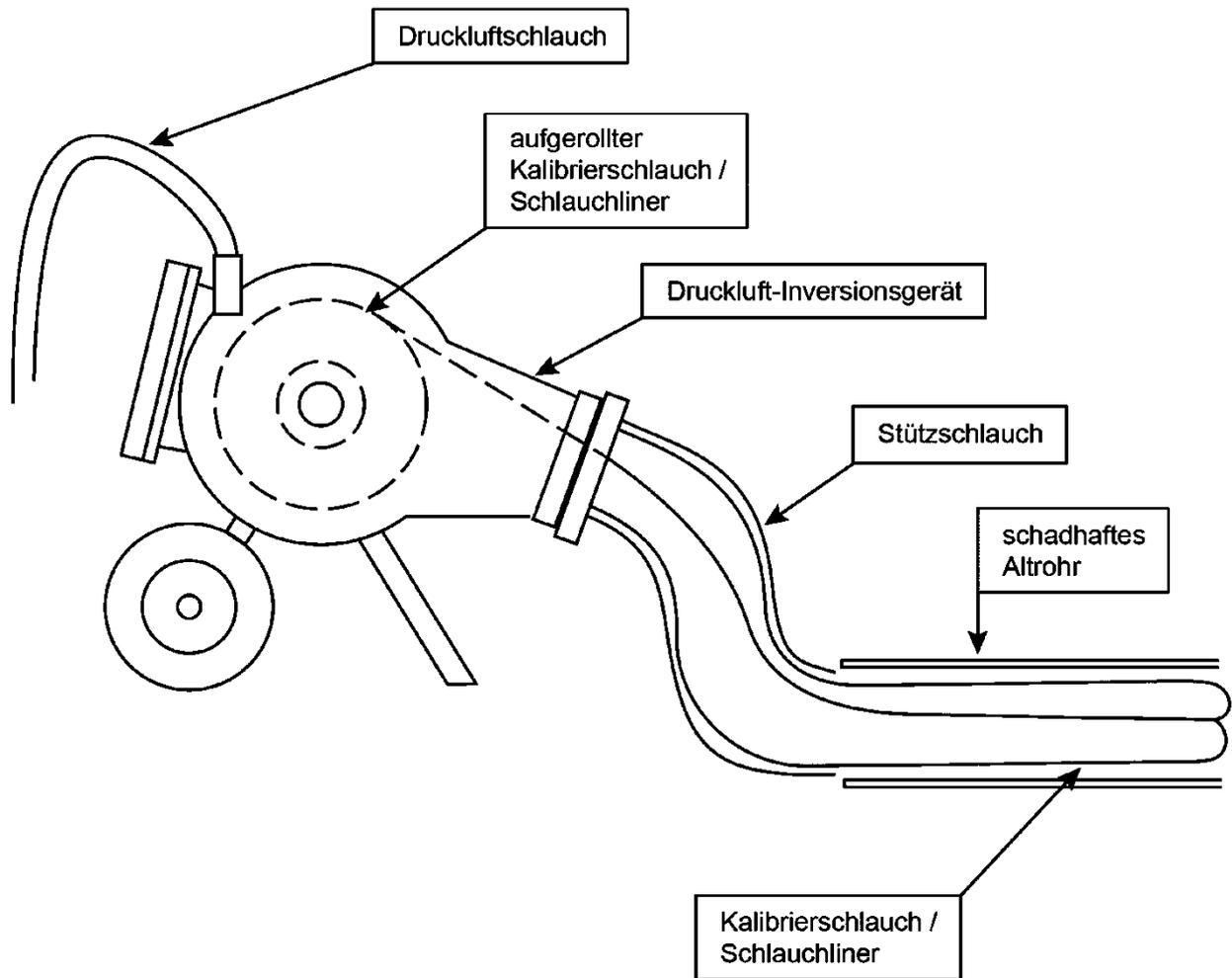
Inversionstechniken	Einbauvarianten			Aushärtemöglichkeiten					
	Geschlossenes Ende	Offenes Ende mit Klabrierschlauch	Offenes Ende mit Endkappe	Luft-Kalthärten	Luft-Warmhärten	Wasser-Warmhärten	Dampf-Warmhärtung mit Zirkulation	Dampf-Warmhärtung, Durchströmung mit Endstück	Dampf-Warmhärtung, Durchströmung mit Diffusor
Wasserturm	X	X	--	--	--	X	--	X	X
Druckluft-Inversionsgerät	X	X	X	X	--	X	X	X	X
Inverter	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Setzgerät	--	--	X	--	--	--	X	X	--
<b>Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400</b>								Anlage 13	
Übersicht Inversionstechniken, Einbauvarianten und Aushärtemöglichkeiten									



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 14

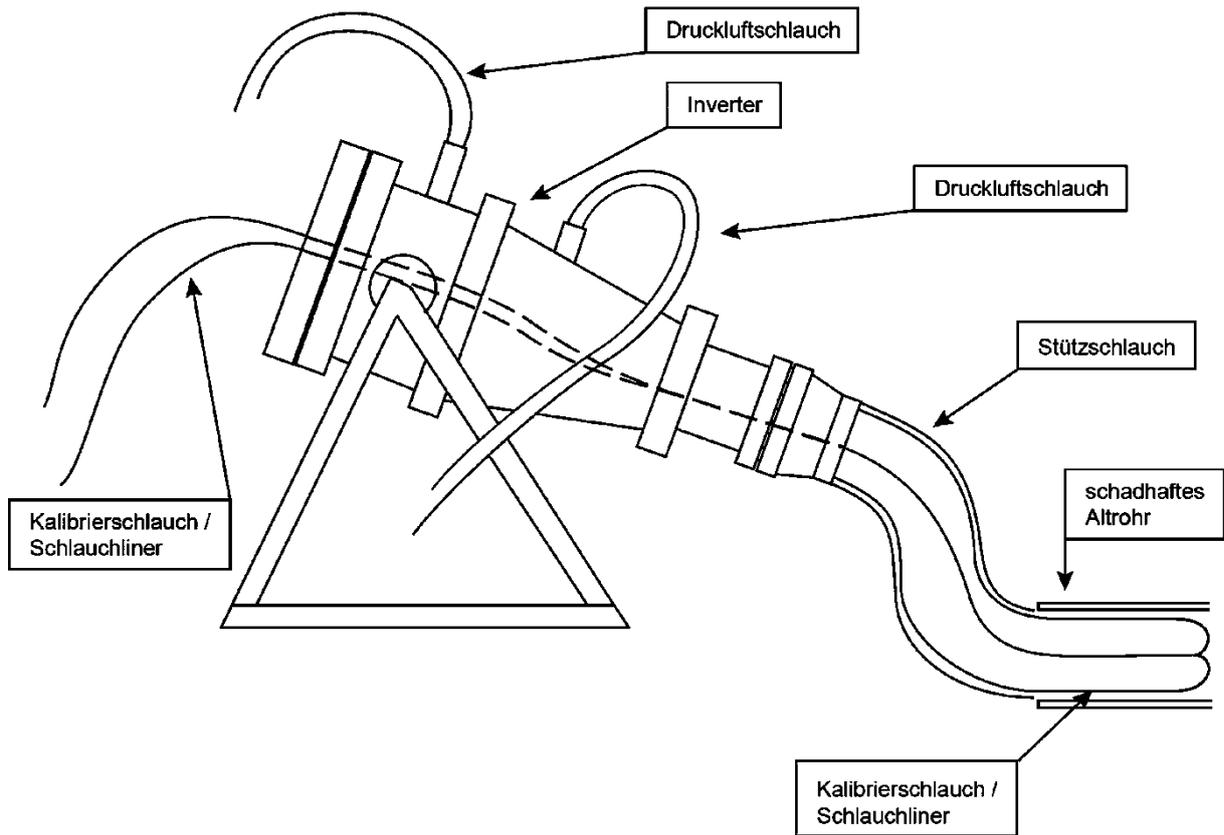
Wasserschwerkraft-Inversion mittels Wasserturm



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 15

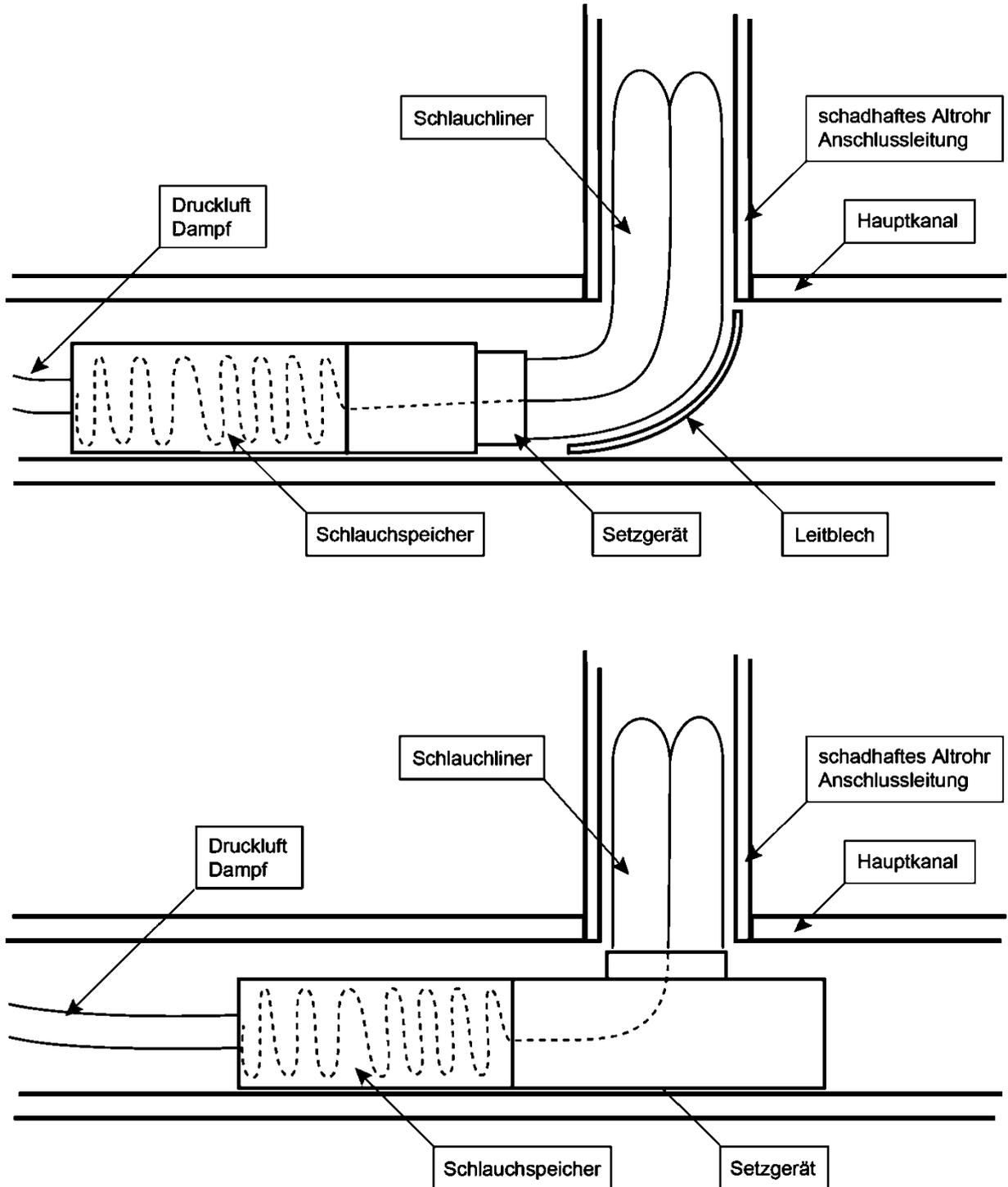
Druckluft-Inversion mittels Druckluft-Inversionsgerät



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 16

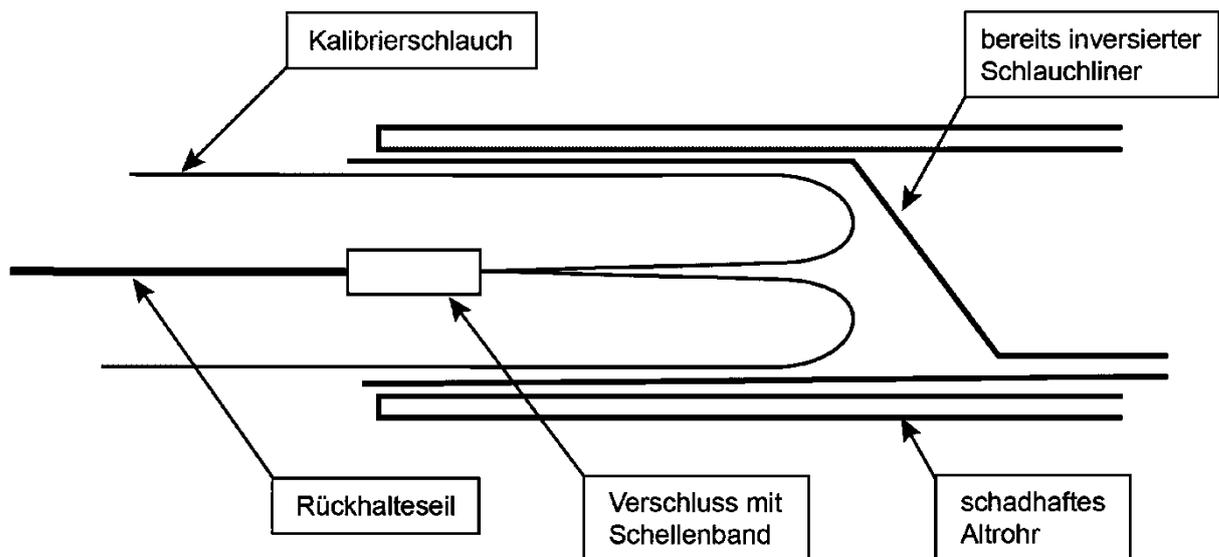
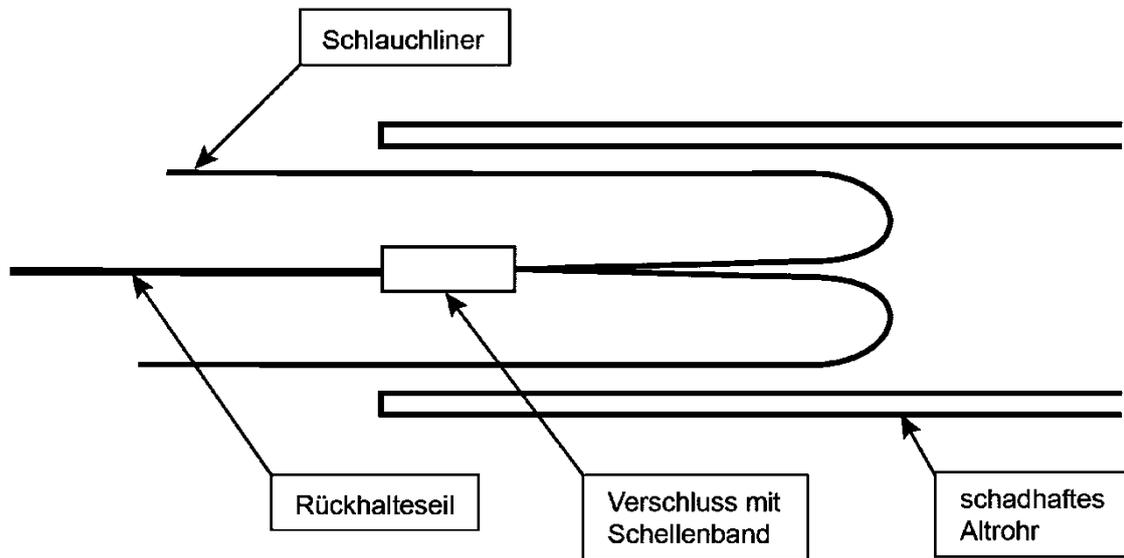
Druckluft-Inversion mittels Inverter



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 17

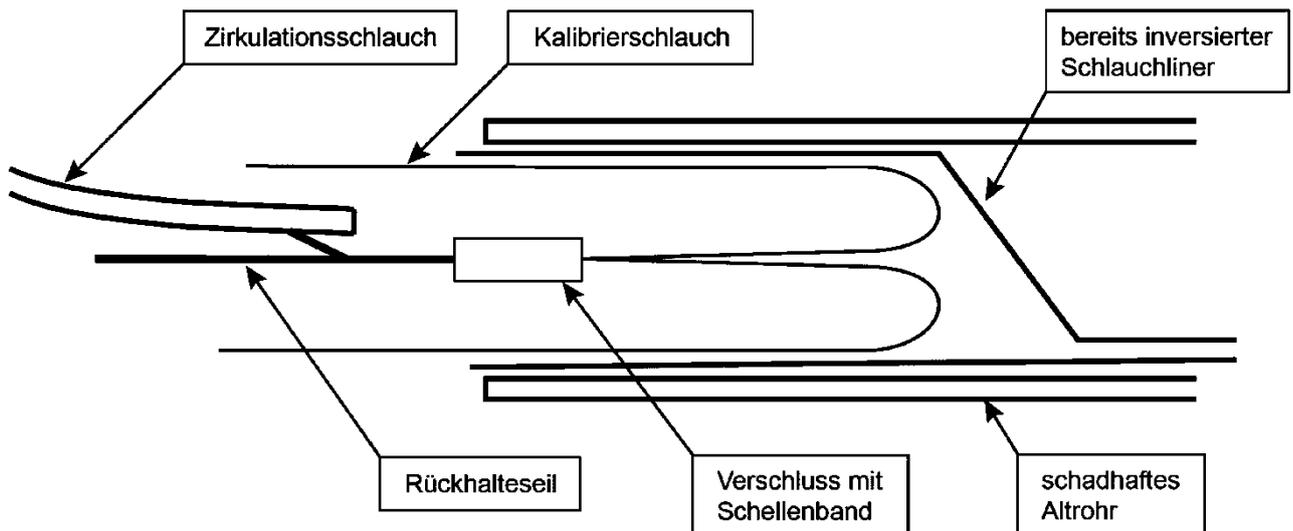
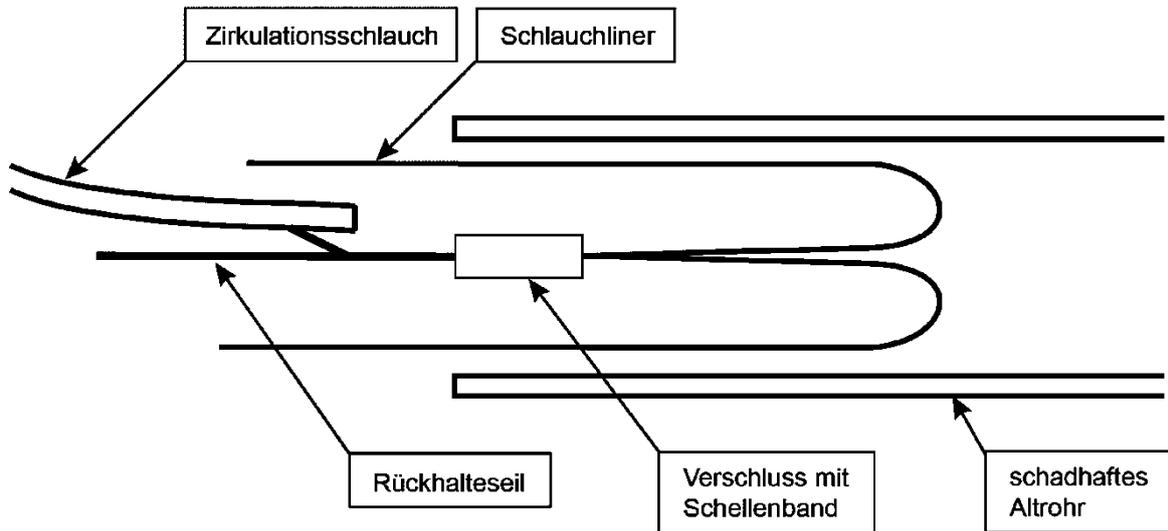
Druckluft-Inversion mittels Setzgerät



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 18

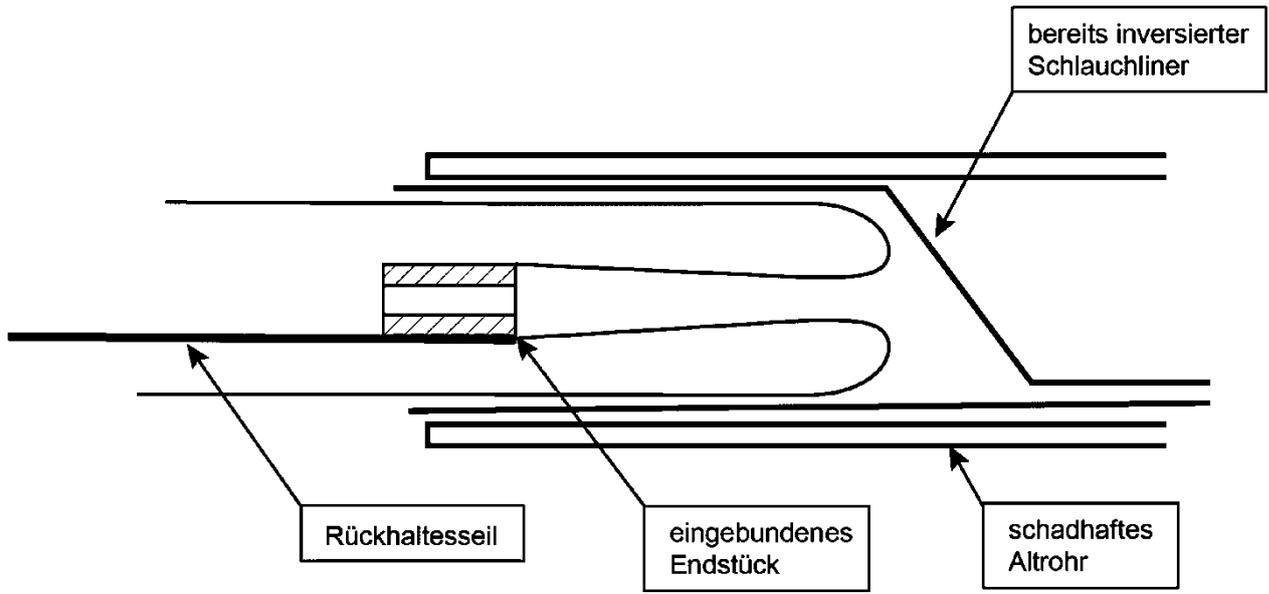
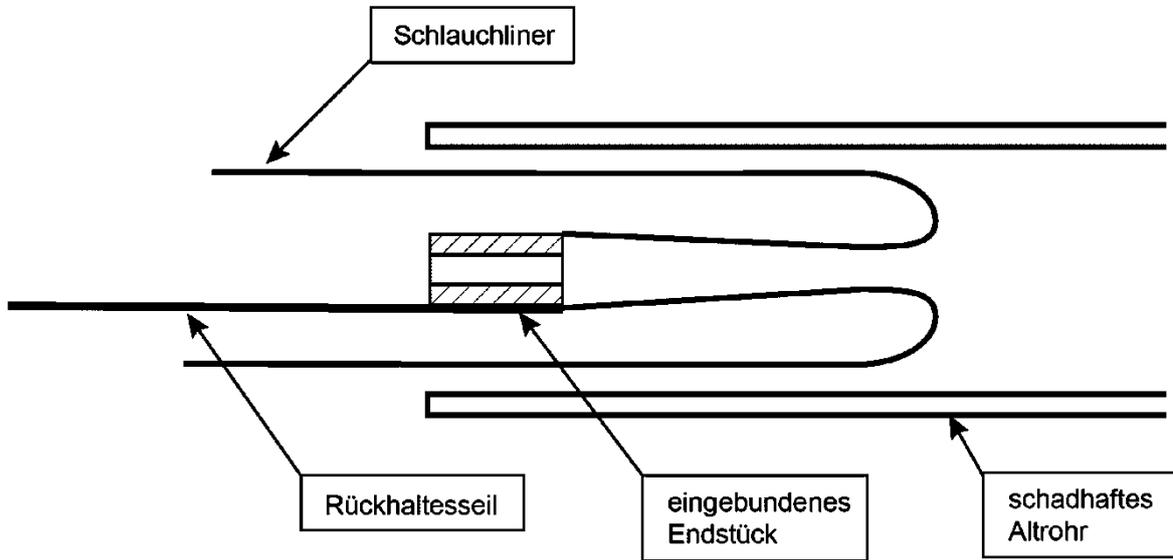
Inversieren Schlauchliner / Kalibrierschlauch mit Rückhalteseil



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 19

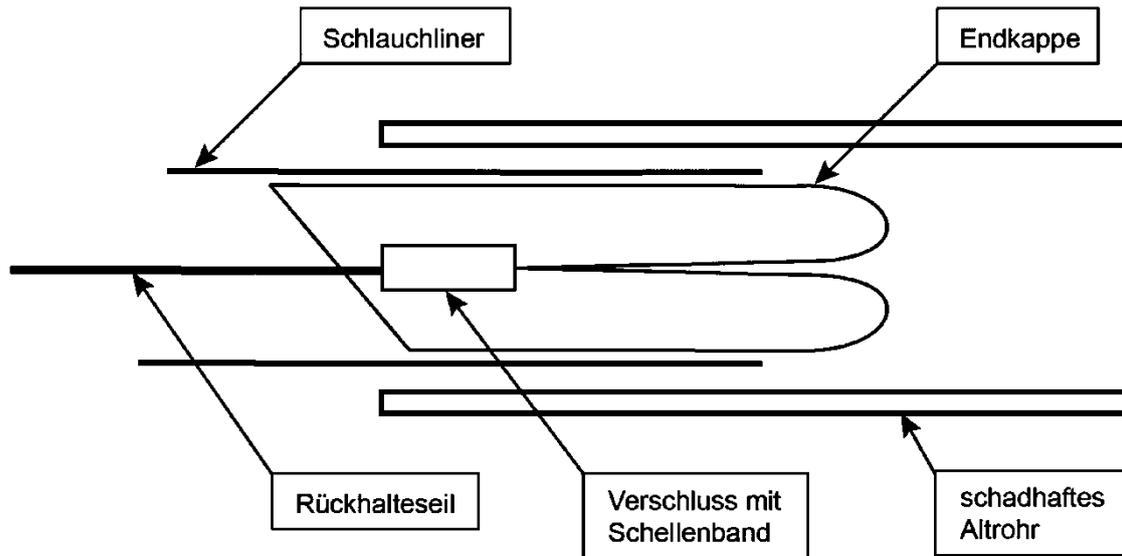
Inversieren Schlauchliner / Kalibrierschlauch für Warmhärten mit Zirkulationsschlauch



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 20

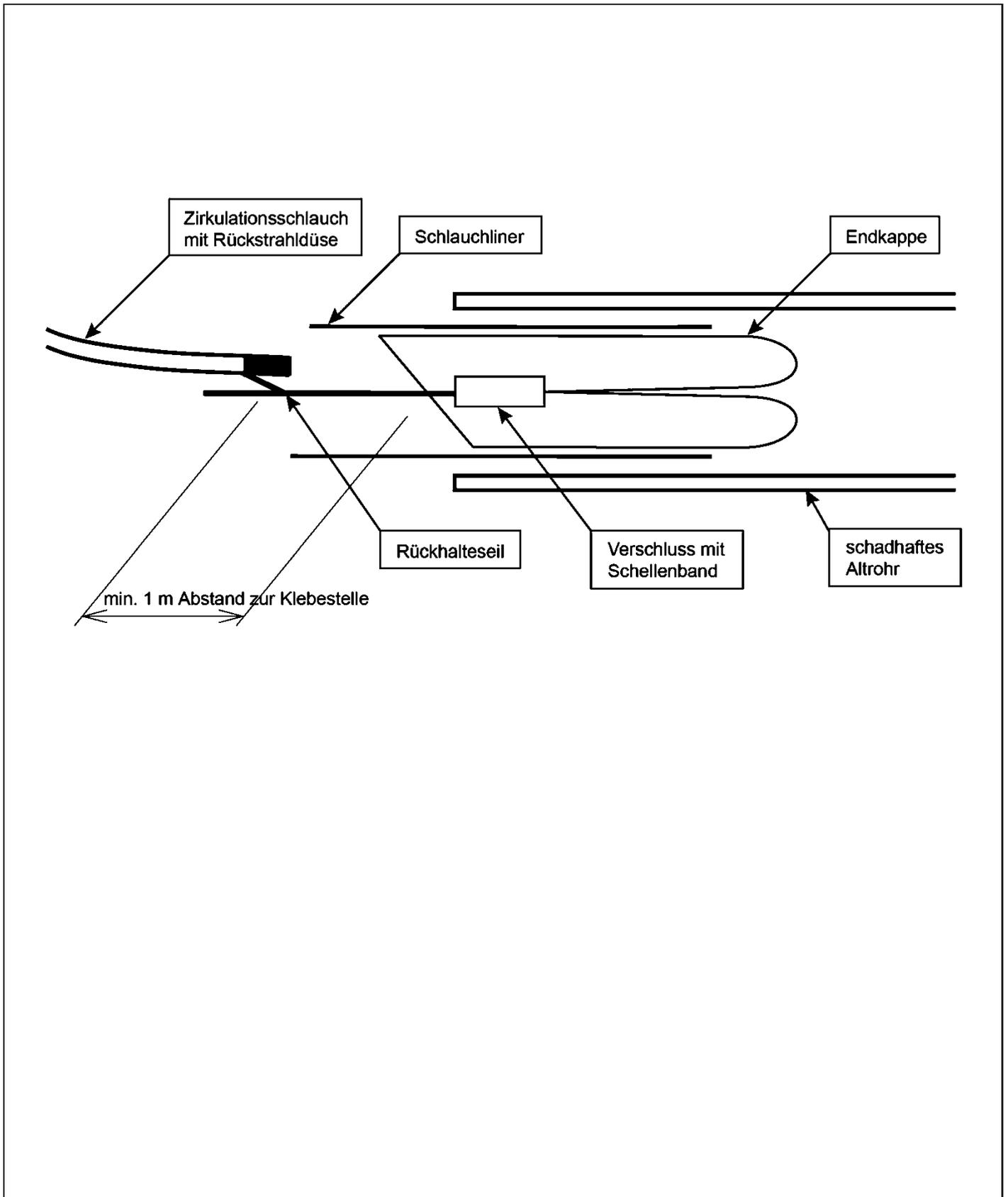
Inversieren Schlauchliner / Kalibrierschlauch für Dampfhärten mit Endstück



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 21

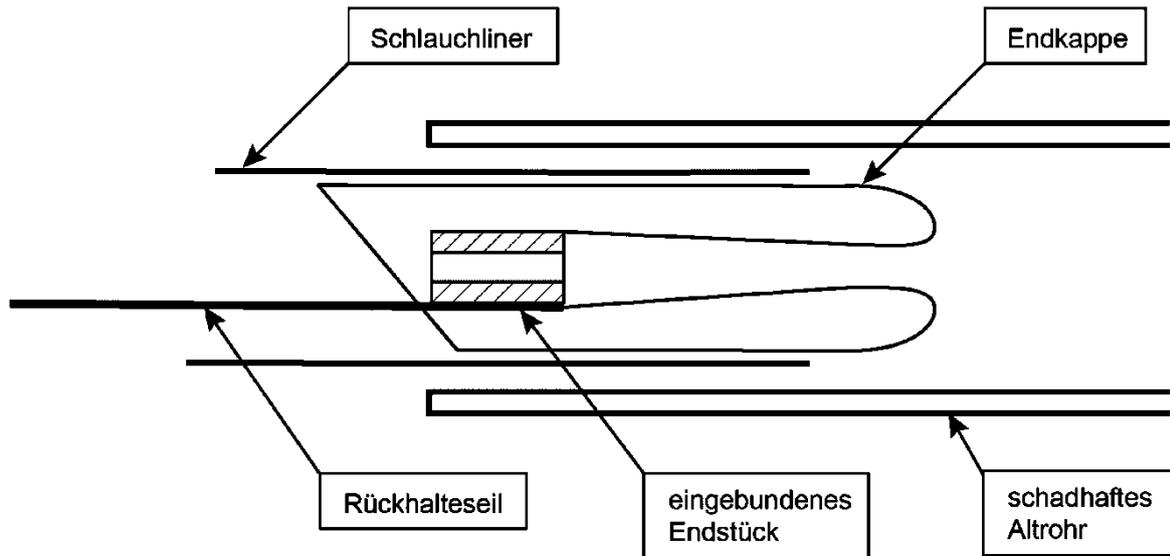
Inversieren Schlauchliner mit Endkappe und Rückhalteseil



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 22

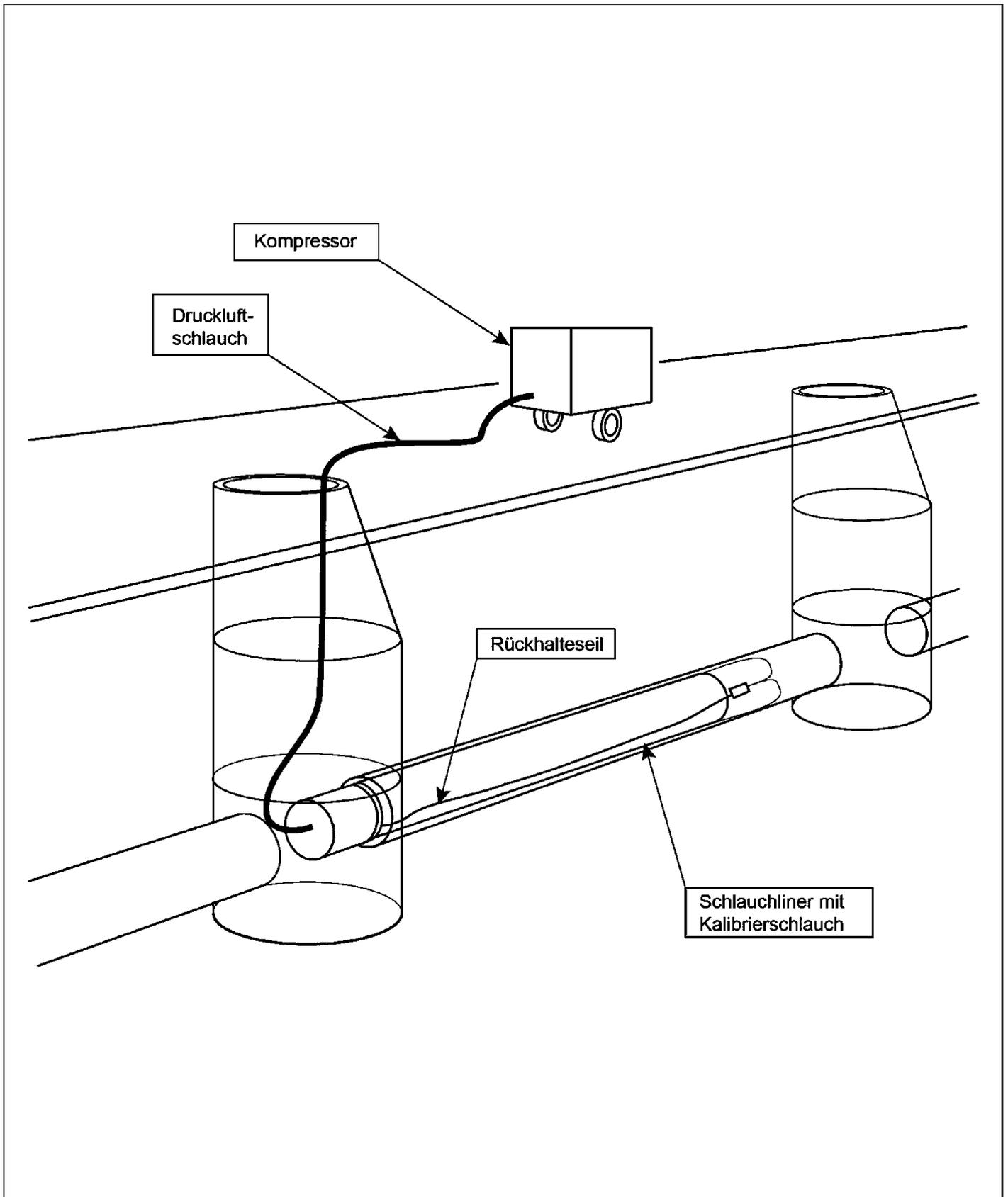
Inversieren Schlauchliner mit Endkappe und Zirkulationsschlauch



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 23

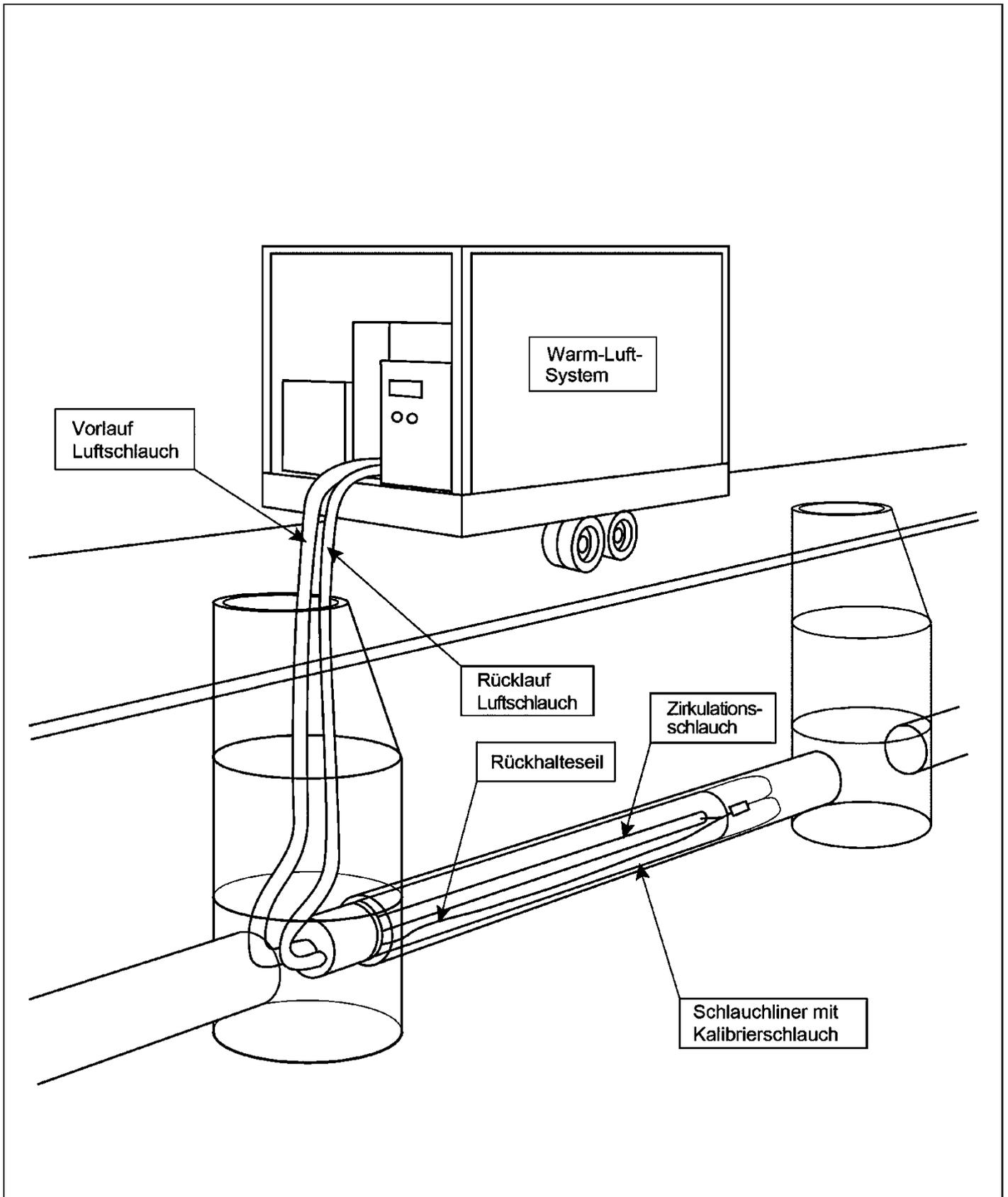
Inversieren Schlauchliner mit Endkappe und Endstück



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 24

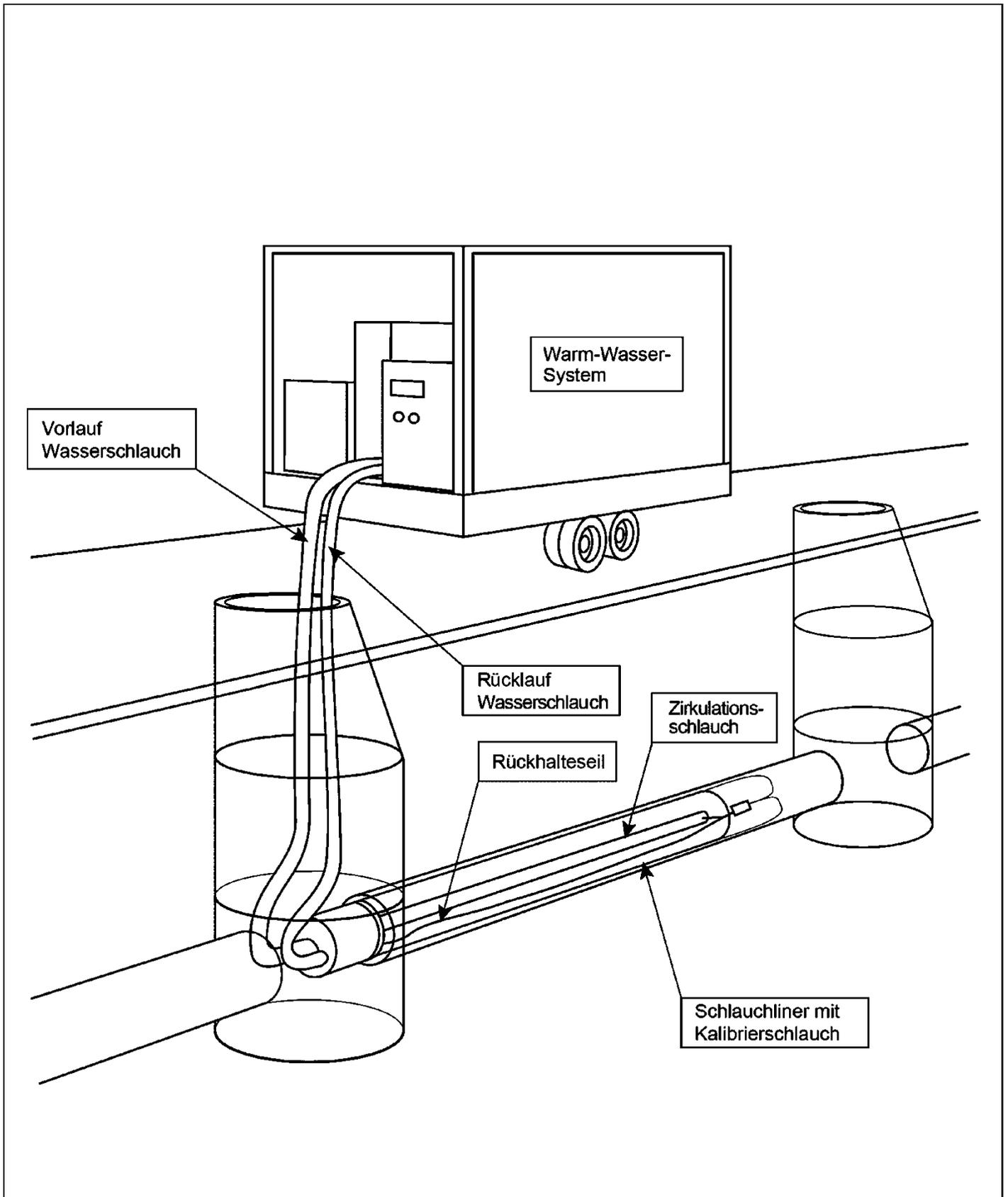
Kaltlufthärten



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 25

Warmfluthärten



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 26

Warmwasserhärten

**Protokoll Härtingsverlauf**

Sanierungsfahrzeug: \_\_\_\_\_ Baustellen-Nr.: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_  
 Bauvorhaben: \_\_\_\_\_  
 Auftraggeber: \_\_\_\_\_  
 Sanierungsnummer: \_\_\_\_\_ von Schacht: \_\_\_\_\_ zu Schacht: \_\_\_\_\_  
 Aussentemperatur: \_\_\_\_\_

**Wahl des Harzsystems:**

Harzsystem EP 50A / EP 50B

**Härtungsverlauf:**

Uhrzeit:	Vorlauf:	Rücklauf:	Messpunkt 1:	Messpunkt 2:
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C
_____	_____ °C	_____ °C	_____ °C	_____ °C

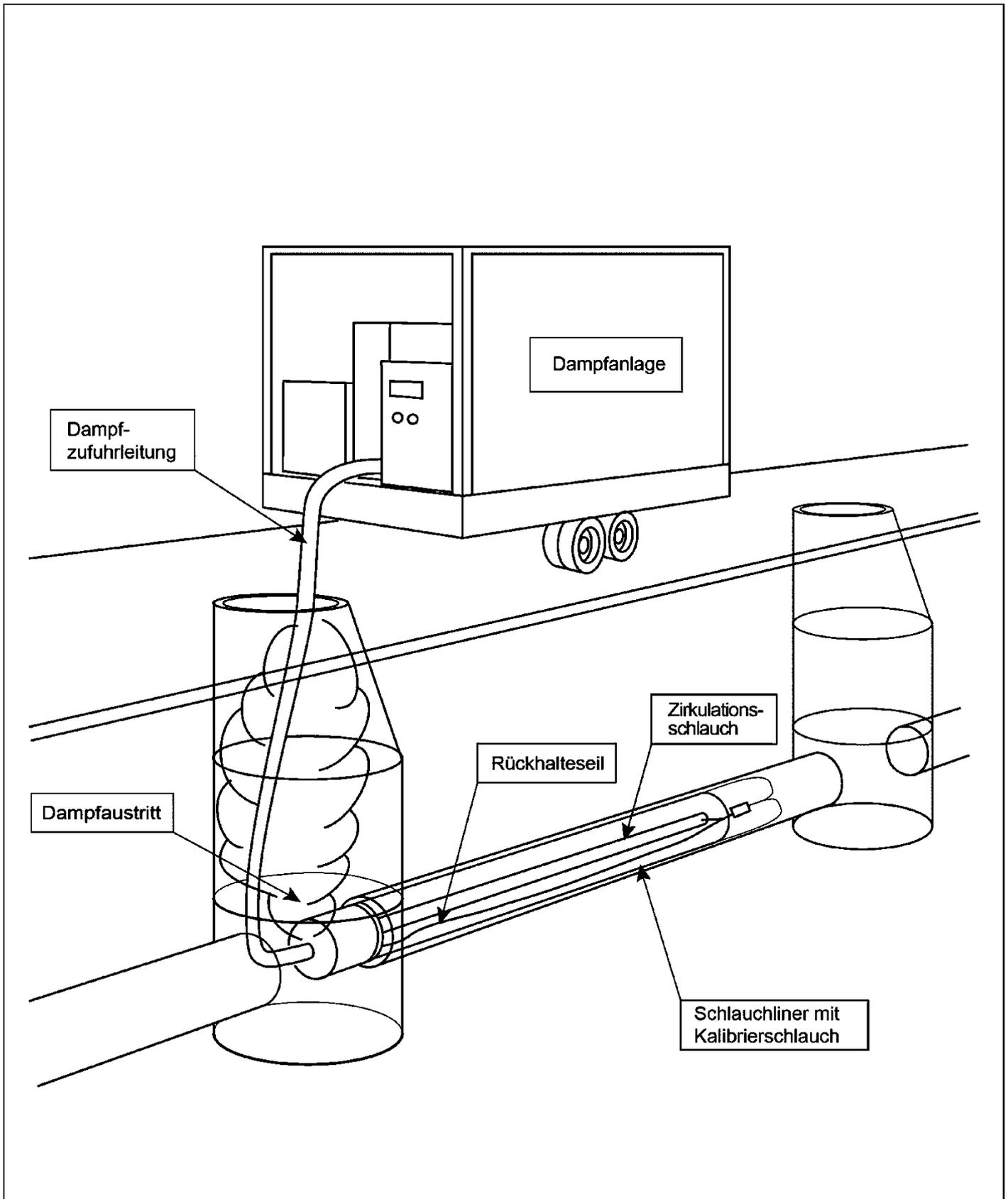
Bemerkung: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift verantwortlicher Bauführer/ Datum

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchliniern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Protokoll Härtingsverlauf

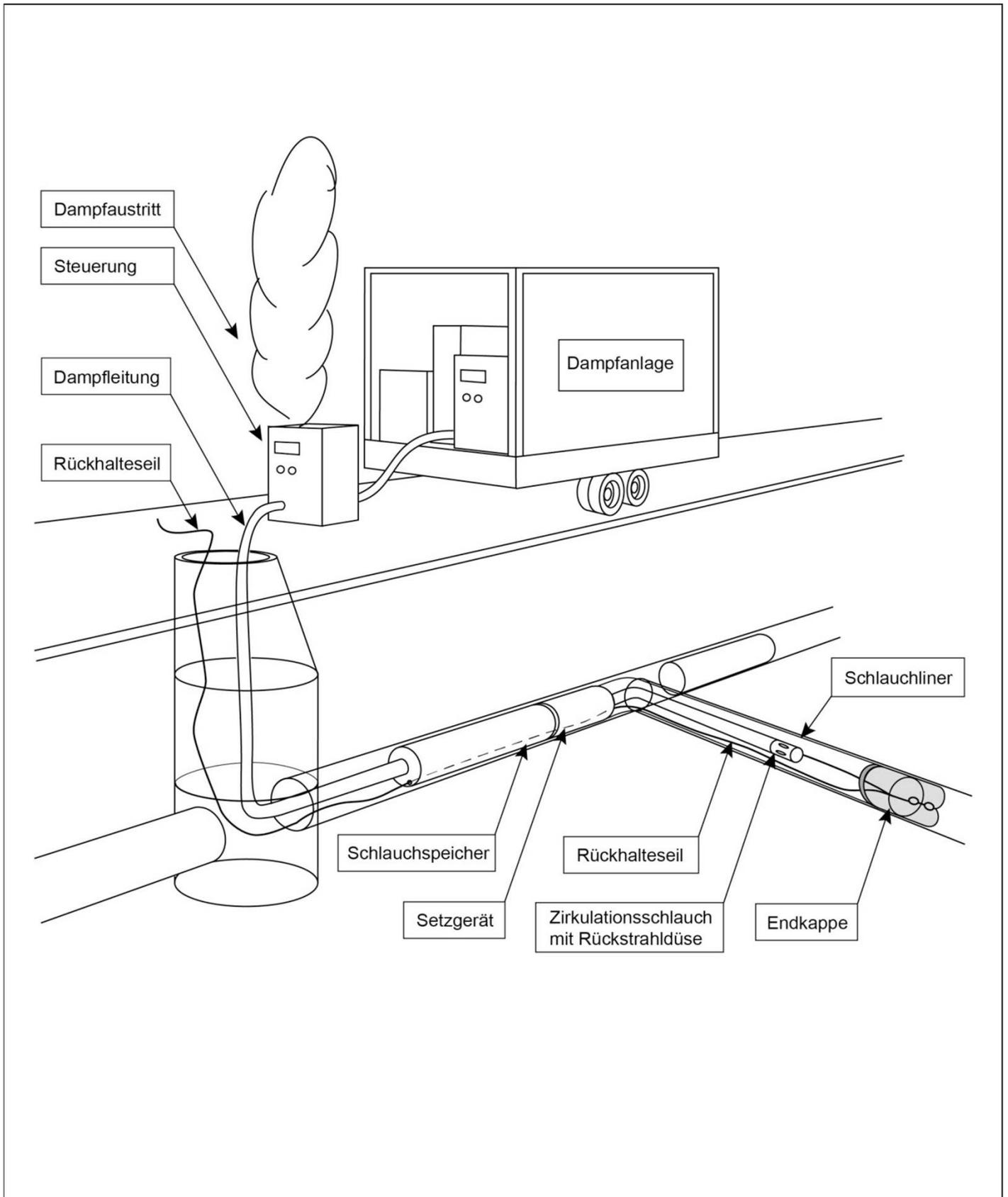
Anlage 27



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 28

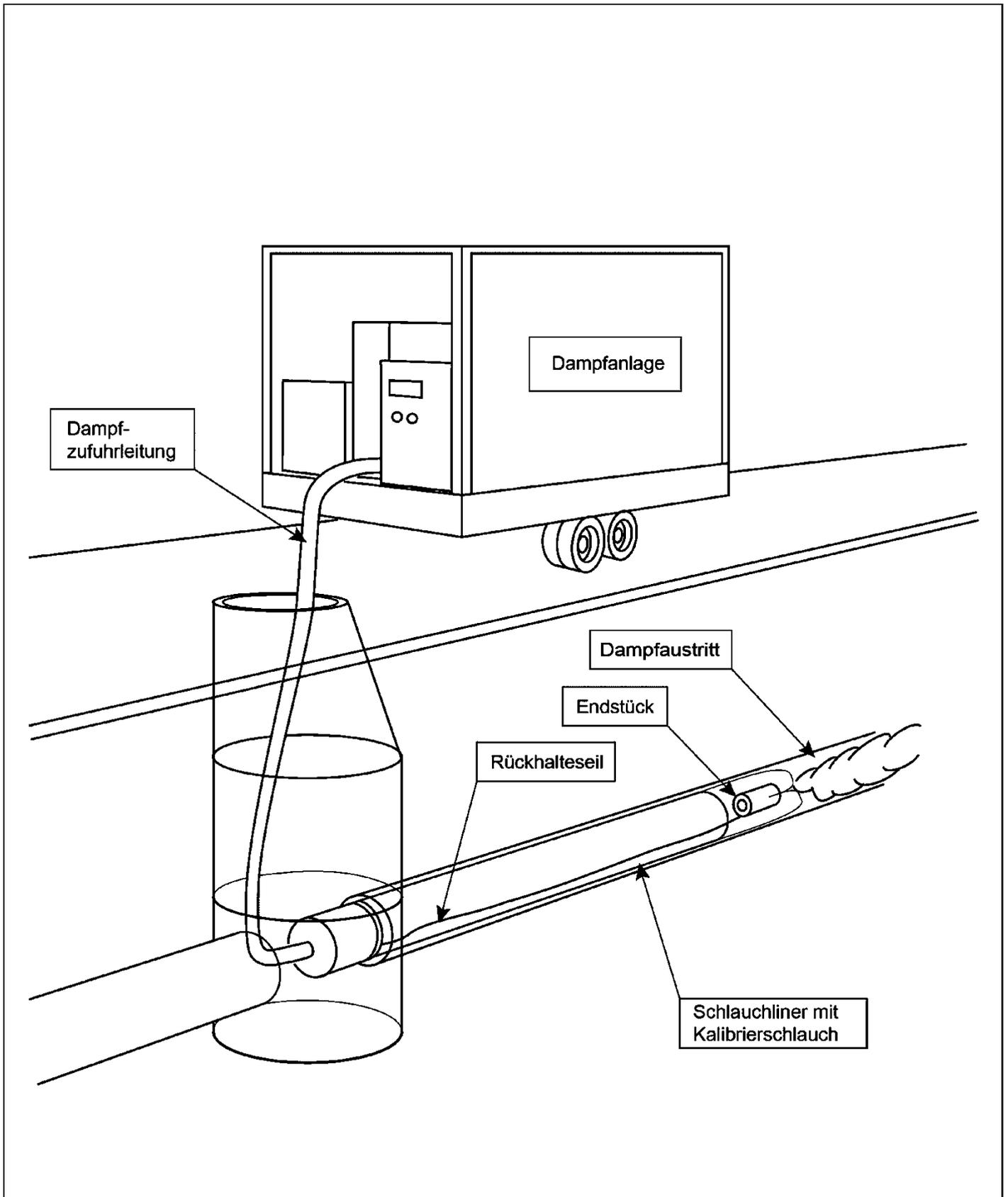
Dampfhärten: Open-End mit Zirkulationsschlauch



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 29

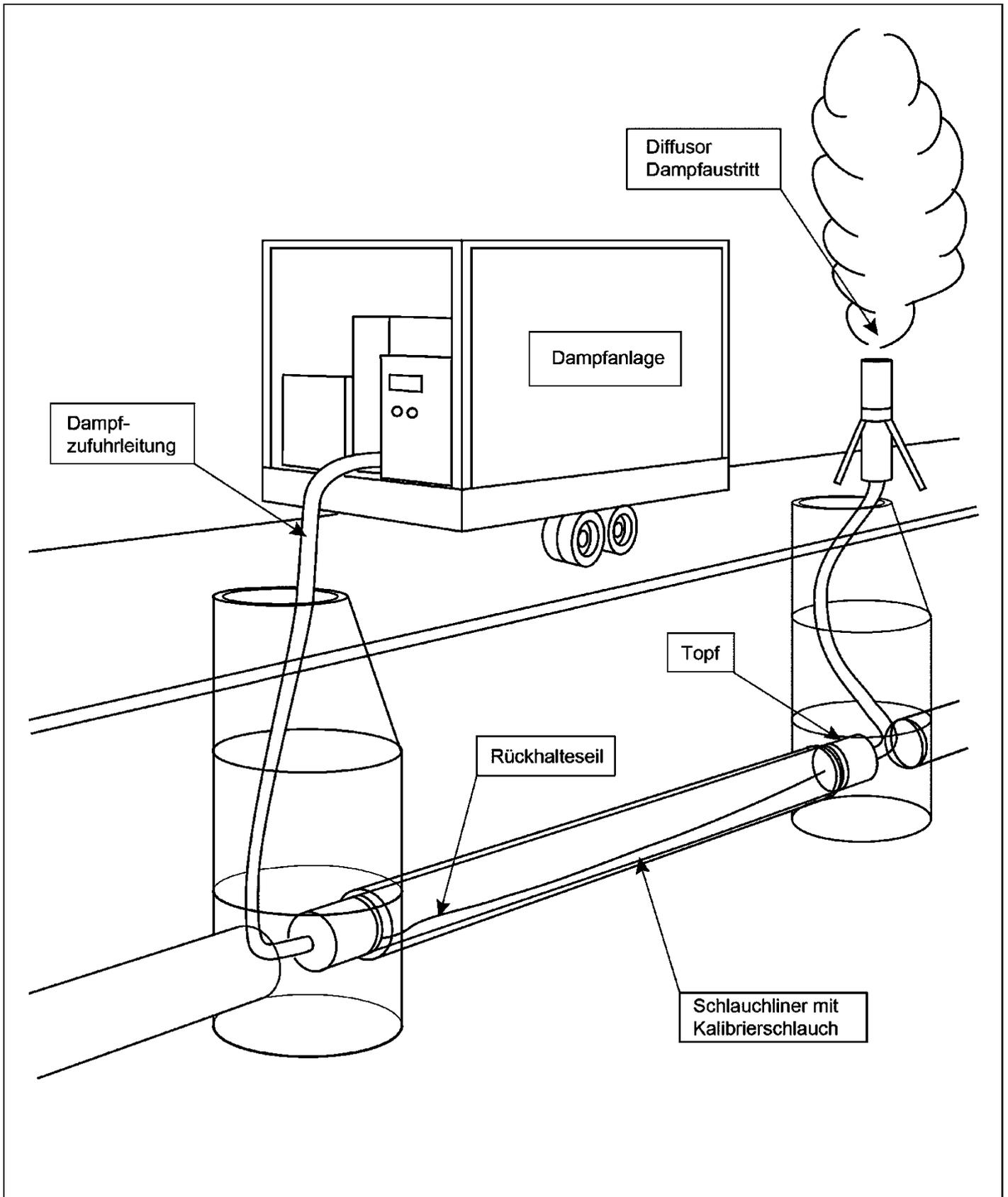
Dampfhärten im Seitenzulauf



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 30

Dampfhärten: Open-End mit Endstück

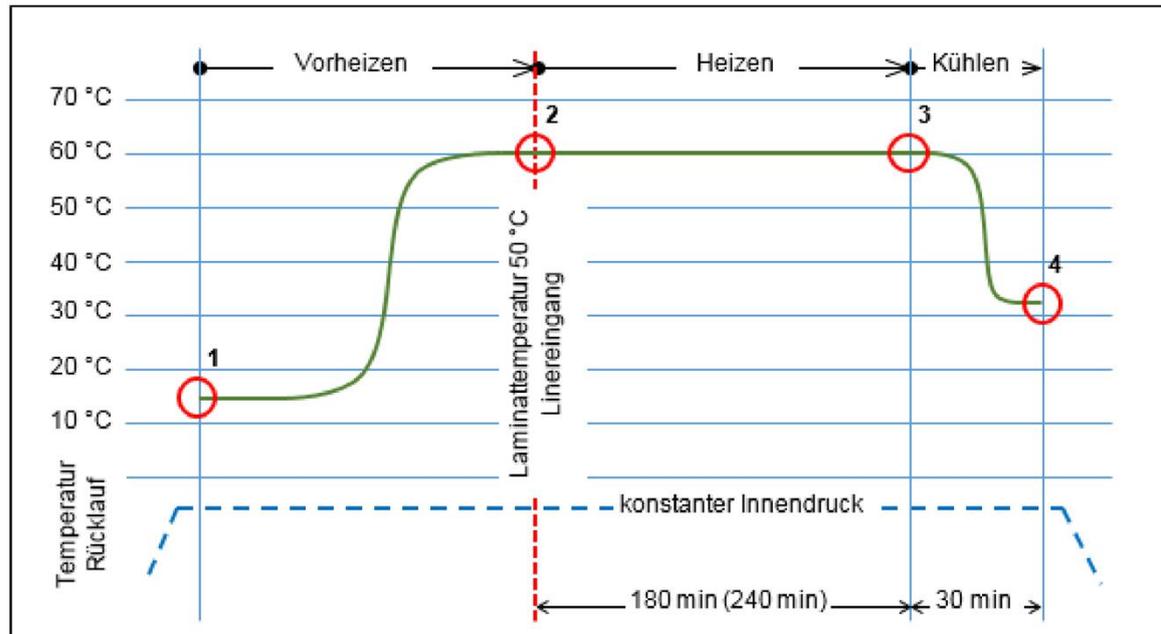


**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 31

Dampfhärten: Schacht – Schacht mit Diffusor

## Heizkurve Warmlufthärten EP 50



### Vorgaben für Heiz-Kühlprozess Warmlufthärten:

Nr. Phase	Temperatur Vorlauf	Temperatur Rücklauf	Dauer	Tätigkeit
1	Liner mit Luft mit 0.3 – 0.4 bar Innendruck aufgestellt: Start Warmlufthärtung			
Vorheizen	60 - 80 °C	60 °C		Luft im Liner aufheizen, dann Temperatur halten bis Laminattemperatur am Linereingang 50 °C erreicht hat.
2	Laminattemperatur 50 °C am Linerende, Start Heizphase			
Heizen	60 - 80 °C	60 °C	180 min	Temperatur halten. Zusätzlich 60 min bei Wasserinfiltration oder Wasseransammlung.
3	Ende Heizphasen, Start Kühlphase			
Kühlen			30 min	nur Kaltluft, ohne Luftheizung
4	Ende Warmlufthärtung, Druck im Liner abbauen			

### Hinweise:

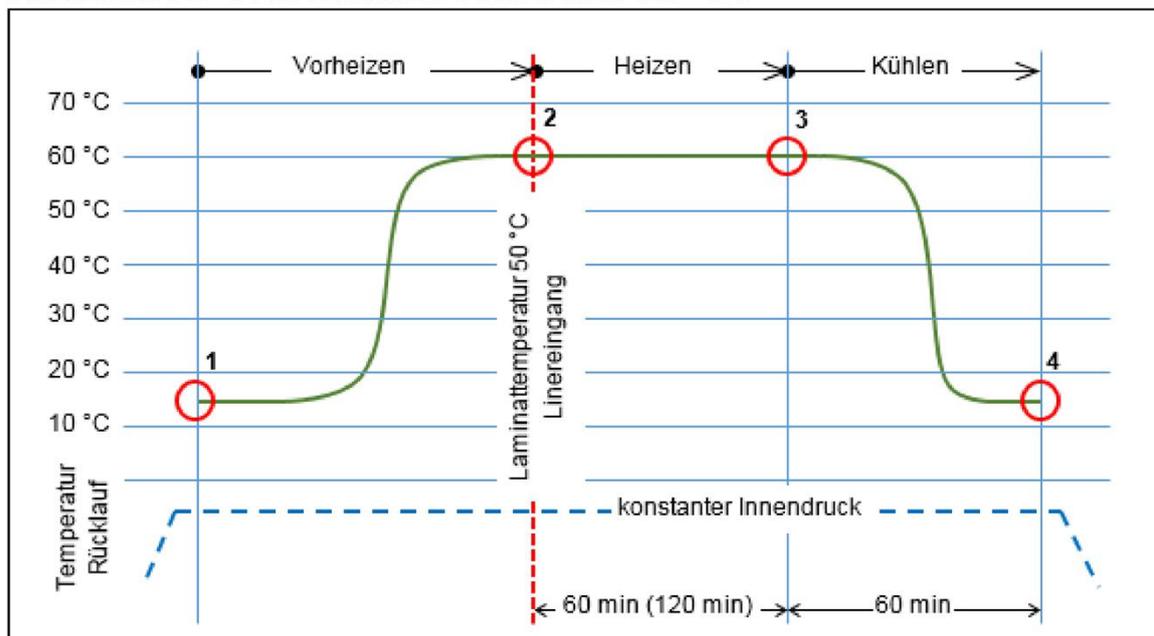
- Bei sehr kalten und nassen Bedingungen (Wasserinfiltration, Abzweiger): Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 50 % verlängern.
- Mit Kalibrierschlauch: je nach Kalibrierschlauchmaterial Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 60 min verlängern.
- Nur bedingt anwendbar bei Steinzeugrohr oder Betonrohr.
- Anwendbare Linerabmessungen: DN 100 – 150 ,mm, Länge 10 bis 15 m.

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 32

Heizkurve Warmlufthärten EP 50

## Heizkurve Warmwasserhärten EP 50



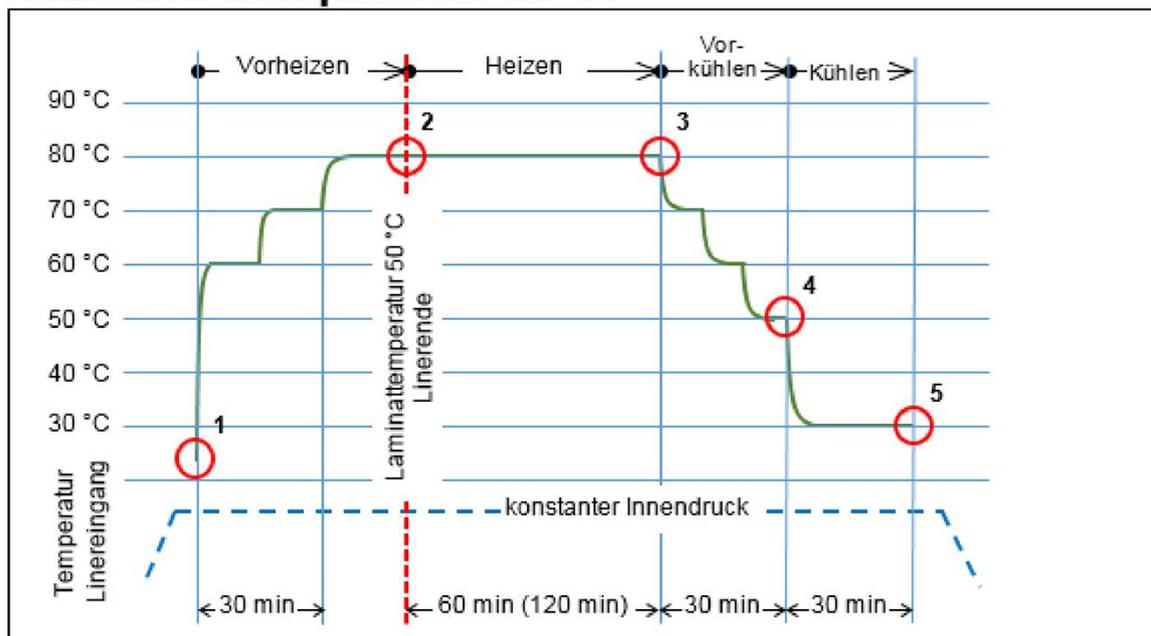
### Vorgaben für Heiz-Kühlprozess Warmwasserhärten:

Nr. Phase	Temperatur Vorlauf	Temperatur Rücklauf	Dauer	Tätigkeit
1	Liner mit Wasser mit 0.3 – 0.4 bar Innendruck aufgestellt: Start Warmwasserhärtung			
Vorheizen	80 °C	60 °C		Wasser im Liner aufheizen, dann Temperatur halten bis Laminattemperatur am Linereingang 50 °C erreicht hat.
2	Laminattemperatur 50 °C am Linerende, Start Heizphase			
Heizen	80 °C	60 °C	60 min	Temperatur halten. Zusätzlich 60 min bei Wasserinfiltration, Wasseransammlung, Steinzeugrohr oder Betonrohr.
3	Ende Heizphasen, Start Kühlphase			
Kühlen	ambient		60 min	nur Kaltwasser, ohne Wasserheizung
4	Ende Warmwasserhärtung, Druck im Liner abbauen			

### Hinweise:

- Bei sehr kalten und nassen Bedingungen (Wasserinfiltration, Abzweiger): Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 50 % verlängern.
- Mit Kalibrierschlauch: je nach Kalibrierschlauchmaterial Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 60 min verlängern.

## Heizkurve Dampfhärten EP 50



### Vorgaben für Heiz-Kühlprozess Dampfhärten:

Nr. Phase	Temperatur Linereingang	Dauer	Tätigkeit
1			Liner mit Druckluft mit 0.3 – 0.4 bar Innendruck aufgestellt: Start Dampfhärtung
Vorheizen	60 °C	15 min	Temperatur stufenweise erhöhen, dann Temperatur halten bis Laminattemperatur am Linerende 50 °C erreicht hat.
	70 °C	15 min	
	80 °C		
2			Laminattemperatur 50 °C am Linerende, Start Heizphase
Heizen	80 °C	60 min	Temperatur halten. Zusätzlich 60 min bei Wasserinfiltration, Wasseransammlung, Steinzeugrohr oder Betonrohr.
3			Ende Heizphasen, Start Vorkühlphase
Vorkühlen	70 °C	10 min	Temperatur stufenweise senken.
	60 °C	10 min	
	50 °C	10 min	
4			Start Kühlphase
Kühlen	30 °C	30 min	nur Druckluft, ohne Dampf
5			Ende Dampfhärtung, Druck im Liner abbauen

### Hinweise:

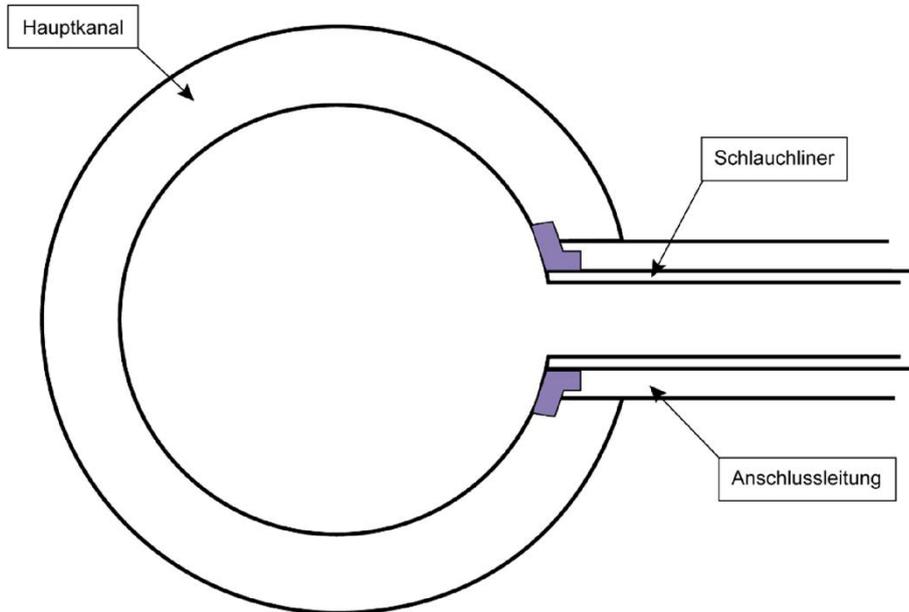
- Bei sehr kalten und nassen Bedingungen (Wasserinfiltration, Abzweiger): Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 50 % verlängern.
- Mit Kalibrierschlauch: je nach Kalibrierschlauchmaterial Dauer der Heizphase (2 -> 3) um 60 min verlängern.

Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400

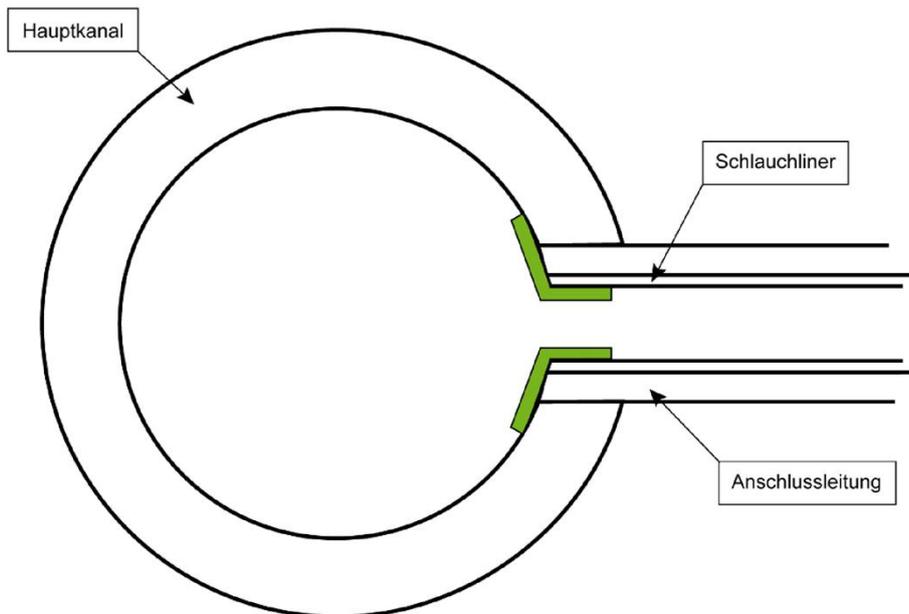
Anlage 34

Heizkurve Dampfhärten EP 50

Angleichen der Übergänge mittels Reaktionsharzspachtel oder Mörtelsystem, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung gültig ist.



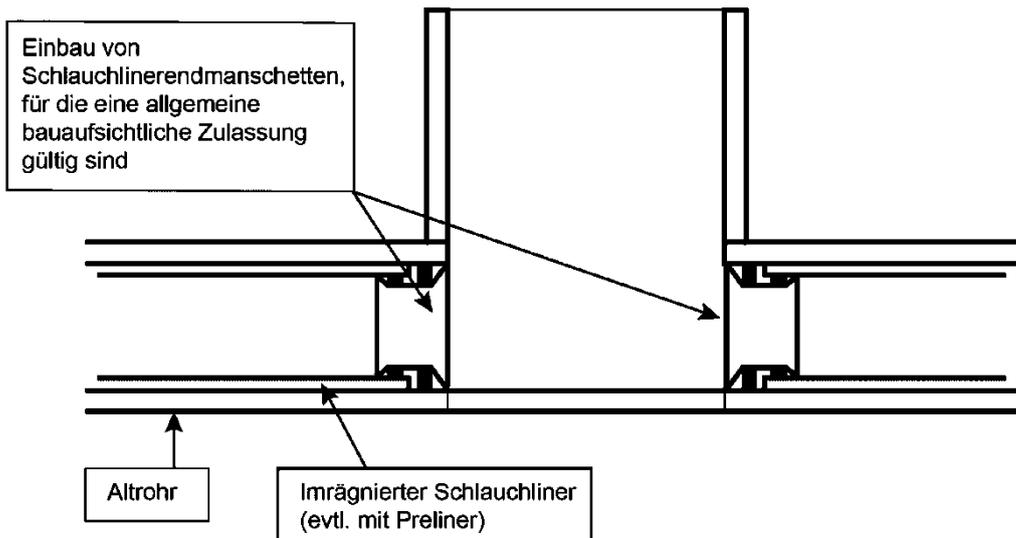
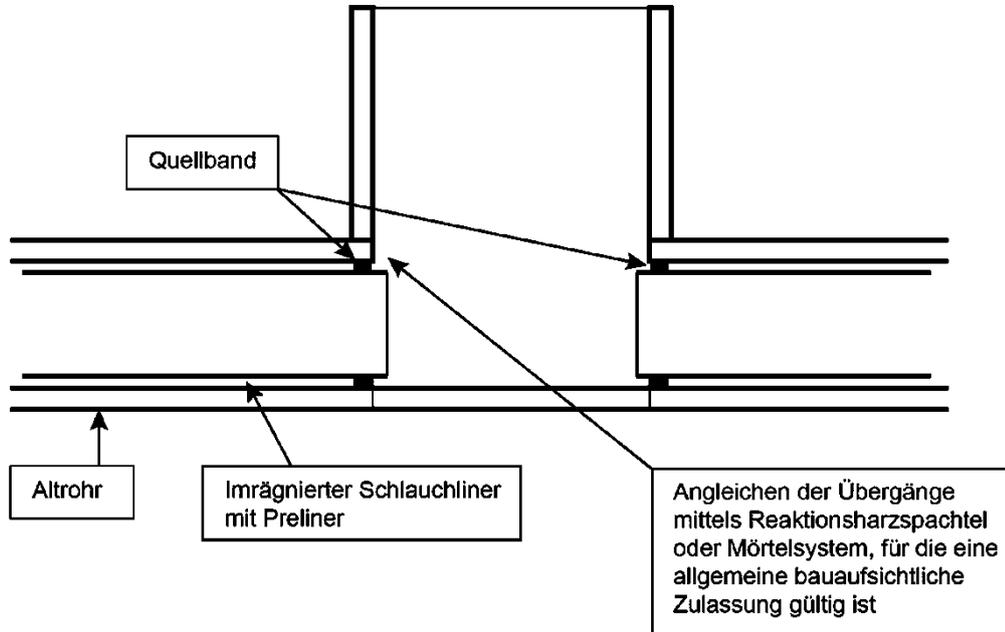
Hausanschlüsse werden entweder in offener Bauweise oder mittels Reparatur- bzw. Sanierungsverfahren wieder hergestellt, für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen gültig sind.



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 35

Anschluss Anschlussleitung an Hauptkanal



**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 36

Schachtanbindung mit Quellband / Schlauchlinerendmanschette



**Baustellenprotokoll Schlauchlining: Herstellung und Einbau**

2019\_08 V1.1

Auftrag			
Auftraggeber (AG):		Einbau Nr.:	
Kontaktperson:		Baustelle Nr.:	
Telefon:		Datum:	
Einsatzort:		Anlage Nr.:	
Bemerkungen:		Einsatzleiter:	
		Personal:	

Sanierungsobjekt			
Startpunkt, Anfang:		Profil Altrohr:	
Zielpunkt, Ende:		Material Altrohr:	
Durchmesser:	mm	Anzahl Bögen:	Stk.
Schachttiefe:	m	Anzahl Zuläufe:	Stk.
		Schadensart:	
		DN Altrohr:	mm
		Länge Altrohr:	m
		Gefälle:	m
		Nennweitenänd.:	mm   mm
		Strang Nr.:	
Grundwasser:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
		kalte Stellen:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Material			
Liner Typ:		Lagertemp. Soll:	°C
Charge Nr.:		Lagertemp. Ist:	°C
Nennweite, DN:	mm	Kalibrierschl. Typ:	
Wanddicke:	mm	Nennweite, DN:	mm
Länge:	m	Harz Typ:	
Längenzugabe:	m	Charge Nr.:	
		Härter Typ:	
		Charge Nr.:	
Liner-Ende:	<input type="checkbox"/> in Leitung <input type="checkbox"/> in Schacht <input type="checkbox"/> in Kanal <input type="checkbox"/> in Fließrichtung <input type="checkbox"/> gegen Fließricht		
	<input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> Statisch <input type="checkbox"/> Zirkulation <input type="checkbox"/> Endstück <input type="checkbox"/> Diffusor		
Stützschlauch:	<input type="checkbox"/> Anfang <input type="checkbox"/> Zwischenschach <input type="checkbox"/> Ende <input type="checkbox"/> Andere:		

Vorarbeiten			
Wetter:	<input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> sonnig <input type="checkbox"/> bewölkt <input type="checkbox"/> Regen <input type="checkbox"/> Schnee		
Temperatur:	°C		
Reinigung Leitung:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Hindernis beseitigt:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Inspektion vorher:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	beseitigt durch:	
Kalibrierung:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Abwasserfrei:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Inspektion danach:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	erreicht durch:	
Vorabdichtung:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Preliner Folie:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	<input type="checkbox"/> Epoxidharz <input type="checkbox"/> Kurzliner <input type="checkbox"/> Andere:	Quellband:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Tränken			
Topfzeit Soll (bei 20 °C):	min	Beginn Mischen Ist:	Uhr
Topfzeit Ist:	min	Beginn Formgeben Soll:	Uhr
Temperatur Harz vor Mischen Soll:	°C	Mischungsverh. Soll:	100 kg Harz : 17 kg Härter
Temperatur Harz vor Mischen Ist:	°C	Mischungsverh. Ist:	kg Harz : kg Härter
Temperatur Härter vor Mischen Soll:	°C	Menge Harzgemisch Soll:	kg
Temperatur Härter vor Mischen Ist:	°C	Menge Harzgemisch Ist:	kg
Temp Liner vor Soll:	°C	Harz Soll:	kg
Temp. Liner vor Ist:	°C	Harz Ist:	kg
		Härter Soll:	kg
		Härter Ist:	kg
Mischvorgang:	<input type="checkbox"/> manuell <input type="checkbox"/> Mischanlage	blasenfrei:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Mischzeit Soll:	min	Vakuum Soll:	bar
Mischzeit Ist:	min	Vakuum Ist:	bar
		Walzenabstand Soll:	mm
		Walzenabstand Ist:	mm

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 37



## 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 $p_p$ :	_____ 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. Ergebnis

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

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 39

Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610

**Probenbegleitschein**  
zur Materialprüfung Schlauchliner

**Erstprüfung**     **Wiederholungsprüfung**    zu Prüfbericht Nr.:

**Angaben zur Probenentnahme**

Überwachung durch (Name)	Probenentnahme		Bestätigung der Probenentnahme (ausführende Firma/Bauleitung)	
	Datum	Uhrzeit	Druckbuchstaben	Unterschrift

**Probenidentifikation**

Auftraggeber Materialprüfung			Material-ID			
Bauherr			Haltungsbezeichnung			
Bauvorhaben			Probenbezeichnung			
Ausführende Firma			Einbaudatum			
Hersteller (Liner)			Altrohrzustand			
Material	Harz	Träger	Entnahmestelle	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III
	<input type="checkbox"/> Kreis			Haltung	Endschacht	ZW-Schacht
Rohrgeometrie	<input type="checkbox"/> Kreis		Entnahmeposition	<input type="checkbox"/> Scheitel	<input type="checkbox"/> Kämpfer	<input type="checkbox"/> Sohle
	<input type="checkbox"/> Ei			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Geforderte Kurzzeiteigenschaften gemäß Auftraggeber**

Biege-E-Modul $E_f$ [MPa]		Umfangs-E-Modul $E_U$ [MPa]	
Biegespannung beim ersten Bruch $\sigma_{FB}$ [MPa]		Anfangs-Ringsteifigkeit $S_0$ [N/m <sup>2</sup> ]	
statisch tragende Wanddicke $h$ [mm]		max. Kriechneigung $K_{N24}$ [%]	
Abminderungsfaktor für dauernde Lasten $A_1$		Dichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	

**Prüfergebnisse (durchzuführende Prüfungen bitte ankreuzen!)**

Hinweis: 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

<b>Biege-E-Modul, Biegespannung</b> nach DIN EN ISO 178/DIN EN ISO 11296-4			<b>24h-Kriechneigung</b> in Anlehnung an DIN EN ISO 899-2		
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Er [MPa]	$\sigma_{is}$ [MPa]	h [mm]	<input type="checkbox"/> $K_{N24}$ [%]
			Prüfrichtung	<input type="radio"/> axial <input type="radio"/> radial	

<b>Umfangs-E-Modul, Anfangs-Ringsteifigkeit</b> nach DIN EN 1228			<b>24h-Kriechneigung</b> in Anlehnung an DIN EN 761		
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	$E_U$ [MPa]	$S_0$ [N/m <sup>2</sup> ]	h [mm]	<input type="checkbox"/> $K_{N24}$ [%]

<b>Wasserdichtheit</b> nach APS – Richtlinie				
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Prüfzeit [min]	Prüfdruck [bar]	Prüfergebnis
		30	0,5 ± 5%	<input type="radio"/> dicht <input type="radio"/> undicht

<b>Kalzinerungsverfahren</b> nach DIN EN ISO 1172					
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Harzanteil [%]	Rückstand gesamt [%]	Glasanteil [%]	Zuschlagstoff [%]

<b>Spektralanalyse</b> in Anlehnung an ASTM D5576 (FT-IR)			<b>Dichte</b> nach DIN EN ISO 1183-1		
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Harz	<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Dichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]

<b>Thermische Analyse</b> nach DIN EN ISO 11357-1/DIN 53765 (DSC-Messung)					
<input type="checkbox"/>	Prüfdatum	Glasübergangstemperatur $T_g$ [°C]		Enthalpie [J/g]	
		$T_{gH1}$	$\Delta T_g$	<input type="radio"/> exotherm	<input type="radio"/> endotherm
		$T_{gH2}$			

**Bewertung der Ergebnisse**

Anforderung	erfüllt	nicht erfüllt	Anforderung	erfüllt	nicht erfüllt
Biege-E-Modul	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Umfangs-E-Modul	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biegespannung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Anfangs-Ringsteifigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wanddicke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	24h-Kriechneigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wasserdichtheit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Dichte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bemerkung

Unterschrift Prüfer/Laborleiter

Proben-ID  
- Bitte freilassen -

**Bauprodukte und deren Verwendung zur Ausführung von Schlauchlinern mit der Bezeichnung „Metroliner System“ zur Sanierung von erdverlegten schadhafte Abwasserleitungen im Nennweitenbereich von DN 100 bis DN 400**

Anlage 40

Probenbegleitschein