

# Verfahrensanleitung

## Sanierungsverfahren BRAWOLINER®



Gültig ab: 01/2022

**Für künftige Verwendung bitte aufbewahren!**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.0.0</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>4</b>
<b>2.0.0</b>	<b>Sicherheit - Unfallverhütung</b> .....	<b>5</b>
2.1.0	Warnhinweise und besondere Angaben .....	5
2.2.0	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	6
2.3.0	Sachwidrige Verwendung .....	6
2.4.0	Gefahrenquellen – Unfallverhütung .....	7
2.4.1	Restgefahren .....	7
2.4.2	Persönliche Schutzausrüstung .....	10
2.4.3	Erste-Hilfe-Maßnahmen (Epoxidharz) .....	13
2.4.4	Sicherheitseinrichtungen .....	14
2.5.0	Arbeitsplatz und Tauglichkeit der Bediener .....	15
2.6.0	Lärmemission.....	15
<b>3.0.0</b>	<b>Einbauprozess - Verfahrensbeschreibung</b> .....	<b>16</b>
3.1.0	Einsatzgebiet .....	16
3.2.0	Kurzbeschreibung des BRAWOLINER® Inversionsverfahrens.....	16
3.3.0	Schematischer Ablaufplan .....	18
3.3.1	Sanierungsfall.....	19
3.3.2	Sanierungssystem .....	20
3.3.3	Preliner .....	21
3.3.4	Harztypen .....	22
3.3.5	Linertypen.....	24
3.3.6	Einbauvarianten.....	26
3.3.7	Erforderliches Einbauequipment.....	29
3.3.8	Härteverfahren.....	30
<b>4.0.0</b>	<b>Einbauprozess - Leitfaden</b> .....	<b>32</b>
4.1.0	Vorbereitung der zu sanierenden Leitung .....	33
4.2.0	Herstellen der Betriebsbereitschaft .....	34
4.3.0	Preliner invertieren .....	36
4.3.1	Inversion eines Preliners mit BRAWO® Inversionstrommel .....	36
4.3.2	Inversion eines Preliners mit BRAWO® Dreibein .....	38
4.4.0	Kalibrierschlauch ablängen, verschließen und für das Invertieren vorbereiten .....	39
4.5.0	BRAWOLINER® ablängen, verschließen und für die Imprägnierung vorbereiten .....	44
4.6.0	BRAWOLINER® imprägnieren .....	47
4.7.0	BRAWOLINER®- Ende verschließen .....	50
4.7.1	Geschlossenes Ende DN 50-70.....	50
4.7.2	Geschlossenes Ende DN 100-200.....	51

4.7.3	Geschlossenes Ende DN 200-300, DN 300-400 .....	53
4.7.4	Offenes Ende.....	55
4.7.5	BRAWO <sup>®</sup> Dampfhülse im BRAWOLINER <sup>®</sup> DN 50-70 und DN 100-25057	
4.8.0	BRAWOLINER <sup>®</sup> invertieren.....	59
4.8.1	Inversion des BRAWOLINER <sup>®</sup> mit BRAWO <sup>®</sup> Inversionstrommel .....	60
4.8.2	Inversion des BRAWOLINER <sup>®</sup> mittels BRAWO <sup>®</sup> Dreibein .....	66
4.9.0	Kalibrierschlauch invertieren .....	70
4.9.1	Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO <sup>®</sup> Inversionstrommel .....	70
4.9.2	Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO <sup>®</sup> Dreibein .....	74
4.10.0	Warmhärtung (Wasser).....	77
4.11.0	Warmhärtung (Dampf) .....	85
<b>5.0.0</b>	<b>Wartung und Instandhaltung.....</b>	<b>93</b>
<b>6.0.0</b>	<b>Störungshilfe .....</b>	<b>94</b>
<b>7.0.0</b>	<b>Wissenswertes über Reaktionsharze .....</b>	<b>95</b>
7.1.0	Was sind Reaktionsharze? .....	95
7.2.0	Einfluss der Temperatur auf die Topfzeit .....	95
7.3.0	Verarbeitungshinweise.....	96
7.4.0	Einfluss der Härtetemperatur auf die Harzeigenschaften.....	98
7.5.0	Harzverbrauch BRAWOLINER <sup>®</sup> .....	99
<b>8.0.0</b>	<b>Einbauprotokoll.....</b>	<b>101</b>

## 1.0.0 Einführung

Diese Verfahrensanweisung und die Betriebs- und Wartungsanleitungen der verwendeten Maschinen und Geräte müssen den Bedienern/Wartungspersonal jederzeit zur Verfügung stehen. Sie enthalten wichtige Hinweise um das Inversionsverfahren **sicher** und **sachgerecht** durchzuführen.

Die Ziele dieser Verfahrensanweisung sind:

- das Inversionsverfahren kennenzulernen,
- das Inversionszubehör bestimmungsgemäß zu verwenden,
- den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** sachgerecht einzubauen.

Ihre Beachtung ist die Gewähr für:

- die Sicherheit des Bedienungspersonals,
- die Vermeidung von Gefahrenzuständen (Arbeitsunfällen),
- den einwandfreien Betrieb des Inversionszubehörs.

Für Schäden und Betriebsstörungen, die sich aus der Nichtbeachtung dieser Verfahrensanweisung ergeben, übernimmt **BRAWO SYSTEMS GmbH** keine Haftung.

## 2.0.0 Sicherheit - Unfallverhütung

### 2.1.0 Warnhinweise und besondere Angaben

In der Verfahrensanweisung werden die folgenden Benennungen für Sicherheitshinweise und Angaben verwendet:

#### **GEFAHR!**



Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Bei Nichtbeachten des Hinweises drohen Tod oder schwerste Verletzungen.

#### **WARNUNG!**



Bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation. Bei Nichtbeachten des Hinweises können schwere Verletzungen die Folge sein.

#### **VORSICHT!**



Bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation. Bei Nichtbeachten des Hinweises können leichte Verletzungen die Folge sein.

#### **ACHTUNG!**



Besondere Ge- und Verbote zur Schadensverhütung.



Besondere Angaben hinsichtlich der wirtschaftlichen Verwendung sowie wichtige Zusatzinformationen.

## 2.2.0 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Die BRAWO® Inversionstrommel/ BRAWO® Dreibein ist ausschließlich für das Inversieren der **BRAWOLINER®** mit einer Nennweite (unaufgedehnt) von DN 50 (2 Inch) bis DN 300 (12 Inch) konzipiert. Eine andere oder darüber hinaus gehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß! Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller/Lieferer nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.
- Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehören auch die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsbedingungen sowie die Beachtung der in dieser Verfahrensanweisung aufgeführten Sicherheitshinweise.
- Das Inversionsverfahren darf nur von hierfür geschulten und beauftragten Personen angewandt und das Equipment nur von diesen Personen bedient, gewartet und instand gesetzt werden.
- Defekte Teile stets durch Originalzubehör der Firma **BRAWO SYSTEMS GmbH** ersetzen. Nur so ist der einwandfreie Betrieb der Maschine/Anlage gewährleistet.

### ACHTUNG!



**Bei Fehlbedienung oder Missbrauch drohen Gefahren für:**

- **Leib und Leben**
- **Sachwerte**
- **Die effiziente Arbeit der Maschine**

## 2.3.0 Sachwidrige Verwendung

Es ist keine sachwidrige Verwendung bekannt.

## 2.4.0 Gefahrenquellen – Unfallverhütung

### 2.4.1 Restgefahren

Die beim Inversionsverfahren verwendeten Maschinen und Geräte sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Die Beachtung der einschlägigen Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften wird vorausgesetzt.

Dennoch bestehen folgende Restgefahren beim Umgang mit:

- **BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel**

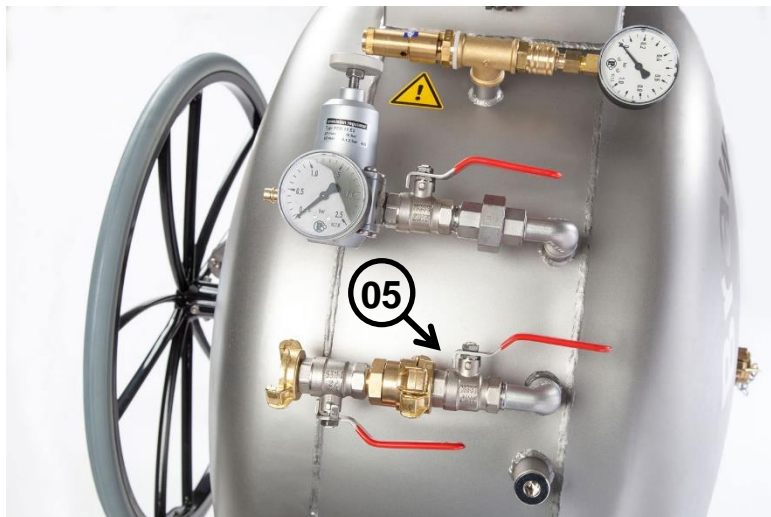
### VORSICHT!



#### QUETSCHGEFAHR!

Im Bereich des Handrades Schutzhand-  
schuhe nutzen.

In Notfallsituationen Druck ablassen:  
Kugelventil "Druck ablassen" Pos. 05  
öffnen – der Systemdruck entweicht.



- BRAWO<sup>®</sup> Dreibein

## GEFAHR!



- **VERBRÜHUNGSGEFAHR!**  
durch heißes Wasser
- **KIPPGEFAHR!**  
Stets für sicheren Stand des BRAWO<sup>®</sup> Dreibein sorgen.
- **ABSTURZGEFAHR!**  
bei Arbeiten auf Gerüsten und Leitern

- Epoxidharz

## GEFAHR!



GHS 05



GHS 07



GHS 08



GHS 09

- *Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.*
  - *Verursacht Hautreizungen.*
  - *Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.*
  - *Verursacht schwere Augenreizung.*
  - *Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.*
  - *Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.*
  - *Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.*
- ⇒ **Schutzhandschuhe/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.**
- ⇒ **Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen.**
- ⇒ **Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.**
- ⇒ **Freisetzung in die Umwelt vermeiden.**





- ⇒ Für eine gute Belüftung während des Mischens sorgen.
- ⇒ Aktuelle Sicherheitsdatenblätter beachten.

- **BRAWO<sup>®</sup> HotBox**

## **GEFAHR!**



- **VERGIFTUNGSGEFAHR DURCH ABGASE!**  
Die BRAWO<sup>®</sup> HotBox im Freien aufstellen oder für eine entsprechende Abführung der Abgase ins Freie sorgen.
- **FEUERGEFAHR!**  
Niemals den Abgas-Kamin abdecken.

## **VORSICHT!**



**VERBRENNUNGSGEFAHR!**  
durch heiße Teile.

- **BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit**

## **GEFAHR!**



- **VERGIFTUNGSGEFAHR DURCH ABGASE!**  
Die BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit im Freien aufstellen oder für eine entsprechende Abführung der Abgase ins Freie sorgen.
- **FEUERGEFAHR!**  
Heiße Teile nicht abdecken, niemals den Abgas-Kamin abdecken.

**WARNUNG!**



- **VERBRÜHUNGSGEFAHR!**  
durch heißes Wasser oder Dampf.

**VORSICHT!**



- **VERBRENNUNGSGEFAHR!**  
durch heiße Teile.  
Der Aufenthalt im Schacht während der Installation und Härtung des Liners ist grundsätzlich zu vermeiden. Besonders bei Warmhärtung besteht im Falle eines Berstens die Gefahr von Verletzungen, insbesondere Verbrühungen.

**WARNUNG!**



**2.4.2 Persönliche Schutzausrüstung**

Beim Umgang mit:

- **BRAWO**® Inversionstrommel

**ACHTUNG!**



**QUETSCHGEFAHR!**  
Schutzhandschuhe benutzen.

- Epoxidharz

## ACHTUNG!



### ÄTZWIRKUNG / GESUNDHEITSGEFAHR!

- Gesichtsschutz
- oder dicht schließende Schutzbrille
- passende Schutzkleidung, z.B. chemikalienbeständiger Schutzanzug
- Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe nach EN 374 geprüft, z.B. aus Nitrilkautschuk benutzen.
- Filtermaske Typ A tragen, basierend auf der Gefahr und dem Risiko einer Exposition.
- Aktuelles Sicherheitsdatenblatt beachten.

- Kolbenkompressor

## ACHTUNG!



### HOHER LÄRMPEGEL!

Schwere Gehörschäden möglich. Gehörschutz tragen.

- **BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit**

## **ACHTUNG!**



**VERBRENNUNGS- UND VERBRÜHUNGS-  
GEFAHR!**

- **Gesichtsschutz**
- **oder dicht schließende Schutzbrille**
- **Schutzhandschuhe benutzen**

## 2.4.3 Erste-Hilfe-Maßnahmen (Epoxidharz)

- **Allgemeine Hinweise:**

**Epoxidharze können Verätzungen sowie Hautallergien verursachen. Hautkontakt ist daher unbedingt zu vermeiden.**

Mit Produkt verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen. Vergiftungssymptome können erst nach vielen Stunden auftreten, deshalb ärztliche Überwachung mindestens 48 Stunden nach einem Unfall.

- **Nach Einatmen:**

Reichlich Frischluftzufuhr und sicherheitshalber Arzt aufsuchen. Bei Bewusstlosigkeit Lagerung und Transport in stabiler Seitenlage.

- **Nach Hautkontakt:**

Sofort mit Wasser und Seife abwaschen und gut nachspülen. Zur Hautreinigung keine Verdünnungs- bzw. Lösungsmittel verwenden. Bei großflächigem Hautkontakt, Hautrötungen oder Juckreiz Arzt aufsuchen.

- **Nach Augenkontakt:**

Sofort Arzt aufsuchen. Augen bei geöffnetem Lidspalt unter fließendem Wasser spülen.

- **Nach Verschlucken:**

Sofort Arzt aufsuchen. Mund mit Wasser ausspülen. Reichlich Wasser nachtrinken und für Frischluftzufuhr sorgen.

Weiteres siehe BG-Praxisleitfaden für den Umgang mit Epoxidharzen und Sicherheitsdatenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.

**In dringenden Fällen kontaktieren Sie das Giftinformationszentrum der Universitätsklinik Mainz:**



**Giftnotruf**

**(+49) 6131 19240**

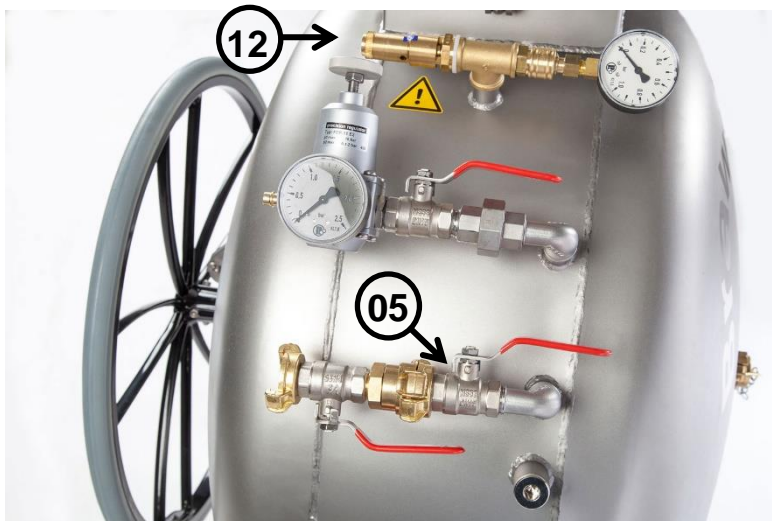
## 2.4.4 Sicherheitseinrichtungen

### ACHTUNG!



- Der Betrieb ohne intakte Sicherheitseinrichtungen ist unzulässig.
- Sicherheitseinrichtungen dürfen nicht außer Betrieb gesetzt oder verändert werden.
- Der Betrieb der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel mit technischen Mängeln ist verboten.
- Vor den Wartungs-, Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten den Druck ablassen und alle Zusatzgeräte von der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel trennen.

An der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel ist als Sicherheitseinrichtung ein Sicherheitsventil (Pos. 12) montiert. Dieses öffnet ab 0,9 bar. In Notfallsituationen Druck ablassen: Kugelventil "Druck ablassen" Pos. 05 öffnen – der Systemdruck entweicht.



## 2.5.0 Arbeitsplatz und Tauglichkeit der Bediener

Die Arbeitsplätze der Bediener sind in den jeweiligen Betriebsanleitungen der verschiedenen Maschinen und Geräte definiert.

Der Betreiber ist verantwortlich für den Einsatz von Bedienpersonal, die durch die Firma **BRAWO SYSTEMS GmbH** mit dem **BRAWOLINER®**, den zum Einsatz kommenden Materialien und dem zugehörigen Einbauequipment vertraut gemacht wurden. Die Unterweisung wird durch ein Zertifikat bestätigt und wird jedem Teilnehmer persönlich ausgehändigt. Nur dieses speziell geschulte Personal darf beim Inversionsverfahren eingesetzt werden.

## 2.6.0 Lärmemission

Die A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegel der BRAWO® Inversionstrommel, der BRAWO® Imprägnieranlage, Vakuumpumpe, BRAWO® HotBox, BRAWO® SteamUnit und Zirkulationspumpe liegen unter 70 dB(A).

Beim Einsatz eines Kolbenkompressors können Werte von über 85 dB(A) erreicht werden. Den Kolbenkompressor im Freien aufstellen. Muss der Kolbenkompressor baustellenbedingt in der Nähe des Bedienpersonals aufgestellt werden, müssen die Bediener einen Gehörschutz tragen.

Beim Ausströmen von gasförmigen Medien aus Öffnungen können auch hier Werte von über 85 dB(A) erreicht werden. Bedienpersonal im unmittelbaren Umfeld muss einen Gehörschutz tragen.

### ACHTUNG!



**HOHER LÄRMPEGEL!**

**Schwere Gehörschäden möglich.  
Gehörschutz benutzen.**

## 3.0.0 Einbauprozess - Verfahrensbeschreibung

Dieses Kapitel dient der allgemeinen Information über das **BRAWOLINER<sup>®</sup>**-Sanierungsverfahren und soll dem Anwender notwendiges Hintergrundwissen vermitteln.

### 3.1.0 Einsatzgebiet

Das **BRAWOLINER<sup>®</sup>** System deckt die grabenlose Sanierung von Hausanschlussleitungen, sowie die aufbruchlose Sanierung von Fall- und Anschlussleitungen innerhalb von Gebäuden, ab. Kanäle und Rohrleitungen in den Dimensionen von DN 50 bis DN 400, auch mit Bögen und Dimensionsänderungen, können saniert werden.

### 3.2.0 Kurzbeschreibung des BRAWOLINER<sup>®</sup> Inversionsverfahrens

Das Einbauverfahren ist vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassen.

**DIBt-Zulassungsnr.: Z-42.3-362 (DN100 - DN400)**

**(Sanierung von erdverlegten schadhaften  
Abwasserleitungen)**

**DIBt-Zulassungsnr.: Z-42.3-499 (DN50 - DN200)**

**(Sanierung von schadhaften Schmutzwasser-, Regenfall-  
und Sammelleitungen innerhalb von Gebäuden)**

Vor dem Inversieren müssen die schadhaften Rohrleitungen entsprechend vorbereitet werden (säubern etc.). Der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird mit Epoxidharz getränkt. Mit der BRAWO<sup>®</sup> Imprägnieranlage wird das Harz gleichmäßig über die ganze Schlauchlänge verteilt.

- **Einbau mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel (Druckluft)**

Der vorbehandelte **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird in die BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel eingebracht und mittels Druckluft in das schadhafte Rohr inversiert.



- **Einbau mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein (Wasserschwerkraft)**

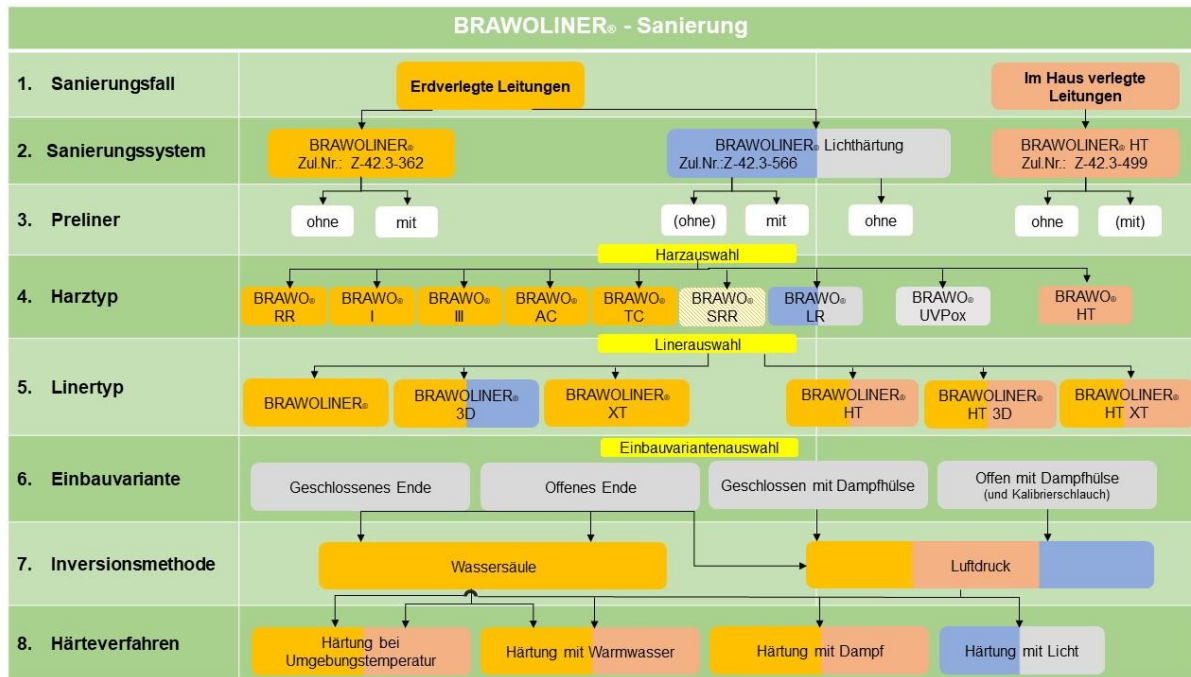
Der vorbehandelte **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird in das BRAWO<sup>®</sup> Dreibein eingebracht und mittels hydrostatischen Drucks in das schadhafte Rohr inversiert.

Hierbei legt sich der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** an der bestehenden Rohrwandung an. Die Härtezeiten der Epoxidharze sind abhängig von der Umgebungstemperatur und können sehr stark schwanken. Siehe hierzu **Kapitel 7.0.0 „Wissenswertes über Reaktionsharze“** auf **Seite 95**.

Durch den Einsatz unseres optional erhältlichen Warmwasserheizsystems (BRAWO<sup>®</sup> HotBox) oder Dampfheizsystems (BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit) können sehr kurze und konstante Härtezeiten erreicht werden.

Nach der Härtung muss eine Überprüfung der Sanierungsstrecke mit einer Kamera erfolgen.

### 3.3.0 Schematischer Ablaufplan



Obige Entscheidungsmatrix dient der Übersicht aller möglichen **BRAWOLINER®**-Sanierungsvarianten.

In folgenden Unterkapiteln werden die Inhalte der einzelnen Schritte näher erläutert und helfen bei der Auswahl der geeigneten Variante im Einzelfall.

## 3.3.1 Sanierungsfall

Ist die Sanierung mittels Schlauchliner möglich, sollten folgende Informationen zur Planung der Sanierung vorliegen. Diese sollten z.B. mit Hilfe einer Kamerabefahrung nach dem Reinigen der Leitung ermittelt werden.

- Verlegeort der Leitungen (Erdverlegt / im Haus)
- Altrohrmaterial
- maximale Temperaturbelastung der Leitung
- erhöhte chemische Belastung der Leitung? (Industrie)
- Schadensbild (große Wandausbrüche vorhanden / eventuell statische Funktion des Liners erforderlich?)
- Leitungslänge
- Nennweite
- Nennweitenänderungen
- Leitungsverlauf / Bögen
- Anzahl / Position der Zuläufe
- Zugangsmöglichkeiten (einseitig / beidseitig?)
- Höhendifferenz zwischen Anfang und Ende der Sanierungsstrecke

### ACHTUNG!



**Abwasserleitungen mit Rohrabschottungen, die im Brandfall aufschäumen (z. B. Rohrmanschetten) dürfen nicht saniert werden. Die Bestimmungen der Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen der jeweiligen Bundesländer sind zu berücksichtigen.**

## 3.3.2 Sanierungssystem

Grundsätzlich lässt sich das **BRAWOLINER®**-Verfahren in zwei Bereiche unterteilen:

### 1. BRAWOLINER®-System

Das **BRAWOLINER®**-System ermöglicht das Sanieren von erdverlegten schadhaften Abwasserleitungen **außerhalb** oder **unter** Gebäuden.

DIBt-Zulassungsnummer: Z-42.3-362

### 2. BRAWOLINER® HT-System

Das **BRAWOLINER® HT**-System dient der Sanierung schadhafter Abwasserleitungen (Schmutzwasser-, Regenfall- und Sammelleitungen) **innerhalb** der Gebäudestruktur.

DIBt-Zulassungsnummer: Z-42.3-499

## HINWEIS!



**Die Unterschiede der Sanierungssysteme liegen lediglich in den eingesetzten Materialien und ggf. im Härteverfahren.**

Anforderungen an Abwasserleitungen im Hausinnern erfordern den Einsatz des Sanierungssystems **BRAWOLINER® HT**.

## 3.3.3 Preliner

### HINWEIS!



- In Grundwasser gesättigten Zonen (Grundwasserinfiltration) ist im Vorfeld der Sanierung ein Preliner einzubringen.
- Bei der Sanierung von Fallleitungen wird der Einsatz eines Preliners nicht empfohlen, da hierbei keine Verklebung mit dem Altrohr stattfinden kann.

Der Preliner wird mit offenem Ende inversiert und zusammenfallen gelassen. Der Anfang des Preliners wird am Altrohr fixiert, der **BRAWOLINER®** anschließend in den Preliner inversiert.

Näheres zum Einbauprozess siehe *Kapitel 4.3.0 „Preliner inversieren“* auf *Seite 36*.

## 3.3.4 Harztypen

Je nach Anforderung können folgende Harze ausgewählt werden:

Harztypen und Einsatzgebiete										
BRAWO® Harztyp	Erdverlegte Leitungen	Hausinterne Leitungen	Anschlussstutzen	Leitungslänge			Verarbeitungszeit getränkter Liner	Härtedauer Kalthärtung	Härtedauer Warmhärtung 50°C	Härtedauer Warmhärtung 70°C
				kürzer als 5 m	kürzer als 15m	länger als 15m				
BRAWO® RR ***)	X		X	(X)			30 min bei 15 °C	6 h bei 10 °C	75 min	-
BRAWO® SRR ***)	X		X	(X)			30 min bei 15 °C	2 h bei 20 °C	30 min	-
BRAWO® I	X		X	X	X	(X)	50 min bei 15 °C	13 h bei 10 °C	100 min	45 min **)
BRAWO® III	X		X	X	X	X	3,5 h bei 15 °C	24 h bei 10 °C	220 min	140 min **)
BRAWO® AC*)	X		X	X	X	(X)	2-2,5 h bei 15°C	24 h bei 10°C	220 min.	140 min.
BRAWO® TC*)	X				X	X	8 h bei 15°C	-	-	300 min.
BRAWO® HT		X	X	X	X	X	70 min bei 20 °C	18 h bei 15 °C	140 min	80 min **)

\*) Nur für BRAWOLINER® 3D DN 300-400 einsetzbar

\*\*\*) Nur in Verbindung mit BRAWOLINER® HT oder mit einem geeigneten Kalibrierschlauch

\*\*\*) Achtung: Bei BRAWO® RR und BRAWO® SRR besteht bei Härtung mit Dampf die Gefahr einer extremen Temperaturentwicklung als Folge der exothermen Harzreaktion. Daher wird die Härtung mit Dampf nicht empfohlen.

(X) Begrenzte Verarbeitungszeit! Nur bei günstigen Bedingungen empfohlen

## HINWEIS!



- Mischungsverhältnis BRAWO<sup>®</sup> RR/SRR// III/ AC:  
**3:1** (Massenanteil Komponente A:B)
- Mischungsverhältnis BRAWO<sup>®</sup> HT:  
**5:1** (Massenanteil Komponente A:B)
- Mischungsverhältnis BRAWO<sup>®</sup> TC:  
**100:42** (Massenanteil Komponente A:B)
- Überhöhte Reaktionstemperaturen sind zu vermeiden (Exothermie).

Die Verarbeitungshinweise, benötigten Harzmengen und Walzenabstände sind in *Kapitel 7.0.0 „Wissenswertes über Reaktionsharze“* ab *Seite 95* zu finden.

## 3.3.5 Linertypen

Je nach Sanierungsfall treten verschiedenste Anforderungen an das Sanierungssystem auf. Diese können mit folgenden Linertypen erfüllt werden.

Linertyp	Liner-bezeichnung	Erdverlegte Leitungen	Hausinterne Leitungen	Dampf-Härtung	Ø 50	Ø 70	Ø 80	Ø 100	Ø 120	Ø 150	Ø 175	Ø 200	Ø 225	Ø 250	Ø 300	Ø 350	Ø 400
BRAWOLINER®	DN 50	X		X *)	X	X											
	DN 70/80	X		X *)		X	X										
	DN 100	X		X *)				X									
	DN 125	X		X *)					X	X							
	DN 150	X		X *)						X	X						
	DN 200	X		X *)								X	X	X			
XT	DN 100	X		X *)				X	X								
	DN 125	X		X *)					X	X							
	DN 150	X		X *)						X	X						
	DN 200	X		X *)								X	X	X			
3D	DN 70-100	X		X *)		X	X	X									
	DN 100-150	X		X *)				X	X	X							
	DN 150-225	X		X *)						X	X	X	X				
	DN 200-300	X		X								X	X	X	X		
	DN 300-400	X		X											X	X	X
BRAWOLINER® HT	DN 50	X	X	X	X	X											
	DN 70/80	X	X	X		X	X										
	DN 100	X	X	X				X									
	DN 125	X	X	X					X	X							
	DN 150	X	X	X						X	X						
	DN 200	X	X	X								X	X	X			
HT XT	DN 100	X	X	X				X	X								
	DN 125	X	X	X					X	X							
	DN 150	X	X	X						X	X						
	DN 200	X	X	X								X	X	X			
HT 3D	DN 70-100	X	X	X		X	X	X									
	DN 100-150	X	X	X				X	X	X							
	DN 150-225	X	X	X						X	X	X	X				

\*) Bei Verwendung eines geeigneten Kalibrierschlauches



Folgende Einbau- und Härtedrücke werden für die verschiedenen Linertypen empfohlen:

Linertyp	Inversionsdruck (bar)	Härtedruck (bar)	Härtedruck mit Kalibrierschlauch (bar)
BRAWOLINER®/ XT / HT / XT HT	ca.0,2	ca.0,4	mind.0,4
BRAWOLINER® 3D / HT 3D (DN 70-300)	ca.0,2	ca.0,4*	mind. 0,4*
BRAWOLINER® 3D DN 300-400	ca. 0,1	ca.0,2	ca. 0,2

\*Die Erwärmung begünstigt die Ausdehnung. Bei Lichthärtung ist ggf. ein höherer Härtedruck anzuwenden.

## HINWEIS!



- Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Empfehlungen; Geometrie und Verlauf der Sanierungsstrecke machen gegebenenfalls andere Drücke erforderlich. Hierzu sind auch die Hinweise auf [Seite 32](#) zu beachten.
- Beim Härten in der größten Dimension ist, insbesondere beim BRAWOLINER® 3D, darauf zu achten, dass der Liner an der Rohrwand anliegt.
- Bei der Härtung mit Wasser sind die Höhenunterschiede zwischen Start- und Zielpunkt zu berücksichtigen.

## 3.3.6 Einbauvarianten

Es gibt 4 Varianten die Enden des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** und des Kalibrierschlauches auszuführen, die von der Zugänglichkeit des Linerendes und der Härteart abhängen.

- Bei der Warmhärtung (Wasser) wird zusätzlich ein Schlauch (Ø ca. 20 mm, einseitig GEKA-Anschluss, Wasserauslass am **BRAWOLINER<sup>®</sup>**-Ende) zur Zirkulation benötigt.
- Bei der Dampfhärtung wird in den **BRAWOLINER<sup>®</sup>**, bzw. Kalibrierschlauch die **BRAWO<sup>®</sup>** Dampfhülse eingebracht um ein Durchströmen zu ermöglichen und Kondensat abzulassen.

Detaillierte Anleitungen zur Ausführung der Knoten und dem Einbinden der

**BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse, siehe Kapitel 4.4.0 „BRAWOLINER<sup>®</sup>- Ende verschließen ab Seite 50.**

### 3.3.6.1 Kalibrierschlauch

Der Kalibrierschlauch ist ein beschichteter Gewebeschlauch, der nach dem Inversieren des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** in diesen inversiert werden kann. Er dient dem Aufstellen des Liners beim Einbau mit offenem Ende.

Er kann als zusätzlicher Schutz der Linerfolie bei Dampfhärtung zum Einsatz kommen. Bei Warmhärtung ist darauf zu achten einen temperaturbeständigen Kalibrierschlauch zu verwenden.

Näheres zum Einbauprozess siehe **Kapitel 4.9.1 „Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel“** ab **Seite 70.**

## 3.3.6.2 Einbauvariante "Geschlossenes Ende"

### Anwendung bei:

- **BRAWOLINER®**-Ende zugänglich
- **BRAWOLINER®**-Ende **nicht** zugänglich, Fräsroboter erforderlich
- Kalthärtung oder Warmhärtung mit Wasser

Dies ist die gebräuchlichste Inversionsmethode. Es ist kein zusätzlicher Aufwand erforderlich, um den Anpressdruck im Rohr aufrecht zu halten. Das Ende des **BRAWOLINER®** wird nach dem Härten des Harzes mittels geeigneten Werkzeugs geöffnet.

### Aufbauart:

- ⇒ „Geschlossenes Ende“ **BRAWOLINER®**
- ⇒ Kein Kalibrierschlauch erforderlich
- ⇒ Halteband (+ Schlauch bei Warmhärtung) am **BRAWOLINER®**-Ende befestigen

## 3.3.6.3 Einbauvariante "Offenes Ende"

### Anwendung bei:

- **BRAWOLINER®**-Ende **nicht** zugänglich
- Kalthärtung oder Warmhärtung mit Wasser

Diese Variante wird angewendet, wenn **keine** Möglichkeit besteht, den **BRAWOLINER®** nach der Sanierung am Ende zu öffnen. Diese Variante ist in der Durchführung aufwendiger, da nach der Inversion des **BRAWOLINER®** zusätzlich ein Kalibrierschlauch inversiert werden muss, um den Anpressdruck im Rohr aufrecht zu halten.

### Aufbauart:

- ⇒ „Offenes Ende“ **BRAWOLINER®**
- ⇒ „Geschlossenes Ende“ Kalibrierschlauch
- ⇒ Halteband (+ Schlauch bei Warmhärtung) am Kalibrierschlauchende befestigen

## 3.3.6.4 Einbauvariante "BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im BRAWOLINER<sup>®</sup> HT"

### Anwendung bei:

- BRAWOLINER<sup>®</sup>-Ende zugänglich
- Warmhärtung mit Dampf

Diese Variante kann bei der Warmhärtung mittels Dampf eingesetzt werden, wenn die Möglichkeit besteht das Ende zu öffnen. Im Ende des **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT** wird die BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse so befestigt, dass Dampf und Kondensat austreten können. Es muss ein steter Volumenstrom eingebracht werden, um den Anpressdruck im Rohr aufrecht zu halten.

### Aufbauart:

- ⇒ „BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT**“
- ⇒ Kein Kalibrierschlauch erforderlich
- ⇒ Halteband am **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT**-Ende befestigen

## 3.3.6.5 Einbauvariante "Offenes Ende BRAWOLINER<sup>®</sup> / BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Kalibrierschlauch"

### Anwendung bei:

- BRAWOLINER<sup>®</sup>-Ende **nicht** zugänglich
- Warmhärtung mit Dampf

Diese Variante kann bei der Warmhärtung mittels Dampf eingesetzt werden, wenn **keine** Möglichkeit besteht das Ende zu öffnen. Diese Variante ist in der Durchführung aufwendiger, da nach der Inversion des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** zusätzlich ein Kalibrierschlauch inversiert werden muss, um den Anpressdruck im Rohr aufrecht zu halten. Im Ende des Kalibrierschlauches wird die BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse so befestigt, dass Dampf und Kondensat austreten können. Es muss ein steter Volumenstrom eingebracht werden, um den Anpressdruck im Rohr aufrecht zu halten.

### Aufbauart:

- ⇒ „Offenes Ende“ **BRAWOLINER<sup>®</sup>**
- ⇒ BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Kalibrierschlauchende
- ⇒ Halteband am Kalibrierschlauchende befestigen

## 3.3.7 Erforderliches Einbauequipment

### Notwendige Gerätschaften:

1. Kompressor (min. 1300 l/min bei Dampfhärtung)
2. Stromaggregat (ca. 3 kW), alternativ Netzversorgung 230V
3. Akkuschauber
4. Inspektionskamera

### Stets wird benötigt:

1. **BRAWOLINER<sup>®</sup> / BRAWOLINER<sup>®</sup> HT**
2. BRAWO<sup>®</sup>-Harze
3. Rührer (z.B. BEBA Mischer - doppelläufig)
4. Vakuumpumpe
5. Gewebeklebeband
6. BRAWO<sup>®</sup> Imprägnieranlage (elektrisch oder manuell)
7. BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel (Druckluft) **oder** BRAWO<sup>®</sup> Dreibein (Wassersäule)
8. Halteband und Zirkulationsschlauch
9. Klimaschrank zur Temperierung der Harze
10. BRAWO<sup>®</sup> Aushärtegeräte (beim Einsatz warmhärtender Harze, z.B. BRAWO<sup>®</sup> TC)

### Optional wird benötigt:

1. Preliner
2. Kalibrierschlauch
3. BRAWO<sup>®</sup> Harzmischanlage
4. Anschlussmanschetten
5. BRAWO<sup>®</sup> Aushärtegeräte (z.B. HotBox, SteamBox, SteamUnit) inkl. Zubehör
6. BRAWO<sup>®</sup> VortexCutter
7. Fräsroboter (z.B. IMS Micro)
8. BRAWO<sup>®</sup> Sanierungsanhänger oder Kleintransporter zur Aufnahme des kompletten Zubehörs



Zur Sanierung erforderliches Equipment und Verbrauchsmaterial können als Einzelkomponenten, bis zum Komplettpaket über die Firma **BRAWO<sup>®</sup> SYSTEMS GmbH** bezogen werden.

Näheres finden Sie unter [www.brawosystems.com](http://www.brawosystems.com)

### 3.3.8 Härteverfahren

Das Härten des Harzes geschieht durch eine chemische Reaktion der Komponenten A und B und beginnt mit dem Mischen. Durch die Harz-Temperatur kann Einfluss auf die Zeitspanne des Härtevorganges genommen werden. Näheres hierzu, siehe **Kapitel 7.0.0 „Wissenswertes über Reaktionsharze“** auf **Seite 95**.

Es stehen drei Härteverfahren zur Auswahl:

#### 1. Härtung bei Umgebungstemperatur („Kalthärtung“)

Bei der **Härtung bei Umgebungstemperatur** bleibt der inversierte **BRAWOLINER<sup>®</sup>** bis zur vollständigen Härtung mit Druck beaufschlagt. Es wird keine zusätzliche Wärme zugeführt.

#### 2. Warmhärtung (Wasser) (nach Gütezeichen S27.1)

Bei der Warmhärtung (Wasser) kommt das Warmwasserheizsystem **BRAWO<sup>®</sup> HotBox** zum Einsatz. Der Liner wird hierbei vollständig mit Wasser gefüllt, das Wasser mittels einer Zirkulationspumpe durch die **BRAWO<sup>®</sup> HotBox** zirkuliert und erwärmt. Durch die eingebrachte Wärme wird die Härtedauer erheblich verkürzt.

#### 3. Dampfhärtung (nach Gütezeichen S27.2)

Bei der Dampfhärtung kommt die **BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit** zum Einsatz. Empfohlen wird der Einsatz nur bei Verwendung von **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mit zusätzlichem Kalibrierschlauch oder **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT**. Der inversierte Liner wird von einem Dampf-Luft-Gemisch durchströmt. Dieses Härteverfahren wird eingesetzt, wenn die Höhendifferenz zwischen Leitungsanfang und –ende 4 Meter übersteigt, und der Einsatz von Wasser als Wärmeträger nicht mehr möglich ist.

Einen Leitfaden zur Warmwasser- und Dampfhärtung ist in **Kapitel 4.10.0** „Warmhärtung“ ab **Seite 77** und in **Kapitel 4.11.0** „Warmhärtung (Dampf)“ ab **Seite 85** zu finden.

## 4.0.0 Einbauprozess - Leitfaden

In dieser Verfahrensanweisung wird das **BRAWOLINER®**-Verfahren zur Hausanschlussanierung (**BRAWOLINER®**-System) und zur Inhouse-Sanierung (**BRAWOLINER®** HT-System) behandelt.

Der Einbau des **BRAWOLINER®** ist bei beiden Systemen gleich.

### ACHTUNG!



- Der Einbau darf nur von speziell geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.
- **Kapitel 2.0.0 „Sicherheit - Unfallverhütung“** auf **Seite 5** besonders beachten.
- Die Einbaurichtung ist in der Regel in Fließrichtung (mit dem Gefälle).
- Bei anstehendem Grundwasser muss der Installationsdruck um 0,4 bar über dem möglichen Grundwasserdruck liegen.
- Keinesfalls einen Installationsdruck > 0,8 bar einstellen.
- Die Einbauempfehlungen zu Inversions- und Härtedruck für die einzelnen Linertypen auf **Seite 25** sind zu beachten.
- Der nachfolgend beschriebene Einbauprozess orientiert sich am Normalfall. Abweichungen können sich durch die Gegebenheiten vor Ort ergeben und müssen vom Fachpersonal erkannt werden.

### HINWEIS!



- Das **Kapitel 4.0.0 „Einbauprozess - Leitfaden“** ist schrittweise gegliedert. Die hier aufgeführte Reihenfolge ist unbedingt einzuhalten. Wir empfehlen, die Sanierung zu dokumentieren. Siehe hierzu auch **Kapitel 8.0.0 „Einbauprotokoll“** auf **Seite 101**.



## 4.1.0 Vorbereitung der zu sanierenden Leitung

### HINWEIS!



**Der Untergrund muss sauber und frei von allen losen Teilen, Staub, Öl, Fetten oder sonstigen trennend wirkenden Stoffen sein.**

**Er kann trocken oder feucht sein. Die Unterlage muss tragfähig sein und die allgemein geforderte Abreißfestigkeit von mind. 1,5 N/mm<sup>2</sup> aufweisen.**

1. Hochdruckreinigung der zu sanierenden Leitung.
2. Schadensaufnahme mittels Inspektionskamera.
3. Alle Hindernisse z. B. mit einem Fräsroboter entfernen. Vorstehende Hindernisse könnten den **BRAWOLINER®** während des Einbaus beschädigen.
4. Die Länge der Sanierungsstrecke festlegen, die Rohrdurchmesser aufnehmen und kalibrieren.
5. Alle Zuleitungen einmessen. Bei der Sanierung von Rohrleitungen mit Dimensionssprüngen sollten die exakten Positionen der Zuleitungen ermittelt werden, da die Ausbauchungen hier weniger stark ausgeprägt sein können.
6. Um ein etwaiges Austreten von Harz ins Erdreich zu verhindern, besteht die Möglichkeit im Vorfeld der Sanierung einen Preliner einzubauen, siehe **Kapitel 4.3.0 „Preliner inversieren“** auf **Seite 36**.
7. Sicherstellen, dass während der Sanierung keine Abwässer eingeleitet werden. Regenwasserzuläufe ggf. absperren.

## 4.2.0 Herstellen der Betriebsbereitschaft

### BRAWO® Inversionstrommel

1. BRAWO® Inversionstrommel in Stellung bringen. Druckluftanschluss am Druckregelventil Pos. 03 vornehmen.
2. Falls eine Warmhärtung (Wasser) vorgesehen ist, den seitlichen Abdeckdeckel (GEKA) entfernen und das Kugelventil Pos. 02 anschließen.
3. Sicherstellen, dass alle Kugelventile geschlossen sind.

### BRAWO® Dreibein

1. Inversionsgerüst in Stellung bringen, für eine ausreichende Wasserzufuhr sorgen.

Weiteres Vorgehen, siehe Punkt 4.



4. Das passende Inversionsrohr, Inversionsschlauch und Storz Kupplungsschlüssel bereitlegen. Bei Dampfhärtung ist ein Inversionsrohr mit Dampfeinlass oder ein Zwischenstück mit Dampfeinlass vorzusehen. Beim Freigeben der Öffnung der BRAWO® Dampfhülse ist zum Aufrechterhalten des Innendruckes der Kompressor (min. 1300 l/min) über die Steuereinheit am Dampfeinlass anzuschließen.
5. Das Inversionsrohr mit Spülmittel einreiben und das Einzugseil (zum späteren Durchziehen des Liners) einziehen.
6. Die ausreichende Länge des Haltebandes und, bei einer geplanten Warmhärtung (Wasser), die Länge des Wasserschlauches überprüfen und diese bereitlegen. Auf

eine ausreichende Länge des Haltebandes und des Wasserschlauches ist zu achten.

## 7. Härteart abhängig

### **7.1. Kalthärtung:**

Das Halteseil mit einem Ende an der Trommelhaspel befestigen und mehrere Lagen um die Achse wickeln bzw. bei Inversion mit BRAWO® Dreibein bereitlegen.

### **7.2. Warmhärtung (Wasser):**

Den Anfang des Wasserschlauches in der Trommel am GEKA-Anschluss an der Trommelachse befestigen. Das Halteseil mit einem Ende an der Trommelhaspel befestigen und mehrere Lagen um die Achse wickeln, dann parallel mit dem Wasserschlauch auf die Trommelachse aufwickeln bzw. bei Inversion mit BRAWO® Dreibein bereitlegen. Es ist darauf zu achten, dass das Ende des Wasserschlauches am Halteband befestigt ist.

### **7.3. Dampfhärtung:**

Das Halteseil mit einem Ende an der Trommelhaspel befestigen und mehrere Lagen um die Achse wickeln.

8. Passende Schlauchschellen, Kabelbinder, Gewebeklebeband und Akkuschauber bereitlegen.
9. Transportbad vorbereiten (kaltes Wasser mit etwas Spülmittel).
10. Stromversorgung sicherstellen.
11. BRAWO® Harzmischanlage vorbereiten bzw. Beba-Mischer bereitstellen.
12. BRAWO® Imprägnieranlage vorbereiten.
13. BRAWO® SteamUnit oder BRAWO® HotBox in Betriebsbereitschaft versetzen.
14. Die Funktionsfähigkeit des Einbauequipments überprüfen.

## 4.3.0 Preliner invertieren

### 4.3.1 Inversion eines Preliners mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel

#### VORSICHT!



#### QUETSCHGEFAHR!

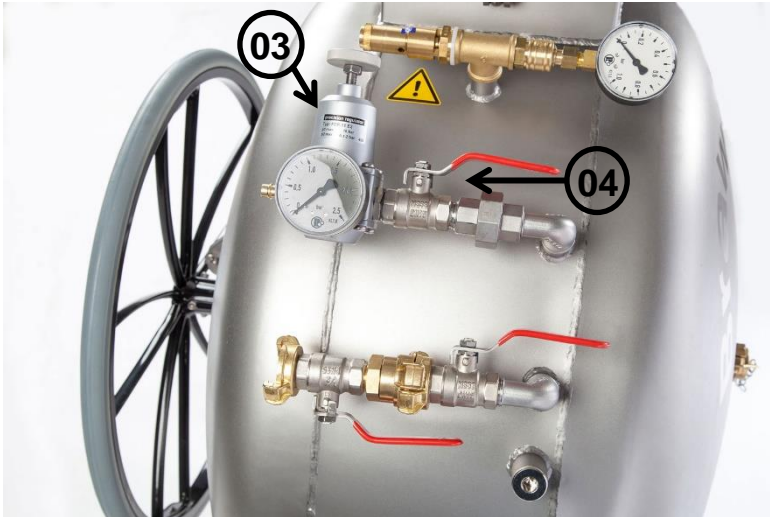
Im Bereich des Handrades **Schutzhandschuhe** nutzen.

Die erforderliche Länge des Preliners setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen:

**Sanierungslänge + Zugabe zum Befestigen am Inversionsrohr**

1. Den Preliner mit offenem Ende auf die Trommelachse aufwickeln. Das Ende des Preliners nicht mit dem Halteband verbinden!
2. Den Anfang des Preliners mit Hilfe des Einzugsseils durch den Inversionsstutzen, Inversionsschlauch und das entsprechende Inversionsrohr hindurchführen.
3. Den Anfang des Preliners am Inversionsrohr umstülpen und mit mindestens zwei Schlauchschellen befestigen.
4. Das Inversionsrohr zu dem zu sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).

- Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin öffnet der 1. Bediener (ist an der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel platziert) die Druckluftzufuhr am Druckregelventil (Pos. 03). Im Regelfall wird mit einem Druck von ca. 0,2–0,3 bar invertiert. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (*siehe VORSICHT!* auf *Seite 7*).



- Die Inversionsgeschwindigkeit kann am Druckregelventil (Pos. 03) beeinflusst werden.
- Die Inversion des Preliners ist beendet, wenn der Preliner das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat (Systemdruck entweicht).
- Das Kugelventil (Pos. 04) schließen.
- Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen und den Preliner am Schacht befestigen.

## 4.3.2 Inversion eines Preliners mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein

### GEFAHR!



- **KIPPGEFAHR!**  
Stets für sicheren Stand des BRAWO<sup>®</sup> Dreibein sorgen.
- **ABSTURZGEFAHR** bei Arbeiten auf Gerüsten und Leitern.

Die erforderliche Länge des Preliners setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen:

**Sanierungslänge + Zugabe zum Befestigen am Inversionsrohr**

1. Das Ende des Preliners nicht mit dem Halteband verbinden!
2. Den Anfang des Preliners mit Hilfe des Einzugsseils durch den Inversionsschlauch und das entsprechende Inversionsrohr hindurchführen.
3. Den Anfang des Preliners umstülpen und am Inversionsrohr mit mindestens zwei Schlauchschellen befestigen.
4. Das Inversionsrohr zu dem zu sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).
5. Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin beginnt der 1. Bediener den Inversionsschlauch mit Wasser zu befüllen. Im Regelfall wird mit einer Wassersäule von 2–3 m ( $\approx 0,2$ – $0,3$  bar) invertiert.
6. Die Inversionsgeschwindigkeit kann durch die Menge des zugeführten Wassers beeinflusst werden.
7. Die Inversion ist beendet, wenn der Preliner das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat und sich öffnet. Das Wasser entweicht und der Preliner fällt zusammen.
8. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen und den Preliner am Schacht befestigen.

### HINWEIS!



**Der Einbau darf nur in Fließrichtung erfolgen!**

## 4.4.0 Kalibrierschlauch ablängen, verschließen und für das Inversieren vorbereiten

### ACHTUNG!



Nur erforderlich, wenn die Einbauvariante "Offenes Ende" oder „Offenes Ende mit BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse“ zum Einsatz kommt.

Die erforderliche Länge des Kalibrierschlauches setzt sich aus folgenden Faktoren zusammen:

	<b>Sanierungslänge</b>
+	<b>Zugabe zum Befestigen am Inversionsrohr</b>
+	<b>ca. 40 cm (15 cm bei Verwendung der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse) zum Verschließen des Kalibrierschlauches</b>
+	<b>ca. 60 cm Sicherheitszugabe</b>
<hr/>	
=	<b>Länge des Kalibrierschlauches</b>

### HINWEIS!



Der Kalibrierschlauch muss immer etwas länger sein als der BRAWOLINER<sup>®</sup>. Baustellenbedingt können andere Zugaben erforderlich werden. Ragt der Kalibrierschlauch jedoch ungeschützt zu weit über das Rohrende hinaus, besteht Berstgefahr!

1. Den Kalibrierschlauch ablängen.
2. Kalibrierschlauchende verschließen (Härteartabhängig):

## 2.1. Härtung bei Umgebungstemperatur oder Warmhärtung (Wasser) (Variante "Offenes Ende BRAWOLINER®")

Das Ende des Kalibrierschlauches luftdicht und druckfest verschließen:

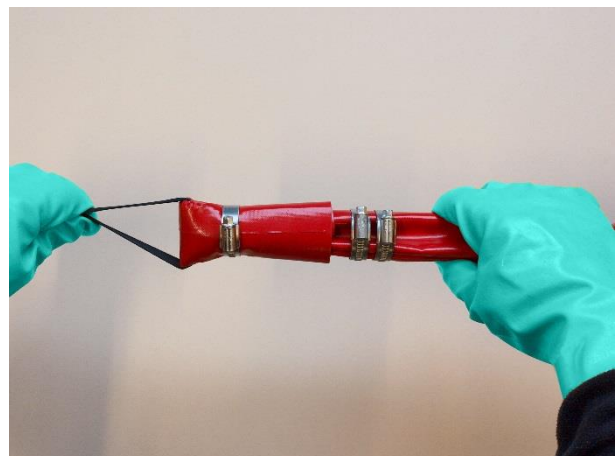
1. Das Ende des Kalibrierschlauches längs falten.



2. Das gefaltete Stück mit mindestens drei losen Schlauchschellen umfassen. Halteband und Kalibrierschlauch mittels Schlaufen miteinander verbinden.

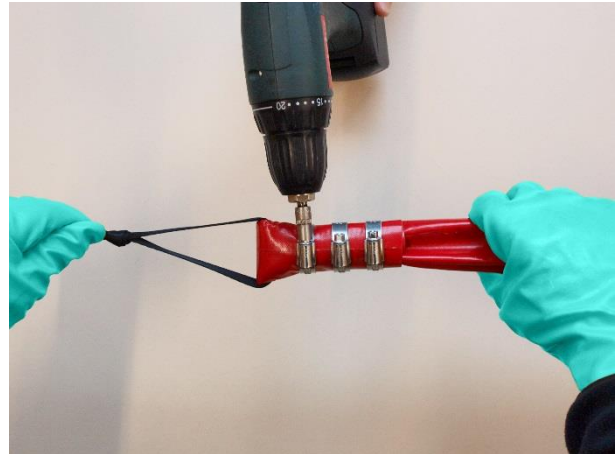


3. Die Schlauchschellen über den gefalteten Teil des Kalibrierschlauches ziehen.

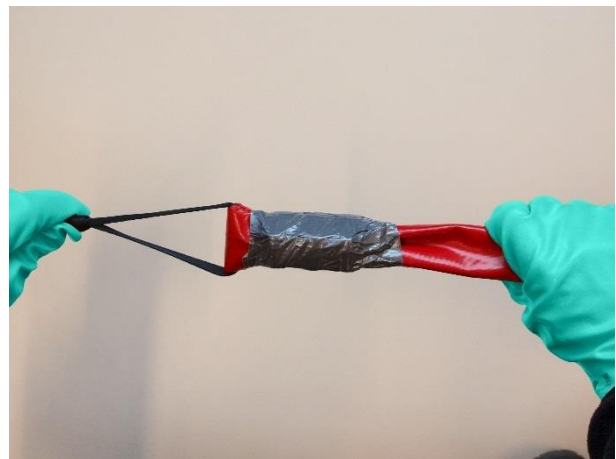




4. Die Schlauchschellen gleichmäßig und fest anziehen.



5. Um Beschädigungen zu vermeiden, die Schlauchschellen überkleben.

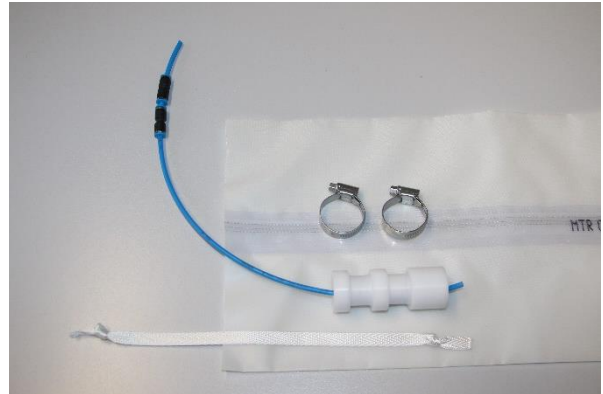


Den verschlossenen und mit dem Halteband verbundenen Kalibrierschlauch über das Halteband auf die Trommelachse wickeln. Den Anfang des Kalibrierschlauches auf der Trommelachse mit Klebeband fixieren. Der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird anschließend darüber gewickelt. Bei der Inversion mittels BRAWO<sup>®</sup> Dreibein, den Kalibrierschlauch bereitlegen.

## 2.2. Dampfhärtung (Variante „Offenes Ende BRAWOLINER<sup>®</sup> / BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Kalibrierschlauch“)

Die BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Ende des Kalibrierschlauches befestigen. Dabei ist darauf zu achten, dass der Kondensatschlauch außen liegt.

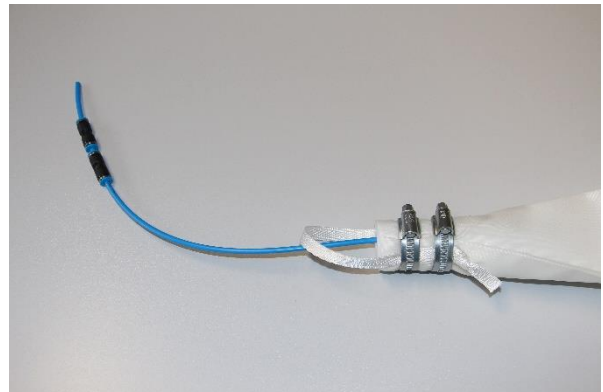
1. Das Halteband am Ende verknoten und bereitlegen.



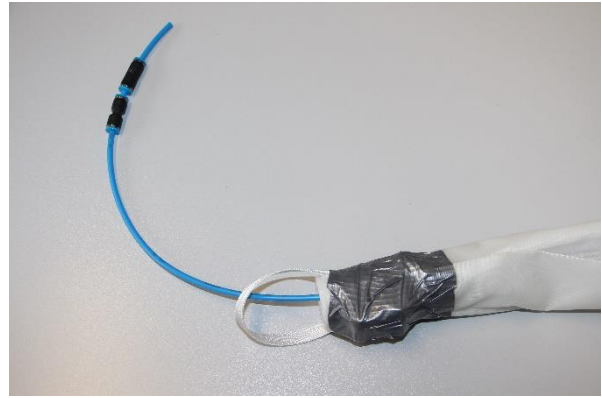
2. Die BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse in den Kalibrierschlauch legen und diesen S-förmig darum falten.



3. Das gefaltete Stück mit Schlauchschellen umfassen und das Halteband mit einbinden. Es ist darauf zu achten, dass die Schlauchschellen in den Nuten der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse liegen.



4. Die Schlauchschellen gleichmäßig und fest anziehen und möglichst kurz abschneiden. Um Beschädigungen zu vermeiden, die Schlauchschellen überkleben.



## ACHTUNG!



**Es ist unbedingt darauf zu achten, dass weder Kalibrierschlauch noch Klebeband oder das Ende des Haltebandes über die Hülse überstehen. Ein Überstand > 1 mm muss bündig mit dem Ende der Hülse abgeschnitten werden, da ansonsten die Bohrung in der Hülse verschlossen werden kann.**

Den verschlossenen und mit dem Halteband verbundenen Kalibrierschlauch über das Halteband auf die Trommelachse wickeln. Den Anfang des Kalibrierschlauches auf der Trommelachse mit Gewebeklebeband fixieren. Der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird anschließend darüber gewickelt.

## 4.5.0 BRAWOLINER<sup>®</sup> ablängen, verschließen und für die Imprägnierung vorbereiten

Die erforderliche Länge des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** ist von der gewählten Einbauvariante abhängig:

„Offenes Ende“ (Kalt-, Warmwasser- oder Dampfhärtung):

	<b>Sanierungslänge</b>
+	<b>Zugabe zum Befestigen am Inversionsrohr</b>
+	<b>ca. 20 cm Zugabe für Vakuumsauger (wird nach dem Imprägnieren abgeschnitten)</b>
<hr/>	
=	<b>Länge des BRAWOLINER<sup>®</sup></b>

„Geschlossenes Ende“ (Kalt-, Warmwasser- oder Dampfhärtung):

	<b>Sanierungslänge</b>
+	<b>Zugabe zum Befestigen am Inversionsrohr</b>
+	<b>ca. 40 cm zum Verschließen (alternativ 15 cm zum Einbinden der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse)</b>
<hr/>	
=	<b>Länge des BRAWOLINER<sup>®</sup></b>

### HINWEIS!



Der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** ist ein flexibler Liner. Ein zu hoher Inversionsdruck kann eine Streckung des Materials bewirken.

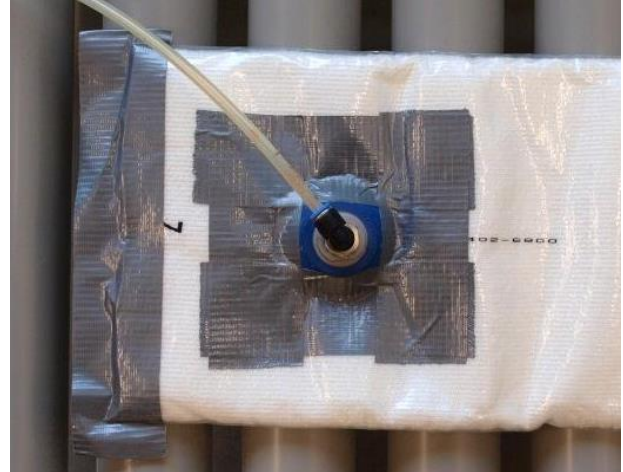
1. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** faltenfrei auslegen.
2. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** ablängen.
3. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** auf der BRAWO<sup>®</sup> Imprägnieranlage auslegen. Der aufgedruckte Pfeil muss immer vom Rollenband in Richtung Imprägnierwalze zeigen.
4. Am Anfang des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** eine Krempe falten (wird später auch genutzt zur Befestigung am Inversionsrohr). Der aufgedruckte Pfeil muss immer in Richtung Krempe zeigen.



5. Das Ende des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mit einem Gewebeklebeband luftdicht verschließen.
6. Am Ende des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** einen Schnitt von ca. 1–2 cm Länge in die äußere Folie einbringen.



7. Auf diesen Schnitt den Saugnapf der Vakuumpumpe aufsetzen, ggf. mit Gewebeklebeband fixieren und mit ca. 500 mbar Unterdruck die Luft aus dem **BRAWOLINER<sup>®</sup>** saugen.



## 4.6.0 BRAWOLINER® imprägnieren

### GEFAHR!

#### Epoxidharz



GHS 05



GHS 07



GHS 08



GHS 09



- *Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.*
  - *Verursacht Hautreizungen.*
  - *Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.*
  - *Verursacht schwere Augenreizung.*
  - *Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.*
  - *Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.*
  - *Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.*
- ⇒ **Schutzhandschuhe/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.**
- ⇒ **Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen.**
- ⇒ **Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.**
- ⇒ **Freisetzung in die Umwelt vermeiden.**
- ⇒ **Für eine gute Belüftung während des Mischens sorgen.**
- ⇒ **Aktuelle Sicherheitsdatenblätter beachten.**

### ACHTUNG!



#### ÄTZWIRKUNG / GESUNDHEITSGEFAHR!

- **Gesichtsschutz**
- **oder dicht schließende Schutzbrille**
- **Schutzkleidung,**  
z.B. **chemikalienbeständiger Schutzanzug**





- **Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe nach EN 374 geprüft, z.B. aus Nitrilkautschuk benutzen.**
- **Filtermaske Typ A tragen, basierend auf der Gefahr und dem Risiko einer Exposition.**
- **Aktuelles Sicherheitsdatenblatt beachten.**

## **ACHTUNG!**



**Die Reaktion des Harzes beginnt mit dem Mischen der Harzkomponenten. Zügiges Arbeiten ist erforderlich.**

1. Die erforderliche Harzmenge berechnen. Siehe hierzu **Kapitel 7.5.0 „Harz“** auf **Seite 99**.
2. Die ermittelte Menge der Komponente A und B unter Beachtung von **Kapitel 7.3.0 „Verarbeitungshinweise“** auf **Seite 96** anmischen.



3. Harz in den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** einfüllen.
4. Die Kreme am Einfüllende wieder zurückstülpen um eventuelles Austreten von Harz zu verhindern.
5. Verteilen und Einarbeiten des Harzes mit der BRAWO<sup>®</sup> Imprägnieranlage. Walzenabstände entsprechend **Kapitel 7.5.0 „Harzverbrauch BRAWOLINER<sup>®</sup>“** auf **Seite 99** wählen und einstellen. Im Normalfall sind ein bis zwei Walzdurchgänge notwendig um den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** gleichmäßig zu imprägnieren.
6. Länge des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** ggf. kontrollieren.
7. Der imprägnierte **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird im Transportbad zur BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel gebracht.



## 4.7.0 BRAWOLINER<sup>®</sup>- Ende verschließen

### 4.7.1 Geschlossenes Ende DN 50-70

Insbesondere beim Einbau des BRAWOLINER<sup>®</sup> DN 50 und DN 70 auf ein möglichst schlankes und biegsames Linerende achten.

1. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mit Gewebeklebeband luftdicht verschließen, das Ende des Haltebandes verknoten und auf den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** legen.



2. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** um das Halteband falten. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** vor und hinter dem eingelegten Knoten mit Gewebeklebeband vor Beschädigung schützen. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** an den Klebestreifen mit je einem Kabelbinder fest verschließen, so dass der Knoten nicht herausrutschen kann.



3. Um Beschädigungen zu vermeiden, die Kabelbinder überkleben.



## 4.7.2 Geschlossenes Ende DN 100-200

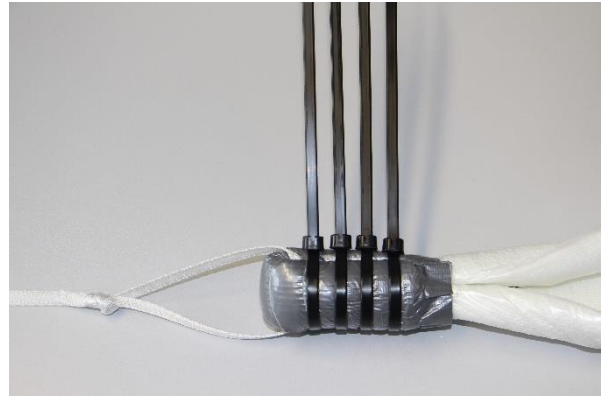
1. Das Ende des **BRAWOLINER®** luftdicht verschließen.



2. Den **BRAWOLINER®** längs falten und mit Gewebeklebeband umwickeln.



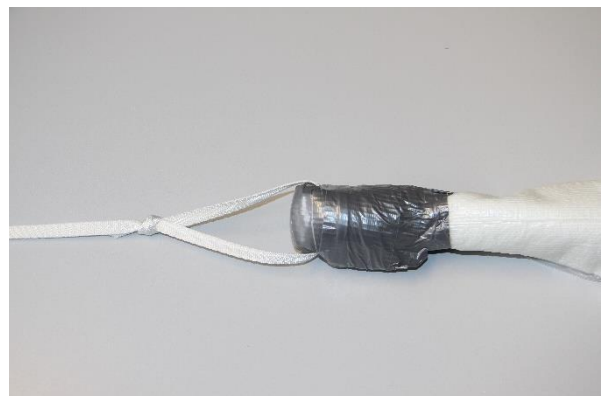
3. Halteband und **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mittels Schlaufen miteinander verbinden. Die Schlaufe mit Kabelbindern fest verschließen.



4. Das überstehende Band der Kabelbinder möglichst kurz abschneiden und um Beschädigungen zu vermeiden, die Kabelbinder überkleben.



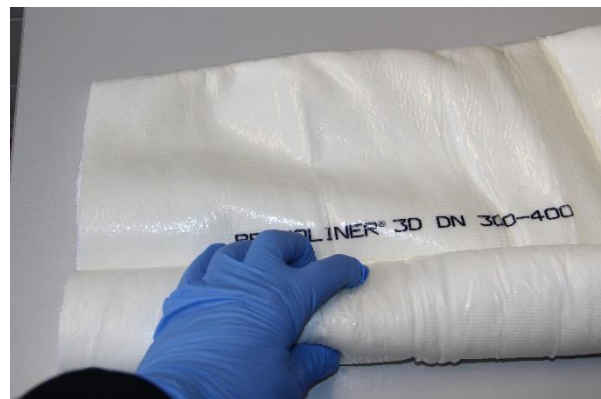
5. Fertiggestellter Knoten



## 4.7.3 Geschlossenes Ende DN 200-300, DN 300-400



1. Den **BRAWOLINER**® längs bis zur Hälfte in eine Richtung falten.



2. Die andere Seite des **BRAWOLINER**® so falten, dass ein „S“ entsteht.

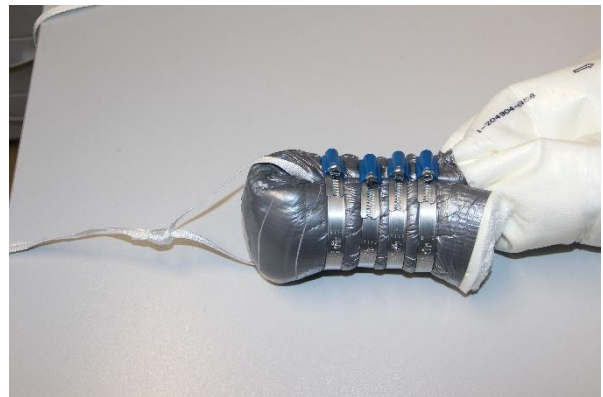




3. Das „S“ mit Gewebeklebeband fixieren, dann ein ca. 37 cm langes Stück fest mit Gewebeklebeband umwickeln.



4. Eine Schlaufe (zur späteren Verbindung mit dem Halteband) in den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** einlegen und mit Schlauchschellen fest verschließen.



5. Um Beschädigungen zu vermeiden, die Schlauchschellen mit Gewebeklebeband so lange überkleben, bis keine scharfen Kanten mehr spürbar sind.



## 4.7.4 Offenes Ende

1. Das Ende des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** an der Markierung der Linerlänge (Sanierungslänge + Zugabe zur Befestigung am Inversionsrohr) abschneiden. Es ist darauf zu achten, dass der Liner bis über die Markierung vollständig mit Harz getränkt ist.



2. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** längs falten und einen Gummihandschuh darüber ziehen um ein Austreten von Harz in der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel zu vermeiden.



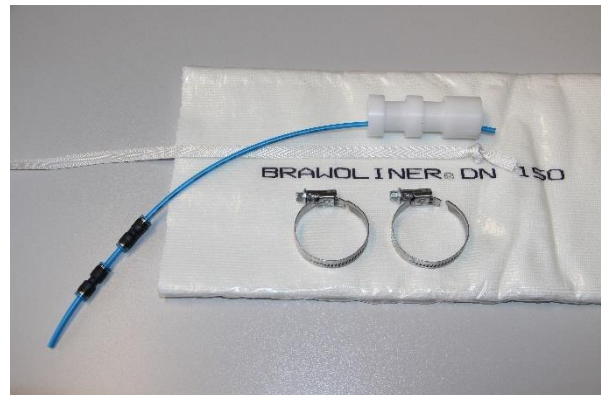
3. Den Handschuh mit einem Gummiring befestigen. Nicht mit dem Halteband verbinden!





## 4.7.5 BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im BRAWOLINER<sup>®</sup> DN 50-70 und DN 100-250

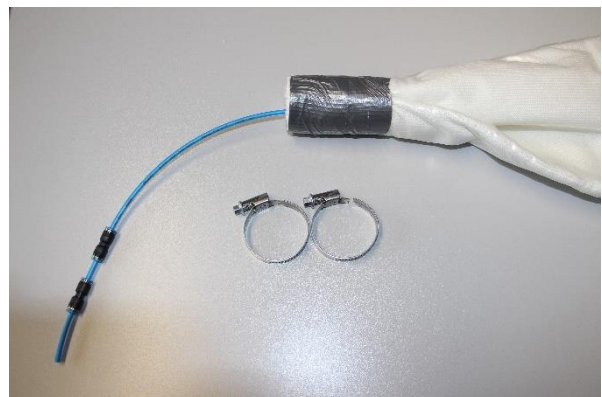
1. Das Halteband am Ende verknoten und bereitlegen.



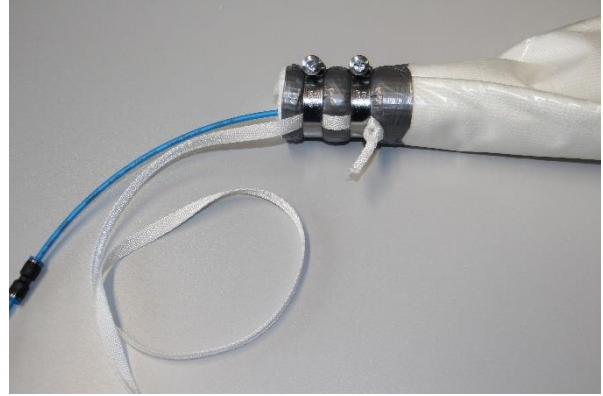
2. Die passende BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse in den BRAWOLINER<sup>®</sup> legen und diesen S-förmig darum falten.



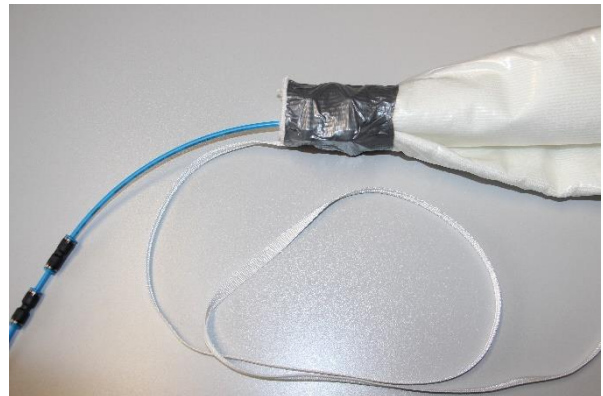
3. Das gefaltete Stück mit Klebeband umfassen.



4. Das gefaltete Stück mit Schlauchschellen umfassen und das Halteband mit einbinden. Es ist darauf zu achten, dass die Schlauchschellen in den Nuten der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse liegen. Die Schlauchschellen gleichmäßig und fest anziehen.



5. Um Beschädigungen zu vermeiden, die Schlauchschellen überkleben.



## ACHTUNG!



Es ist unbedingt darauf zu achten, dass weder Liner, noch Gewebeklebeband oder das Ende des Haltebandes über die Hülse überstehen. Ein Überstand > 1 mm muss bündig mit dem Ende der Hülse abgeschnitten werden, da ansonsten die Bohrung in der Hülse verschlossen werden kann.

## HINWEIS!



Die Befestigung des Haltebands sollte bis DN 70 mit Kabelbindern erfolgen, ab Nennweite > DN 100 mit Schlauchschellen.

## 4.8.0 BRAWOLINER<sup>®</sup> inversieren

Zum Inversieren des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Auswahl:

1. **Inversionsverfahren mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel**
2. **Inversionsverfahren mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein**

Beide Verfahren untergliedern sich in mögliche Varianten:

- a) Einbau mit geschlossenem Ende
- b) Einbau mit offenem Ende
- c) Einbau mit BRAWO<sup>®</sup>Dampfhülse im **BRAWOLINER<sup>®</sup>** (nur beim Inversionsverfahren mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel und anschließender Dampfhärtung)

Zur Beschleunigung des Härtevorgangs kann bei Variante a) und b) im Anschluss optional eine **Warmhärtung (Wasser)** folgen.

Ein beschleunigtes **Härten mit Dampf** kann bei Verwendung der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel und dem Einsatz der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Ende erfolgen.

## 4.8.1 Inversion des BRAWOLINER<sup>®</sup> mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel

### VORSICHT!



#### QUETSCHGEFAHR!

Im Bereich des Handrades Schutzhandschuhe nutzen.

### ACHTUNG!



- Den imprägnierten BRAWOLINER<sup>®</sup> während des Einbringens in die BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel nochmals mit einem Gleitmittel (z.B. Spülmittel, Pflanzenöl o.ä.) benetzen. Dies erhöht die Gleiteigenschaften des BRAWOLINER<sup>®</sup> während der Inversion.
- Einbaurichtung: Der auf dem Liner aufgedruckte Pfeil muss immer in Richtung Sanierungsbeginn (Rohranfang) zeigen.
- Insbesondere beim Einbau des BRAWOLINER<sup>®</sup> 3D mit offenem Ende ist die PU-Folie mit ausreichend Gleitmittel zu versehen. Dies verhindert ein „Blocken“ des Kalibrierschlauches, z.B. bei Dimensionssprüngen.



## ACHTUNG!



- Halteband, eventuelle Schläuche und Kalibrierschlauch müssen sich vor dem Aufwickeln des BRAWOLINER<sup>®</sup> bereits in der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel befinden!
- Bei Verwendung der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Linerende ist darauf zu achten, dass die Luftliefermenge des Kompressors größer als die aus den Öffnungen austretende Luftmenge ist!
- Bei ausreichend verfügbarer Luftmenge kann die Bohrung in der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse angepasst werden.
- Die Einbauempfehlungen für Inversionsdrücke von **Seite 25** sind zu beachten.
- Insbesondere der BRAWOLINER<sup>®</sup> 3D DN 200-300 und der BRAWOLINER<sup>®</sup> 3D DN 300-400 sind beim Einbau mit geschlossenem Ende außerhalb des Rohres zu stützen:
  - zwischen Inversionsbogen und Rohranfang
  - am Rohrendez.B. durch einen geeigneten Kalibrierschlauch oder Stützrohr (Dimension beachten).



1. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** auf die Trommelachse aufwickeln. Der Pfeil auf der Oberfläche des aufgewickelten Liners muss von der Trommelachse weg und in Richtung des Inversionsstutzens zeigen.



2. Den Anfang des **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mit Hilfe des Einzugseils durch den Inversionsstutzen und das entsprechende Inversionsrohr hindurchführen.



3. Den Anfang des **BRAWOLINER®** durch das Ausbilden einer Krempe über das Inversionsrohr stülpen.

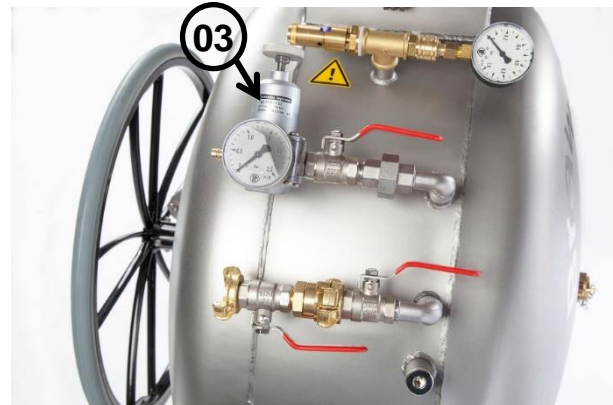


4. Die Krempe mit Gewebeklebeband vor Beschädigungen schützen und mit mindestens zwei Schlauchschellen am Inversionsrohr befestigen.



5. Das Inversionsrohr zum zu sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).

6. Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin öffnet der 1. Bediener die Druckluftzufuhr am Druckregelventil (Pos. 03). Im Regelfall wird mit einem Druck von 0,2 - 0,3 bar inversiert. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (*siehe Seite 32 und Seite 25*).



7. Die Inversionsgeschwindigkeit kann am Druckregelventil (Pos. 03) und am Handrad der BRAWO® Inversionstrommel beeinflusst werden.

8. Einbauvariantenabhängig:

## 8.1. Variante "Offenes Ende"

Die Inversion ist beendet, wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat, der Gummiring wegspringt und der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** zusammenfällt. Zur weiteren Arbeitsweise siehe **Kapitel 4.9.1 „Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel“** ab **Seite 70**.

## 8.2. Variante "Geschlossenes Ende"

Die Inversion ist beendet, wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat. Das Handrad arretieren.



Der Druck in der Sanierungsstrecke muss bis zur vollständigen Härtung beibehalten werden. Es soll sich möglichst an dem je nach Linertyp empfohlenen Härteindruck orientiert werden (**siehe Seite 25**). Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe Seite 32**).

Die weitere Vorgehensweise ist variantenabhängig:

- **Härtung bei Umgebungstemperatur**

Angaben zu Härtezeiten bei Umgebungstemperatur beachten. Siehe hierzu **Kapitel 3.3.4 „Harztypen“** auf **Seite 22** oder technische Datenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.

Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 9. auf **Seite 65** beschrieben.

- **Warmhärtung (Wasser)**

Siehe hierzu **Kapitel 4.10.0 „Warmhärtung (Wasser)“** ab **Seite 77**.



## 8.3. Variante "BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im BRAWOLINER<sup>®</sup>"

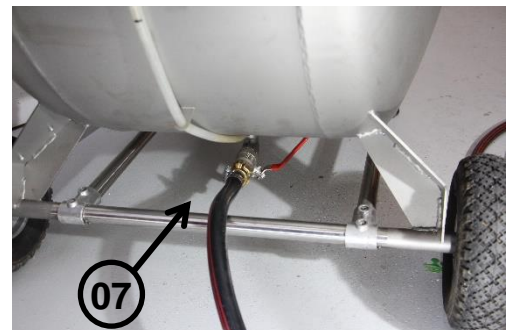
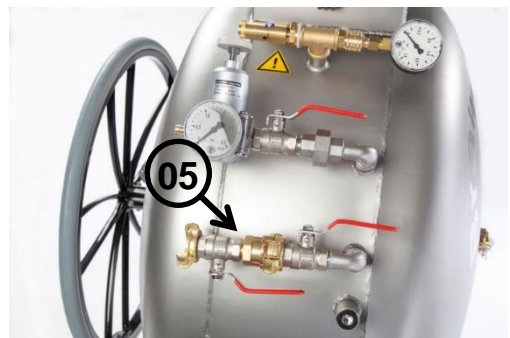
Mit Erreichen des Endes der Sanierungsstrecke gibt der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** die Öffnungen in der BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse frei. Einem Absinken des Innendruckes muss durch Erhöhen der Luftliefermenge am Druckregelventil der Steuereinheit entgegengewirkt werden.

Weiteres siehe hierzu **Kapitel 4.11.0 „Warmhärtung (Dampf)“** ab **Seite 85**.

9. Die Sanierungsstrecke kann unter Druck mittels Inspektionskamera kontrolliert werden.



10. Nach der vollständigen Härtung den Systemdruck ablassen (Kugelventil Pos. 05 öffnen).
11. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen.
12. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** bündig mit dem Altrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich ggf. ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).  
  
Falls Wasser in der Trommel steht das Kugelventil Pos. 07 öffnen und ableiten.
13. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.



– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –

## 4.8.2 Inversion des BRAWOLINER<sup>®</sup> mittels BRAWO<sup>®</sup> Dreibein

### GEFAHR!



- **VERBRÜHUNGSGEFAHR** durch heißes Wasser
- **KIPPGEFAHR!**  
Stets für sicheren Stand / Befestigung des Equipments sorgen.
- **ABSTURZGEFAHR** bei Arbeiten auf Gerüsten und Leitern.

### ACHTUNG!



- **Einbaurichtung:** Der auf dem Liner aufgedruckte Pfeil muss immer in Richtung Sanierungsbeginn (Rohranfang) zeigen!



- Der Inversionsdruck soll je nach Linertyp gemäß der Tabelle auf **Seite 25** eingestellt werden.

## 1. Bei Warmhärtung (Wasser) beachten:

Bei der Variante "Geschlossenes Ende" wird ein ausreichend langer Wasserschlauch mit dem verschlossenen Ende des imprägnierten **BRAWOLINER®** (parallel zum Halteband) verbunden.

Bei der Variante "Offenes Ende" wird der Wasserschlauch mit dem Kalibrierschlauch verbunden und inversiert.

**Eine Dampfhärtung ist in Verbindung mit dem BRAWO® Dreibein wird nicht empfohlen.**

2. Den Anfang des **BRAWOLINER®** mit Hilfe des Einzugseils durch den Inversionsschlauch und das entsprechende Inversionsrohr hindurchführen.



3. Den Anfang des **BRAWOLINER®** durch das Ausbilden einer Krempe um das Inversionsrohr stülpen.



- Die Krempe mit Gewebeklebeband vor Beschädigungen schützen und mit mindestens zwei Schlauchschellen am Inversionsrohr befestigen.



- Das Inversionsrohr zum zu sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).
- Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin beginnt der 1. Bediener den Inversionsschlauch mit Wasser zu befüllen. Im Regelfall wird mit einer Wassersäule von 2 – 3 m ( $\cong$  0,2 – 0,3 bar) inversiert. Bitte die Empfehlungen für jeden Linertyp von **Seite 25** beachten. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe ACHTUNG!** auf **Seite 32**).
- Die Inversionsgeschwindigkeit kann durch die Menge des zugeführten Wassers und ggf. am Halteband beeinflusst werden.
- Variantenabhängig:

## 8.1. Variante "Offenes Ende"

Wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** zur Hälfte inversiert ist, muss das mit dem Gummihandschuh verschlossene Ende losgelassen werden. Die Inversion ist beendet, wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat, der Gummiring wegspringt und der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** zusammenfällt. Zur weiteren Arbeitsweise siehe **Kapitel 4.9.2 „Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein**Inversion des Kalibrierschlauches mit “ auf **Seite 74**.

## 8.2. Variante "Geschlossenes Ende“

Die Inversion ist beendet, wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat. Das Halteband am Inversionsgerüst befestigen. Der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** wird mit dem, je Linertyp, empfohlenen Druck (**siehe Seite 25**) gehärtet. Im Regelfall wird mit einer Wassersäule von 3 – 4 m ( $\cong$  0,3 – 0,4 bar) gehärtet. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe ACHTUNG!** auf **Seite 72**).

Die weitere Vorgehensweise ist variantenabhängig:

- **Härtung bei Umgebungstemperatur:**

Angaben zu Härtezeiten bei Umgebungstemperatur beachten. Siehe hierzu **Kapitel 3.3.4 „Harztypen“** auf **Seite 22** oder technische Datenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.

Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 9. auf **Seite 69** beschrieben.

- **Warmhärtung (Wasser):**

Siehe hierzu **Kapitel 4.10.0 „Warmhärtung“** ab **Seite 77**.

9. Nach der vollständigen Härtung die Wassersäule ablassen, ggf. abpumpen.

10. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen.

11. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** bündig mit dem Altrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich gegebenenfalls ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).

12. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.

**– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –**



## 4.9.0 Kalibrierschlauch inversieren

Zum Inversieren des Kalibrierschlauchs stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Auswahl:

1. Inversionsverfahren mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel
2. Inversionsverfahren mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein

Zur Beschleunigung des Härtevorgangs kann beiden Verfahren im Anschluss eine **Warmhärtung (Wasser)** folgen.

### 4.9.1 Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel

#### VORSICHT!



#### QUETSCHGEFAHR!

Im Bereich des Handrades **Schutzhandschuhe** nutzen.

#### ACHTUNG!



- Ein zu frühes Zurückhalten des Kalibrierschlauches kann bei der Warmhärtung (Wasser) die Wasserzirkulation einschränken.
- Die Inversionsdrücke sollen gemäß Empfehlungen von **Seite 25** und **Seite 32** eingestellt werden.
- Die technischen Daten der eingesetzten Kalibrierschläuche sind zu beachten.
- Insbesondere bei Nennweiten  $>DN\ 225$  ist der Härteindruck entsprechend der Vorgaben zu limitieren.

1. Nachdem der Gummiring am Ende des Inversionsverfahrens "Offenes Ende" weggesprungen ist, fällt der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** in sich zusammen.
2. Das Druckregelventil (Pos. 03) schließen.



3. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen, den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** lösen und gegen Verrutschen sichern.
4. Das Sichtfenster (Pos. 06) öffnen und den Anfang des Kalibrierschlauches mit Hilfe des Einzugseils durch den Inversionsstutzen und das Inversionsrohr hindurch führen.
5. Den Anfang des Kalibrierschlauches am Inversionsrohr umstülpen, mit Gewebeklebeband fixieren und zusammen mit dem bereits inversierten **BRAWOLINER<sup>®</sup>** mit mindestens zwei Schlauchschellen befestigen. Das Sichtfenster (Pos. 06) luftdicht verschließen.
6. Das Inversionsrohr zum sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).
7. Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin öffnet der 1. Bediener, die Druckluftzufuhr am Druckregelventil (Pos. 03). Im Regelfall wird mit einem Druck von 0,2 - 0,3 bar inversiert. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe ACHTUNG!** auf **Seite 32 und Seite 25**).
8. Die Inversionsgeschwindigkeit kann am Druckregelventil (Pos. 03) und am Handrad der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel beeinflusst werden.
9. Die Inversion des Kalibrierschlauches ist beendet, wenn der Kalibrierschlauch das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat.

## ACHTUNG!



- Ein zu frühes Zurückhalten des Kalibrierschlauches kann bei der Warmhärtung (Wasser) die Wasserzirkulation einschränken.
- Die Härtedrücke sollen gemäß Empfehlungen von **Seite 25** und **Seite 32** eingestellt werden.
- Die technischen Daten der eingesetzten Kalibrierschläuche sind zu beachten.
- Insbesondere bei Nennweiten >DN 225 ist der Härtedruck entsprechend der Vorgaben zu limitieren.

10. Das Handrad arretieren.



11. Der Druck in der Sanierungsstrecke muss bei 0,3 bis 0,4 bar so lange beibehalten werden, bis das Harz gehärtet ist. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe ACHTUNG!** auf **Seite 32**).

Die weitere Vorgehensweise ist variantenabhängig:

- **Härtung bei Umgebungstemperatur**

Angaben zu Härtezeiten bei Umgebungstemperatur beachten. Siehe hierzu **Kapitel 3.3.4 „Harztypen“** auf **Seite 22** oder technische Datenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.

Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 12. auf **Seite 73** beschrieben.

- **Warmhärtung (Wasser)**

Siehe hierzu **Kapitel 4.10.0 „Warmhärtung“** auf **Seite 77**.



12. Die Sanierungsstrecke kann unter Druck mittels Inspektionskamera kontrolliert werden.



13. Nach der vollständigen Härtung den Kalibrierschlauch unter geringem Druck (ca. 0,05 bar) mit Hilfe des Haltebandes aus dem **BRAWOLINER**® durch Zurückstülpen herausziehen.

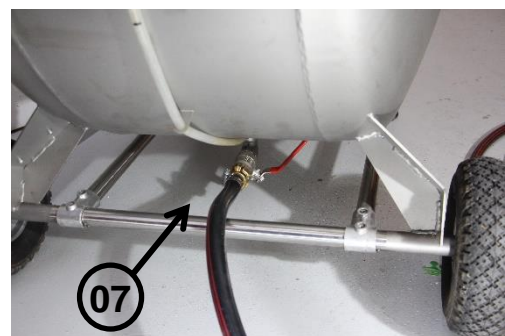
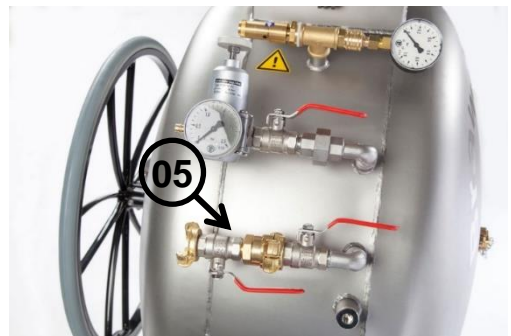
14. Den Systemdruck ablassen (Kugelventil Pos. 05 öffnen).

15. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen und den Kalibrierschlauch entnehmen.

16. Den **BRAWOLINER**® bündig mit dem Altrrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich ggf. ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).

17. Falls Wasser in der Trommel steht das Kugelventil Pos. 07 öffnen und ableiten.

18. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.



– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –

## 4.9.2 Inversion des Kalibrierschlauches mit BRAWO<sup>®</sup> Dreibein

### GEFAHR!



- **VERBRÜHUNGSGEFAHR** durch heißes Wasser
- **KIPPGEFAHR!**  
Stets für sicheren Stand / Befestigung des Equipments sorgen.
- **ABSTURZGEFAHR** bei Arbeiten auf Gerüsten und Leitern.

### ACHTUNG!



- Wurde der Linertyp **BRAWOLINER<sup>®</sup> 3D** inversiert, muss der Kalibrierschlauch gut geschmiert werden (auch innen). Den Kalibrierschlauch langsam und mit erhöhtem Druck (gemäß Tabelle **Seite 25**) inversieren. Die Nennweite des Kalibrierschlauches muss immer mindestens der des größten vorliegenden Rohrdurchmessers entsprechen.
- Die technischen Daten der eingesetzten Kalibrierschläuche sind zu beachten.
  - Insbesondere bei Nennweiten  $>DN\ 225$  ist der Härteindruck entsprechend der Vorgaben zu limitieren.

1. Nachdem der Gummiring am Ende des Inversionsverfahrens "Offenes Ende" weggesprungen ist, fällt der **BRAWOLINER<sup>®</sup>** in sich zusammen.
2. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen, den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** lösen und gegen Verrutschen sichern.
3. Den Anfang des Kalibrierschlauches mit Hilfe des Einzugseils durch den Inversionsschlauch und das Inversionsrohr hindurchführen.

4. Den Anfang des Kalibrierschlauches am Inversionsrohr umstülpen, mit Gewebeklebeband fixieren und zusammen mit dem bereits inversierten **BRAWOLINER®** mit mindestens zwei Schlauchschellen befestigen.
5. Das Inversionsrohr zum sanierenden Rohr hin ausrichten (2. Bediener).
6. Der 2. Bediener gibt das Signal zum Start. Daraufhin beginnt der 1. Bediener den Inversionsschlauch mit Wasser zu befüllen. Im Regelfall wird mit einer Wassersäule von 2 – 3 m ( $\cong$  0,2 – 0,3 bar) inversiert. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (siehe ACHTUNG! auf **Seite 32** und **Seite 25**).
7. Die Inversionsgeschwindigkeit kann durch die Menge des zugeführten Wassers und am Halteband beeinflusst werden.
8. Die Inversion des Kalibrierschlauches ist beendet, wenn der Kalibrierschlauch das Ende der Sanierungsstrecke erreicht hat.

## ACHTUNG!



- **Ein zu frühes Zurückhalten des Kalibrierschlauches kann bei der Warmhärtung (Wasser) die Wasserzirkulation einschränken.**
- **Die Härtedrücke sollen gemäß Empfehlungen von **Seite 25** eingestellt werden.**
- **Die technischen Daten der eingesetzten Kalibrierschläuche sind zu beachten.**
- **Insbesondere bei Nennweiten >DN 225 ist der Härtedruck entsprechend der Vorgaben zu limitieren.**

9. Das Halteband am Inversionsgerüst befestigen.
10. Der Druck in der Sanierungsstrecke muss bei 3 – 4 m Wassersäule ( $\cong$  0,3 – 0,4 bar) so lange beibehalten werden, bis das Harz gehärtet ist. Besondere Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe Seite 32**).

Die weitere Vorgehensweise ist variantenabhängig:

- **Härtung bei Umgebungstemperatur**

Angaben zu Härtezeiten bei Umgebungstemperatur beachten. Siehe hierzu **Kapitel 3.3.4 „Harztypen“** auf **Seite 22** oder technische Datenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.

Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 11. auf **Seite 76** beschrieben.

- **Warmhärtung (Wasser)**

Siehe hierzu **Kapitel 4.10.0 „Warmhärtung (Wasser)“** ab **Seite 77**.

11. Nach der vollständigen Härtung den Kalibrierschlauch unter geringem Druck (ca. 0,5 m Wassersäule  $\cong$  0,05 bar) mit Hilfe des Haltebandes aus dem **BRAWOLINER<sup>®</sup>** durch Zurückstülpen herausziehen. Ansteigende Wassersäule ggf. abpumpen.

12. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen und den Kalibrierschlauch entnehmen.

13. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** bündig mit dem Altrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich ggf. ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).

14. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.

**– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –**

## 4.10.0 Warmhärtung (Wasser)

in Verbindung mit Gütezeichen S27.1

### GEFAHR!



- **VERGIFTUNGSGEFAHR DURCH ABGASE!**  
Die BRAWO® HotBox im Freien aufstellen oder für eine entsprechende Abführung der Abgase ins Freie sorgen.
- **FEUERGEFAHR!**  
Niemals den Abgas-Kamin (Pos. A) abdecken.



### WARNUNG!



**VERBRÜHUNGSGEFAHR**  
durch heißes Wasser oder Dampf.

### VORSICHT!



**VERBRENNUNGSGEFAHR**  
an der BRAWO® HotBox. Heiß werdende Teile.

### ACHTUNG!



Die erforderlichen Vorbedingungen zur Nutzung der BRAWO® HotBox sind zu beachten. Der separaten Bedien- und Wartungsanweisung der BRAWO® HotBox ist Folge zu leisten.

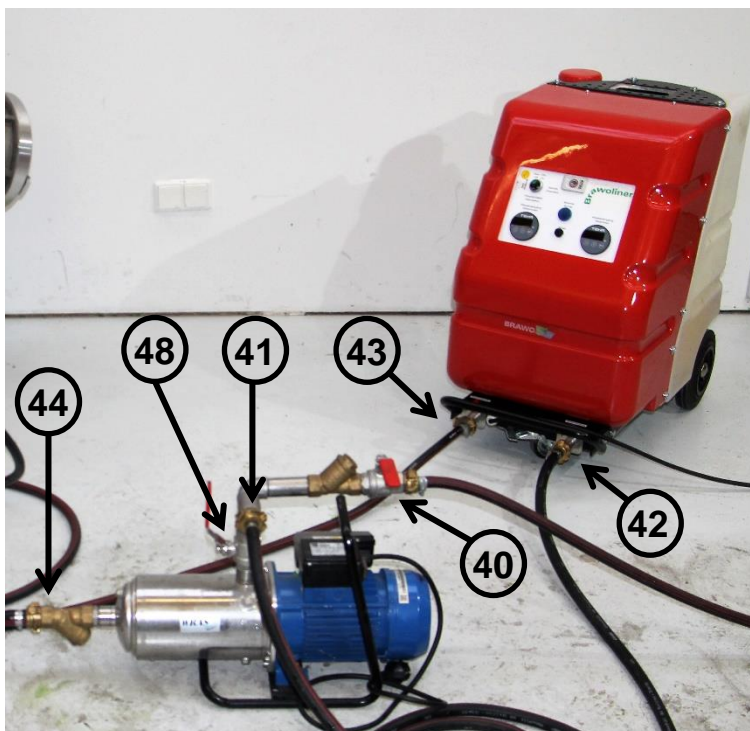
## HINWEIS!



Bei der BRAWO<sup>®</sup> HotBox handelt es sich um ein ölbefeuertes Erhitzer-Modul, das Wasser wird im Durchlauf erhitzt.

### Allgemeine Vorbereitungen:

1. Wasserzufuhr herstellen:
  - a) Vom Wasserhahn zur Zirkulationspumpe (Pos. 40)
  - b) Von der Zirkulationspumpe (Pos. 41) zum Wassereingang der BRAWO<sup>®</sup> HotBox (Pos. 42)
  - c) Vom Wasserausgang der BRAWO<sup>®</sup> HotBox (Pos. 43) zur BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel (Pos. 02), bzw. BRAWO<sup>®</sup> Dreibein (= **Vorlauf**).



2. Den Saugschlauch mit dem Sauganschluss (Pos. 44) der Zirkulationspumpe verbinden. Hierzu einen möglichst kurzen Schlauch verwenden. Das andere Ende des Saugschlaches ist mit dem Kugelventil am Trommelboden (Pos. 07) zu verbinden, bzw. bei der Variante BRAWO<sup>®</sup> Dreibein ragt das Ende des Saugschlaches ausreichend weit in das BRAWO<sup>®</sup> Dreibein und ist zu befestigen (= **Rücklauf**).



3. Die weitere Vorgehensweise ist variantenabhängig:

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel**

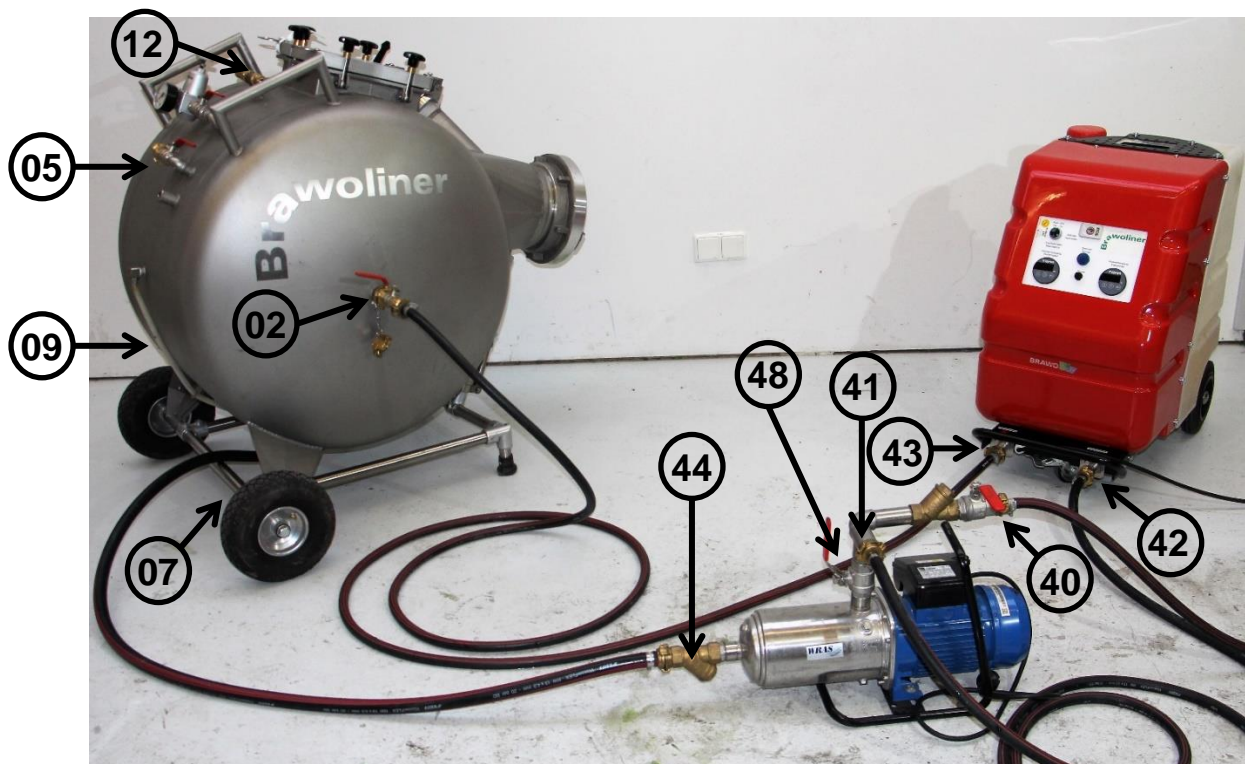
Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 4. auf **Seite 79** beschrieben.

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Dreibein**

Sicherstellen, dass die gewünschte Füllhöhe zur Härtung erreicht ist (im Regelfall 3 – 4 m). Kugelventil (Pos. 40) schließen.

Die weitere Arbeitsweise ist ab Punkt 7. auf **Seite 80** beschrieben.

4. Wasser einfüllen: Kugelventil (Pos. 48) schließen, Kugelventil (Pos. 02) öffnen, den Wasserhahn und das Kugelventil (Pos. 40) öffnen und solange kaltes Wasser einlaufen lassen, bis die BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel etwa zu einem Viertel gefüllt ist (Wasserstandanzeige Pos. 09). Während des Befüllens muss ständig der Systemdruck überwacht werden (Pos. 12). Bei einem Anstieg über 0,4 bar etwas Luft ablassen (Kugelventil Pos. 05). Der Betriebsdruck sollte zwischen 0,3 - 0,4 bar liegen. Die variierenden Härte drücke je nach Linertyp beachten (**Seite 25**). Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (**siehe ACHTUNG!** auf **Seite 32**).

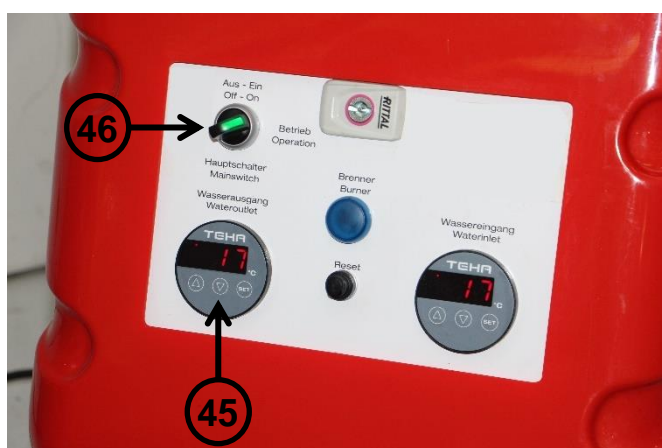


5. Ist der Füllstand erreicht, wird das Kugelventil Pos. 40 geschlossen.

6. Kugelventil am Trommelboden (Pos. 07) öffnen.



7. Kugelventil zur Zirkulation (Pos. 48) öffnen.
8. Sicherstellen, dass sich keine Luft im Kreislauf befindet, ggf. entlüften. Anschließend die Zirkulationspumpe einschalten.
9. BRAWO<sup>®</sup> HotBox einschalten (Pos. 46).
10. Am Regler der BRAWO<sup>®</sup> HotBox (Pos. 45) die empfohlene Wassertemperatur einstellen.
  - **Bis zu 55 °C:** bei Verwendung von BRAWOLINER<sup>®</sup>
  - **Bis zu 75 °C:** bei Verwendung von BRAWOLINER<sup>®</sup> HT und/oder temperaturstabilem Kalibrierschlauch



11. Während des Erwärmens steigt der Systemdruck nochmals an. Ggf. Luft bzw. Wasser ablassen. Der Härteindruck sollte zwischen 0,3 - 0,4 bar ( $\cong$  3 – 4 m Wassersäule) liegen. Gegebenheiten vor Ort können abweichende Drücke erfordern (*siehe ACHTUNG!* auf [Seite 14](#)). Auch [Kapitel 2.4.0 „Gefahrenquellen – Unfallverhütung“](#) auf [Seite 7](#) und die unterschiedlichen Einbauhinweise der verwendeten Linertypen auf [Seite 61](#), [Seite 25](#) und [Seite 72](#)) sind zu beachten.
12. Die Rücklauftemperatur ist zu kontrollieren (z.B. separates Thermometer). Nachdem der Rücklauf die empfohlene Temperatur erreicht hat, beginnt die Härtezeit.  
Die erforderliche **Gesamtheizdauer** setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{array}{rcl}
 & \textbf{Aufheizzeit} & \\
 + & \textbf{Härtezeit} & \\
 \hline
 = & \textbf{Gesamtheizdauer} & 
 \end{array}$$

## HINWEIS!



Der Brenner schaltet sich ein, wenn:

- Die BRAWO® HotBox eingeschaltet ist
- Wasser zirkuliert
- Die Wassertemperatur unter der Solltemperatur liegt

## HINWEIS!



Angaben zu den Härtezeiten der BRAWO® Harze bei Warmhärtung beachten.

Siehe hierzu [Kapitel 3.3.4 „Harztypen“](#) auf [Seite 22](#) oder technische Datenblätter der BRAWO® Harze.

## ACHTUNG!



### HÄRTEZEIT:

Erst nachdem der Rücklauf die empfohlene Temperatur erreicht hat (=Aufheizzeit), beginnt die Härtezeit.

- BRAWO® I: ca. 100 Minuten bei 50 °C  
ca. 45 Minuten bei 70 °C
- BRAWO® III/ AC: ca. 220 Minuten bei 50 °C  
ca. 140 Minuten bei 70 °C
- BRAWO® HT: ca. 140 Minuten bei 50 °C  
ca. 80 Minuten bei 70 °C
- BRAWO® TC: ca. 540 Minuten bei 60 °C  
ca. 300 Minuten bei 70 °C

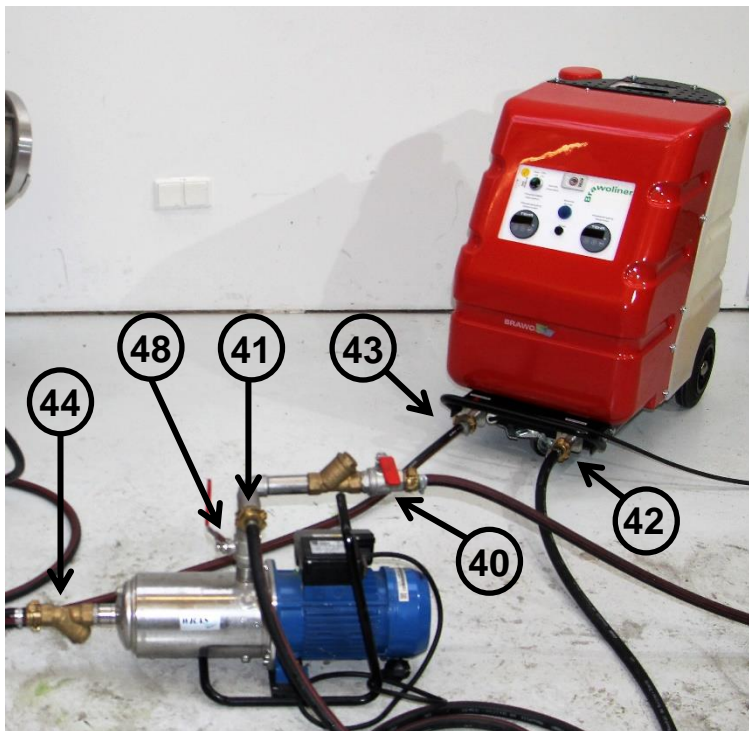
13. Nachdem die Härtezeit abgelaufen ist, die Festigkeit des inversierten **BRAWOLINER®** prüfen (am Stück, das aus dem sanierten Rohr ragt). Wenn der **BRAWOLINER®** nicht mehr von Hand verformbar ist, ist der Härtevorgang abgeschlossen und der Abkühlprozess kann begonnen werden.

## ACHTUNG!



Während des Abkühlens den Druck konstant halten.

14. Die BRAWO® HotBox abschalten.



15. Den Wasserschlauch vom Wasserhahn an Pos. 40 entfernen und mit dem Vorlaufschlauch (war am Wasserausgang der BRAWO® HotBox (Pos. 43) angeschlossen) verbinden.

16. Rücklaufschlauch neu verlegen:

- **Variante BRAWO® Inversionstrommel**

Vom Ventil im Trommelboden (Pos. 07) einen Wasserschlauch ins Freie legen (ACHTUNG: Wasser nicht auf den eingebauten Liner leiten).

- **Variante BRAWO® Dreibein**

Den Rücklaufschlauch an Pos. 42 entfernen, ggf. verlängern und ins Freie legen (ACHTUNG: Wasser nicht auf den eingebauten Liner leiten).

17. Den Wasserhahn öffnen und solange kaltes Wasser zuführen, bis das Inversionsrohr erkaltet ist. Der Druck ist hierbei konstant zu halten:

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel**

Regulieren durch Öffnen des Ventils im Trommelboden (Pos. 07).

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Dreibein**

Die ansteigende Wassersäule abpumpen.

18. Danach die Wasserzufuhr schließen.

19. Systemdruck ablassen:

- **Variante „Geschlossenes Ende“ BRAWOLINER<sup>®</sup>**

Ggf. Kugelventil Pos. 05 öffnen.

Am Ende der Sanierungsstrecke den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** öffnen, das Wasser fließt ab. Den Wasserschlauch lösen und zurückziehen.

- **Variante „Offenes Ende“ BRAWOLINER<sup>®</sup>**

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel**

a) Wasserschlauch an der Trommelachse entfernen (Pos. 02).

b) Sichtfenster (Pos. 06) öffnen.

c) Den Kalibrierschlauch und den Wasserschlauch mit Hilfe des Handrades zurückziehen.

- **Variante BRAWO<sup>®</sup> Dreibein**

a) Wassersäule auf  $\leq 0,5$  m abpumpen.

b) Nach der vollständigen Härtung den Kalibrierschlauch unter geringem Druck (ca. 0,5 m Wassersäule  $\triangleq$  0,05 bar) mit Hilfe des Haltebandes aus dem **BRAWOLINER<sup>®</sup>** durch Zurückstülpen herausziehen. Ansteigende Wassersäule ggf. abpumpen.

20. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen.

21. Den **BRAWOLINER<sup>®</sup>** bündig mit dem Altrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich gegebenenfalls ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).

22. Falls Wasser in der Trommel steht das Kugelventil Pos. 07 öffnen und ableiten.

23. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.

**– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –**

## 4.11.0 Warmhärtung (Dampf)

in Verbindung mit Gütezeichen S27.2

### GEFAHR!



- Die Hinweise der Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV (ehemals Dampfkesselverordnung) sind zu beachten!
- **VERGIFTUNGSGEFAHR DURCH ABGASE!**  
Die BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit im Freien aufstellen oder für eine entsprechende Abführung der Abgase ins Freie sorgen.
- **FEUERGEFAHR!**  
Heiße Teile nicht abdecken, niemals den Abgas-Kamin abdecken.
- Der Dampferzeuger darf nur mit gefiltertem und enthärtetem Wasser betrieben werden, das zusätzlich mit einem Sauerstoffbinder zu versetzen ist!
  - ⇒ Das Verwenden von nichtaufbereitetem Wasser führt zu Kalkablagerungen (Kesselstein) und Korrosion!
  - ⇒ Bei Nichtbeachten können Funktionsverlust der Sicherheitseinrichtungen (Überdruckventil, Wassermangelschutz) und Bersten des Druckkessels die Folge sein!

### WARNUNG!



- **VERBRÜHUNGSGEFAHR**  
durch heißes Wasser oder Dampf.

## VORSICHT!



- **VERBRENNUNGSGEFAHR**  
durch heiße Teile.

## ACHTUNG!



Die erforderlichen Vorbedingungen zur Nutzung der BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit sind zu beachten. Der separaten Bedien- und Wartungsanweisung der BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit ist Folge zu leisten.

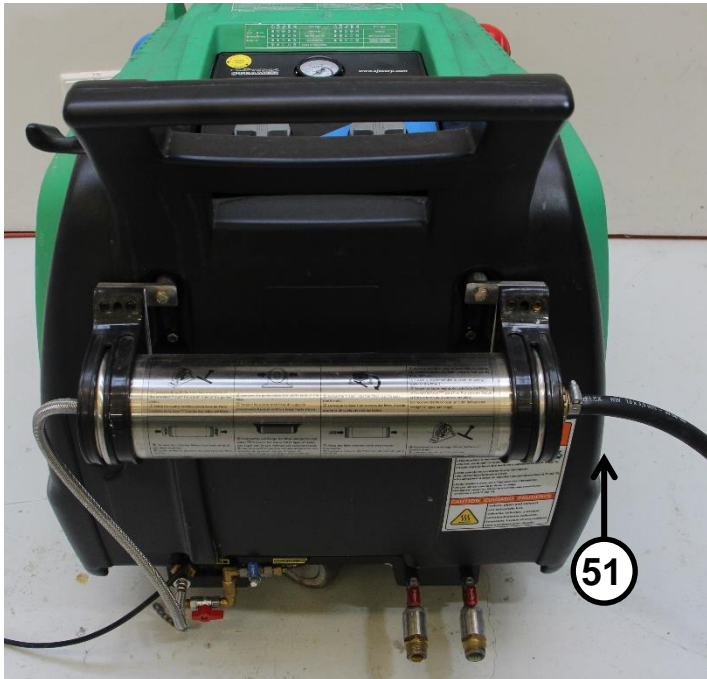
## HINWEIS!



- Bei der BRAWO<sup>®</sup> SteamUnit handelt es sich um einen mit Diesel befeuerten Schnelldampf-erzeuger mit einem Dampfkessel als Pufferspeicher.
- Der Dampferzeuger hat eine Aufheizzeit von ca. 10 - 15 Minuten.
- Die folgenden Schritte 1 bis 8 sollten vor dem Inversionsvorgang oder parallel dazu ausgeführt werden.
- Bei BRAWO<sup>®</sup> RR und BRAWO<sup>®</sup> SRR besteht bei Härtung mit Dampf die Gefahr einer extremen Temperatur-entwicklung als Folge der exothermen Harzreaktion. Daher wird die Härtung mit Dampf nicht empfohlen.



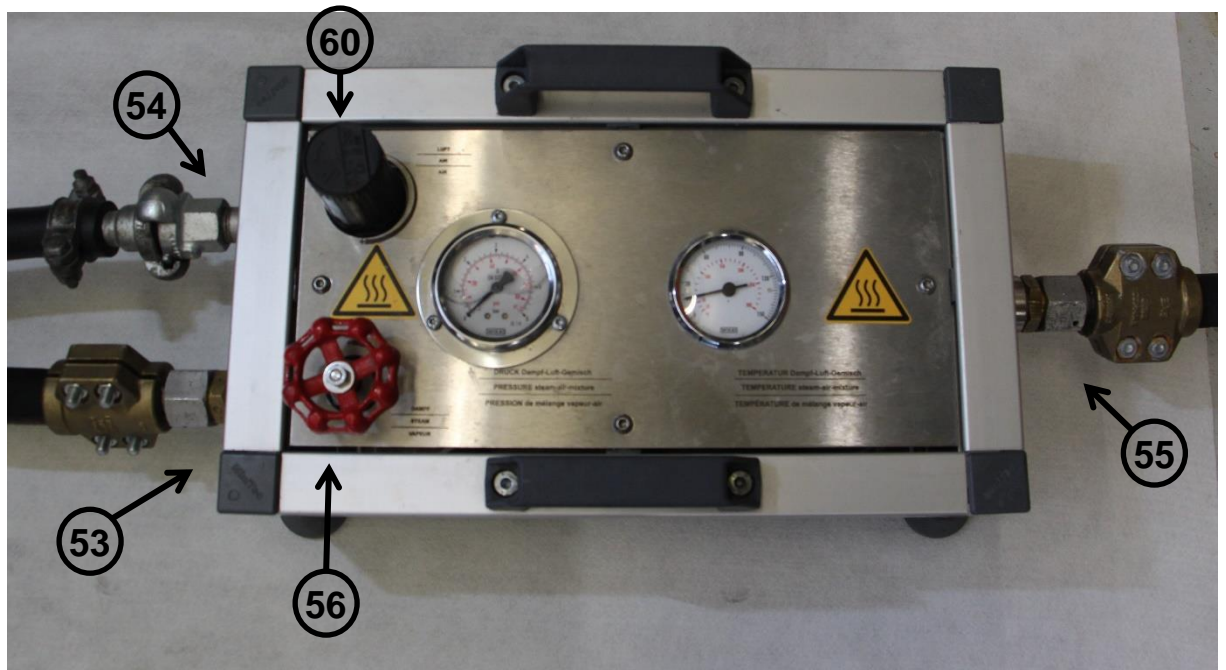
1. Dampferzeuger und BRAWO® Control auf einer geeigneten, waagrechten Fläche kippstabil aufstellen und die Bremsen an den Rollen blockieren.
2. Schlauchverbindungen herstellen:
  - a) Trinkwasserhahn → Wassereinlass Dampferzeuger (Pos. 51)



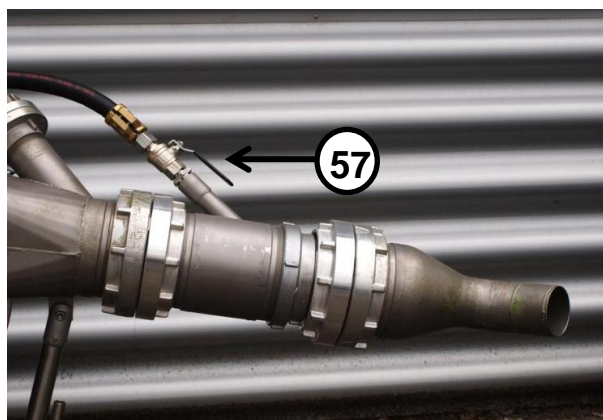
- b) Dampfentnahmeventil (Pos. 52) → Dampfeinlass BRAWO® Control (Pos. 53)



c) Kompressor → Lufteinlass BRAWO<sup>®</sup> Control (Pos. 54)



d) Entnahmeventil BRAWO<sup>®</sup> Control (Pos. 55) → Dampfeinlass am Zwischenstück (Pos. 57).



3. Sicherstellen, dass der Kugelventil am Dampfeinlass an der BRAWO<sup>®</sup> Control (Pos. 56) geschlossen ist.
4. Den Schalter „POWER“ (Pos. 58) und den Schalter „STEAM“ (Pos. 59) am Dampferzeuger anschalten um den Strom und die Wasserpumpe einzuschalten. Die Wasserpumpe pumpt nun Wasser in den Kessel. Wenn der Wasserstand den oberen Wassersensor erreicht, stoppt die Wasserpumpe. Wenn der benötigte Druck (ca. 8 bar) erreicht ist, stoppt die Aufheizung.



## HINWEIS!



- Dampftemperatur und Dampfkesseldruck hängen unmittelbar zusammen.
- Um Dampf der strömenden Luft beimischen zu können, muss der Dampfdruck stets über dem an der Regeleinheit eingestellten Luftdruck liegen.

5. Dampfeinlass am Zwischenstück (Pos. 57) öffnen.
6. Luftmenge am Druckregelventil der BRAWO® Control (Pos. 60) einstellen. Die Luftzufuhr an der Inversionstrommel (Pos. 03) schließen.
7. Dampf am Dampfregelventil (Pos. 56) zur bereits strömenden Luft hinzudosieren.

## HINWEIS!



- Der Innendruck des Liners / Kalibrierschlauch ist bei Verwendung der BRAWO® Dampfhülse durch die Menge des einströmenden Dampf-Luft-Gemisches zu regulieren und gemäß den Empfehlungen von **Seite 25** und **Seite 32** konstant zu halten.

- Die Temperatur des Dampf-Luft-Gemischs ist am Dampfeinlass des Inversionsequipments auf ca. 80 °C einzuregeln.
  - Die maximale Temperaturbelastbarkeit des Altrohres ist zu beachten!
  - Die maximale Temperaturbeständigkeit des Kalibrierschlauchs ist zu beachten!
8. Den Druck in der BRAWO<sup>®</sup> Inversionstrommel und die Temperatur am Dampfeinlass durch Nachregeln am Luftregelventil (Pos. 60) bzw. Dampfregeventil (Pos. 56) auf die oben genannten Sollwerte einstellen.
9. Die erforderliche **Gesamtheizdauer** setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{array}{r} \text{Aufheizzeit} \\ + \text{Härtezeit} \\ \hline = \text{Gesamtheizdauer} \end{array}$$

## ACHTUNG!



**AUFHEIZZEIT:**  
Ist abhängig von der Länge und den Umgebungsbedingungen der Sanierungsstrecke sowie vom Durchmesser des inversierten BRAWOLINER<sup>®</sup> HT.

Es wird empfohlen die tatsächlich vorhandene Temperatur zwischen Liner und Altrohr zu messen.

## ACHTUNG!



**HÄRTEZEIT:**  
Erst nachdem das dem Dampfeinlass abgewandte Ende des BRAWOLINER<sup>®</sup> HT die empfohlene Temperatur erreicht hat (=Aufheizzeit), beginnt die Härtezeit.

- **BRAWO<sup>®</sup> I:** ca. 100 Minuten bei 50 °C  
ca. 45 Minuten bei 70 °C
- **BRAWO<sup>®</sup> III/ AC:** ca. 220 Minuten bei 50 °C  
ca. 140 Minuten bei 70 °C
- **BRAWO<sup>®</sup> HT:** ca. 140 Minuten bei 50 °C  
ca. 80 Minuten bei 70 °C
- **BRAWO<sup>®</sup> TC:** ca. 540 Minuten bei 60 °C  
ca. 300 Minuten bei 70 °C

## HINWEIS!



Angaben zu den Härtezeiten der BRAWO<sup>®</sup> Harze bei Warmhärtung beachten.

Siehe hierzu **Kapitel 3.3.4 „Harztypen“** auf **Seite 22** oder **technische Datenblätter der BRAWO<sup>®</sup> Harze.**

10. Nach Verstreichen der Gesamtheizdauer, die Festigkeit des inversierten **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT** prüfen (am Stück, das aus dem sanierten Rohr ragt). Wenn der **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT** nicht mehr von Hand verformbar ist, ist der Härtevorgang abgeschlossen und der Abkühlprozess kann begonnen werden.
11. Den Dampferzeuger abschalten und Dampfentnahmeventil (Pos. 52) schließen.
12. Der Luftvolumenstrom (bzw. Innendruck) kann zum zügigen Abkühlen am Druckregelventil (Pos. 60) erhöht werden. Maximalen Innendruck von ca. 0,6 bar nicht überschreiten. Nach Abkühlen auf ca. 35°C kann der Innendruck abgelassen werden.
13. Variantenabhängig:
  - **Variante "BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im BRAWOLINER<sup>®</sup> HT"**

Am Ende der Sanierungsstrecke den **BRAWOLINER<sup>®</sup> HT** öffnen, die BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse entnehmen und das Halteband zurückziehen.
  - **Variante "BRAWO<sup>®</sup> Dampfhülse im Kalibrierschlauch"**

Den Kalibrierschlauch unter geringem Druck (ca. 0,05 bar) aus dem **BRAWOLINER®** durch Zurückstülpen herausziehen.

14. Schlauchschellen am Inversionsrohr öffnen.

15. Den **BRAWOLINER®** bündig mit dem Altrohr abschneiden. Unebenheiten im Sohlenbereich gegebenenfalls ausgleichen (z.B. mit Zementmörtel).

16. Eventuell verschlossene Zuleitungen mit geeignetem Werkzeug öffnen.

**– Die von Ihnen gewählte Einbauvariante ist beendet. –**



## 5.0.0 **Wartung und Instandhaltung**

### **ACHTUNG!**



- Die Angaben über die einzuhaltenden Wartungs- und Inspektionsfristen sind den jeweiligen Betriebs- und Wartungsanleitungen der einzelnen Maschinen und Geräte zu entnehmen.
- Defekte Teile stets durch Originalzubehör der Firma BRAWO SYSTEMS GmbH ersetzen. Nur so ist der einwandfreie Betrieb der Maschine/Anlage gewährleistet.
- Die Wartungs-, Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten dürfen nur von hierfür beauftragtem Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die einschlägigen Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften beachten.
- Für eine sichere und umweltschonende Entsorgung von Betriebs- und Hilfsstoffen, sowie Austauschteilen sorgen.



## **6.0.0 Störungshilfe**

Siehe hierzu die jeweiligen Betriebsanleitungen der einzelnen Maschinen und Geräte.

## 7.0.0 Wissenswertes über Reaktionsharze

Die zum Einsatz kommenden Epoxidharze sind so genannte Reaktionsharze.

### 7.1.0 Was sind Reaktionsharze?

Reaktionsharze bestehen im Allgemeinen aus 2 Komponenten und werden im flüssigen Zustand an der Baustelle vermischt und verarbeitet. Durch chemische Reaktion erhärten sie in relativ kurzer Zeit.

Reaktionsharze können bei entsprechender Zusammensetzung hohe mechanische Festigkeiten, sowie Widerstandsfähigkeiten gegen Chemikalien und Witterungseinflüsse erreichen.

### 7.2.0 Einfluss der Temperatur auf die Topfzeit

Nach dem Mischen der Komponenten beginnt die chemische Reaktion (= Härtezeit). Die Topfzeit ist ein Indiz für die jeweiligen Verarbeitungs- und Härtezeiten der Epoxidharze.

Bei den hier angegebenen Topfzeiten handelt es sich um im Labor gemessene Werte, die an Mischungen von 100 g ermittelt wurden.

Je höher die Umgebungstemperatur, bzw. je größer die Harzmenge, die gemischt wird, desto schneller erfolgt die chemische Reaktion (= die Härtung). Somit wird bei steigender Harzmenge auch die theoretische Verarbeitungszeit und Härtezeit stark verkürzt.

#### **Faustregel:**

**Eine Temperaturerhöhung um 10 °C halbiert die Topfzeit.**

**Eine Temperaturverminderung um 10 °C verdoppelt die Topfzeit.**

## 7.3.0 Verarbeitungshinweise

### HINWEIS!



**Die technischen Datenblätter der entsprechenden Harze beachten.**

Beim Umgang mit diesen Harzen müssen Sicherheitsregeln beachtet werden. Siehe hierzu **Kapitel 2.4.0 „Gefahrenquellen – Unfallverhütung“** auf **Seite 7**.

### ACHTUNG!



- **Die Mischungsverhältnisse sind einzuhalten!**
- **Eine Änderung der Härtermenge hat keinen Einfluss auf die Härtegeschwindigkeit, sondern führt zu einer Verschlechterung der Materialeigenschaften.**
- **Bei Verwendung von BRAWO<sup>®</sup> TC muss der Härter vollständig aufgerührt und dann erst dem Stamm beigefügt werden.**

Lagerung:

Die Lagerung muss frostfrei erfolgen, die Lagertemperatur idealerweise zwischen +5 °C und +30 °C liegen.

Verarbeitung:

Die Verarbeitungszeit der Harzmischungen wird beeinflusst durch:

- **die Verarbeitungstemperatur**

Vor der Verarbeitung die Komponenten auf +13 °C bis +15 °C temperieren. Wir empfehlen zur Temperierung die Lagerung in einem Klimaschrank.

## ACHTUNG!



**Vor dem Verarbeiten stets die Harztemperatur überprüfen und protokollieren.**

- **die Ansatzgröße:**

Ansatzmengen klein halten (keine Gebinde zusammengießen).

- **die Mischzeit:**

Die Mischzeit sollte 3 Minuten betragen. Mit langsam laufendem Rührgerät, wie z. B. BEBA-Mischer doppelläufig, arbeiten.

## ACHTUNG!



- **Den Boden und die Seitenwände der Harzgebände beim Mischen mit dem Mischwerkzeug abstreifen.**
- **Bei dem Mischvorgang stets darauf achten keine Luft in das Harz einzurühren.**

- **die Umgebungstemperatur:**

Bei höheren Außentemperaturen im Schatten arbeiten und keine Gebinde in der Sonne stehen lassen. Bei der Kalthärtung ist zudem die Temperatur im Kanal zu beachten.

Zur Ermittlung der erforderlichen Harzmengen siehe **Kapitel 7.5.0 „Harz“** auf **Seite 99**.

## 7.4.0 Einfluss der Härtetemperatur auf die Harzeigenschaften

Allgemein lässt sich feststellen, dass bis zu einer gewissen Grenze gilt:

### HINWEIS!



**Je wärmer ein Epoxidharz gehärtet wird, desto besser werden die mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften.**

E-Modul, Kriechverhalten, Wärmeformbeständigkeit und chemische Beständigkeit lassen sich somit verbessern.

Ein nachträglicher Temperschritt (Erwärmen nach abgeschlossenem Härtevorgang) verbessert die Eigenschaften ebenfalls.

### ACHTUNG!



- Bei Harzansammlungen können - speziell bei BRAWO<sup>®</sup> RR, BRAWO<sup>®</sup> SRR und BRAWO<sup>®</sup> I - sehr hohe Reaktionstemperaturen im Harz entstehen.
- Insbesondere bei Dampfhärtung können diese Temperaturspitzen nicht abgeleitet werden.
- Wir empfehlen diese Harze bei gemäßigter Temperatur zu härten, bzw. die Härtung mit Warmwasser durchzuführen.
- Eine Härtetemperatur  $> 70^{\circ}\text{C}$  sollte vermieden werden.

## 7.5.0 Harzverbrauch BRAWOLINER®

### BRAWOLINER® / BRAWOLINER® HT

DN	Zum Erreichen von min. 3 mm Wandstärke			Reduzierte Wandstärke <sup>1)</sup> min. 2mm	
	Walzen- abstand	BRAWO® I BRAWO® III BRAWO® RR BRAWO® SRR in kg / m	BRAWO® HT in kg / m	Walzen- abstand	BRAWO® HT in kg / m
50	7,0 mm	0,5	0,6	4,2 mm	0,3
70	8,5 mm	0,8	0,9	6,5 mm	0,6
100		1,1	1,3		1,0
125		1,4	1,6	7,0 mm	1,2
150		1,7	2,0		1,5
200	2,3	2,7	2,0		

### BRAWOLINER® 3D / BRAWOLINER® HT 3D

DN	Zum Erreichen von min. 3 mm Wandstärke			Reduzierte Wandstärke <sup>1)</sup> min. 2mm	
	Walzen- abstand	BRAWO® I BRAWO® III BRAWO® RR BRAWO® SRR in kg / m	BRAWO® HT in kg / m	Walzen- abstand	BRAWO® HT in kg / m
70-100	10,0 mm	0,9	1,1	7,0 mm	0,7
100-150	12,0 mm	1,5	1,8	10,0 mm	1,4
150-225		2,3	2,7		2,2

<sup>1)</sup> Um insbesondere bei Fallleitungen übermäßige Harzansammlungen in Zuläufen kleiner Nennweiten (DN40-DN70) zu vermeiden, empfiehlt es sich den Liner mit reduziertem Walzenabstand und reduzierter Harzmenge zu imprägnieren.

**BRAWOLINER® 3D DN 200-300**

DN	Zum Erreichen von min. 4,7 mm Wandstärke	
	Walzen- abstand	BRAWO® I BRAWO® III in kg / m
200-300	14 mm	4,1

**BRAWOLINER® 3D DN 300-400**

DN	Zum Erreichen von min. 5,1 mm Wandstärke		
	Walzen- abstand	BRAWO® AC in kg / m	BRAWO® TC in kg / m
300-400	15,5 mm	7,1	7,5

**BRAWOLINER® XT / BRAWOLINER® HT XT**

DN	Zum Erreichen von min. 4 mm Wandstärke		
	Walzen- abstand	BRAWO® I BRAWO® III BRAWO® RR BRAWO® SRR in kg / m	BRAWO® HT in kg / m
100	11,0 mm	1,7	2,0
125		2,0	2,4
150		2,3	2,8
200		3,1	3,7

Alle Angaben sind als circa-Angaben zu verstehen und basieren auf experimentell ermittelten Werten.  
Abweichungen in Abhängigkeit zu Umgebungsbedingungen möglich.



## **8.0.0 Einbauprotokoll**

Das im Anhang dargestellte Einbauprotokoll ist eine Empfehlung unsererseits und enthält alle wichtigen Details, um auch zu einem späteren Zeitpunkt die Sanierung nachvollziehen zu können.

Einbauprotokoll BRAWOLINER®				Blatt:		Wetter		Einsatzleiter:											
Gütezeichen S27.1 (Wasser) <input type="checkbox"/>		Gütezeichen S27.2 (Dampf) <input type="checkbox"/>		Datum:		Temperatur:		Personal:											
						Niederschlag:		Kol. Fahrzeug:											
Einsatzort:				Auftraggeber:				Baustellennummer:											
TV-Voruntersuchung ("zutreffendes umkreisen")		JA *		NEIN *		HD-Reinigung		JA		NEIN		Tagesabspernung		JA		NEIN			
TV-Nachuntersuchung		JA		NEIN		Kalibrierung		JA		NEIN		Fräsarbeiten		JA		NEIN			
DN:		Länge:		Material:		Von Schacht:		Nach Schacht:											
Schachttiefe in [m]:				Lage:				Durchmesser in [m]:											
Gefälle (Höhenunterschied) in [m]:				Schadensart:				Anzahl / Lage der Zuläufe:											
Bögen:																			
Pumpenanzahl:		Stck.		Absperrblase		Stck.		Pumpenleitung: m		Entfern. Wasseranschluss [m]:		Entfern. Heizanlage [m]:							
Material		Materialfestlegung durch		AG <input type="checkbox"/>		AN/Bauleiter <input type="checkbox"/>		AN / Polier <input type="checkbox"/>		Anmerkungen:									
Liner		Brawoliner <input type="checkbox"/>		Brawoliner 3D <input type="checkbox"/>		HT-Variante <input type="checkbox"/>		Nennweite DN:		Harz		Chargennr.: Komp. A:		Brawo					
		Brawoliner XT <input type="checkbox"/>		Anschlussman. <input type="checkbox"/>				Chargennummer Karton:				Chargennr.: Komp. B:		I III HT AC TC RR SRR					
<b>Einbau</b>																			
Verwendung Preliner		JA		NEIN		Bemerkungen:						<b>Skizze</b>							
Ende		Offen		Hülse		Zu													
Kalibrierschlauch		JA		NEIN															
Abwasserfrei?		JA		NEIN															
Harzlagertemperatur (SOLL: 5°C - 30°C):				°C															
Harztemperatur vor Einbau (SOLL: 13 - 15 °C):				°C															
Mischungsverhältnis [A:B]:				:															
Harzmenge in [kg/m]:		IST		Gesamt [kg] SOLL:		Gesamt [kg] IST:		IST A [kg]:		B [kg]:									
Mischzeit (SOLL: 3 min):		min		Walzenabstand, IST: mm		Walzenabstand, SOLL: mm													
Vakuum (SOLL: 0,5 bar, 5 min vor u. zur Tränkung)		bar																	
Verarbeitungszeit im Liner:		Brawo I (max. ca. 50 min bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo III (max. ca. 3,5 h bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo RR (max. ca. 30 min bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo SRR (max. ca. 30 min bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo HT (max. ca. 70 min bei 20 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo AC (max. ca. 2-2,5 h bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Brawo TC (max. ca. 8 h bei 15 °C)		Mischbeginn:		Einbauzeit:													
		Inversionsdruck (SOLL: 0,2 - 0,3 bar):		bar		Inversion mit Wassersäule (SOLL: 2 - 3 m):		m											
<b>Aushärtung</b>																			
Aushärtebedingung:		WARM		Wasser (S27.1)		Dampf (S27.2)		KALT											
Aushärtetemperatur, IST:				°C		°C													
Aushärtezeit Warm, SOLL:		Brawo I (ca. 45 min bei 70°C)		Brawo III/ AC (ca. 140 min bei 70°C)		BRAWO TC (ca. 300 min bei 70°C)		Brawo HT (ca. 80 min bei 70°C)		-		-							
Aushärtezeit Warm, SOLL:		Brawo I (ca. 100 min bei 50°C)		Brawo III/ AC (ca. 220 min bei 50°C)		BRAWO TC (ca. 540 min bei 60°C)		Brawo HT (ca. 140 min bei 50°C)		BRAWO RR (ca. 75 min bei 50°C)		BRAWO SRR (ca. 30 min bei 50°C)							
Aushärtezeit Kalt, SOLL:		Brawo I (ca. 13 h bei 10°C)		Brawo III/ AC (ca. 24 h bei 10°C)		-		Brawo HT (ca. 18h bei 15°C)		BRAWO RR (ca. 6 h bei 10°C)		BRAWO SRR (ca. 2 h bei 20°C)							
Aushärtezeit IST:																			
Aushärteedruck (SOLL 0,3 - 0,4 bar):		bar		Wassersäule (SOLL: 3 - 4 m):		m													