

# Mängel in der Sanierung

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.0 Sanierungsfehler erkennen und vermeiden .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundlage VOB/B §4.....	4
1.1.1 Fehlerursachen bei der Ausführung .....	4
1.2 Fehler bei der offenen Bauweise.....	5
1.3 Fehler bei der Linersanierung .....	5
1.3.1 Faltenbildung .....	6
1.3.2 Wandstärkenüberschreitung und -unterschreitung .....	7
1.4 Fehler bei Verformungsverfahren „C-Pipe“ .....	7
1.4.1 Transport von C-Pipe Kunststoffrohren .....	8
1.4.2 Fehlerhafte Kalibrierung und Rohrdimensionierung.....	8
1.4.3 Abzweigeinbindung .....	9
1.5 Fehler beim Kurzrohr Relining.....	10
1.5.1 Umgang bei der Lagerung und dem Transport von Kurzrohren.....	10
1.6 Fehler beim Relining .....	11
1.6.1 Fachgerechter Umgang mit PE Rohren .....	11
1.6.2 Besonderheiten bei der Rohrverlegung von PE Rohren .....	12
1.6.3 Verschweißung von Rohren .....	13
1.6.4 Visuelle Schweißnahtprüfung.....	14
1.6.5 Einziehgruben .....	14
1.6.6 Zugkraftprotokollierung.....	14
1.6.7 Verdämmung des Ringspaltes .....	15
1.7 Fehler bei der Robotersanierung.....	15

## 1.0 Sanierungsfehler erkennen und vermeiden

Wie ist ein „Mangel“ definiert?

- Jede Abweichung der Ist-Beschaffenheit des Werkes von seiner Soll-Beschaffenheit (i. d. R. Leistungsbeschreibung).
- Ist keine Beschaffenheit vereinbart, so gilt das Werk als frei von Sachmängeln, wenn es sich für die vertraglich vorausgesetzte oder sonst gewöhnliche Verwendung eignet.
- Sachmangel besteht, wenn der Unternehmer ein anderes als das bestellte Werk herstellt (z.B. Verwendung eines anderen, als in der Ausschreibung vorgesehenen, Injektionsmaterials).
- Im Allgemeinen ist eine Werkleistung mangelhaft, wenn sie zurzeit der Abnahme nicht den anerkannten Regeln der Technik als vertraglicher Mindeststandard entspricht.

## 1.1 Grundlage VOB/B §4

Vgl. Nr. 6 Stoffe oder Bauteile, die dem Vertrag .... nicht entsprechen, sind .... zu entfernen

Vgl. Nr. 7 Leistungen, die .... als vertragswidrig erkannt werden, hat der AN .... durch mangelfreie zu ersetzen.

### 1.1.1 Fehlerursachen bei der Ausführung

Mangelhafte Sanierungsergebnisse können verschiedene Ursachen haben.

Auch bei qualifizierten Firmen werden die geringsten Fehler durch eine mangelhafte Bauausführung ausgelöst. Fehler werden meist beeinflusst durch Mängel, die vor der eigentlichen Sanierungsmaßnahme entstanden sind.

- Falsche Verfahrensauswahl für die vorhandenen Schäden
- Mängel bei der Materialherstellung
- Mängel bei der Arbeitsvorbereitung
- Mängel bei der Verfahrensdurchführung
- Mängel bei der Eigenüberwachung

Sanierungsfehler sind erst bei der Ausführung erkennbar, obwohl diese schon oft bei der Planung entstehen. Durch eine gründliche Vorbereitung der Sanierungsplanung können die meisten Fehler vermieden werden.

### 1.2 Fehler bei der offenen Bauweise

- Brüche / Risse: Statik falsch, Bettung nicht fachgerecht
- Unterbogen: Statik falsch, Bettung nicht fachgerecht
- Senkungen im Oberbau: Mangelhafte Verdichtung
- Undichtigkeiten: Mangelhafte Rohrverlegung
- Schäden an umliegender Bausubstanz: Falsche Geräteauswahl

Fazit: Bei der offenen Bauweise gibt es sehr viele Mängel durch eine Vielzahl veränderbarer Verfahrensschritte.

### 1.3 Fehler bei der Linersanierung

- Radial verlaufende Falten: Versatz, Radius im Altrohr
- Axial verlaufende Falten: Kalibrierung falsch, Aufstelldruck zu niedrig, Liner falsch konfektioniert
- Wanddickenunterschreitung: Zu geringer bzw. zu hoher Verdichtungsdruck, falsche Bestellung
- Lageänderung Axial: Schrumpfspannungen, Spannungsabbau beim Auskühlen
- Materialkennwerte werden nicht erreicht: Unvollständige Aushärtung, Einbaufehler
- Verformungen: Falsche Dimensionierung, Hindernisse im Altrohr
- Undichtigkeiten: Beschädigungen, Liner fehlerhaft

### 1.3.1 Faltenbildung

Falten in Schlauchlinern können sowohl axial als auch radial entstehen.

Axial verlaufende Falten:

Bei Querschnittsverengungen und Bogenführungen kann zwangsläufig im Bereich der Innenradien ein Materialüberschuss entstehen, der sich an solchen Stellen als Faltenbildung darstellt.

Diese Falten sind wie der restliche Wandaufbau normal verdichtet und weisen die gleichen Materialeigenschaften auf.

Harzauspressungen treten in der Regel nicht auf, so dass keine Undichtigkeiten und Laminatschwächungen vorhanden sind.

Langfristig können starke Falten die Rohrstatik schwächen und an diesen Stellen zu einem Versagen des Liners führen.

Falten entstehen größtenteils durch folgende Fehler:

- Falsche Konfektionierung
- Falsche Kalibrierung (bzw. keine Kalibrierung)
- Ungenügender Aufstelldruck
- Unvollständige Aushärtung

Radial verlaufende Falten:

Radial verlaufende Falten entstehen meist beim Durchfahren von Innenkurven, wo eine Stauchung des Liners auftritt.

Diese Falten lassen sich nur sehr begrenzt vermeiden, da sie meist von der Altrohrgeometrie vorgegeben werden.

Hier ist eine gewissenhafte Vorarbeit vor der eigentlichen Sanierung notwendig.

### 1.3.2 Wandstärkenüberschreitung oder -unterschreitung

Ein häufig auftretender Fehler ist das Nichterreichen der laut Statik vorgegebenen Wandstärke.

Eine Ursache hierfür ist die Materialzusammensetzung und der während der Aushärtung aufgebrachte Verdichtungsdruck.

Materialzusammensetzungen sind in der Regel Merkmale des Schlauchherstellers. Diese geben eine gewisse Komprimierbarkeit des Trägermaterials vor.

Der Verdichtungsdruck hängt maßgeblich von der Einbaukolonne ab

### 1.4 Fehler beim Verformungsverfahren „C-Pipe“

- Axiale Falten: Kalibrierung des Altrohres falsch
- Deformationen: Aufstelldruck, Reversionstemperatur, Kondensatbildung
- Veränderung der Wanddicke: Materialstreckung
- Veränderung der Materialeigenschaften: Überhitzung
- Axiale Längenänderung: Spannungsabbau beim Abkühlen
- Einbeulung nach der Reversion: Hindernisse im Altkanal, Grundwasser
- Verschobene Abzweige: Öffnen und Setzen der Abzweige vor dem endgültigen Spannungsabbau in der Haltung
- Undichte Abzweige: Fehlerhafte Verschweißung
- Schwierigkeiten beim Einbau: Biegeradien zu klein

#### **1.4.1 Transport von C-Pipe Kunststoffrohren**

Die vorverformten PE-Rohre werden als Endlosware, so genannte Ringbunde, auf Rohrtrommeln gewickelt zur Baustelle transportiert. Längen, Durchmesser und Materialien werden auf die jeweiligen Renovierungsabschnitte abgestimmt.

Diese Rohre sind nach der Vorverformung durch den Hersteller geschützt zu lagern, das heißt, diese Rohre sind:

- in geschlossenen Lagerhallen
- unter lichtundurchlässigen Abdeckungen

zu lagern. Der Transport auf die Baustelle erfolgt mit speziellen Rohrtransportwagen.

#### **1.4.2 Fehlerhafte Kalibrierung und Rohrdimensionierung**

Aufweitungsbereiche von vorverformten Rohren sind stark begrenzt. Eine genaue Ermittlung der Alrohrnennweite ist zwingend erforderlich. Durch falsche Rohrdimensionierung wird das SDR-Verhältnis nicht mehr eingehalten bzw. das Neurohr weitet sich nach dem Einziehen nicht vollständig auf. Es entstehen axial verlaufende Falten.

Abmessungen von C-Pipe Rohren

- Compact- Pipe- Rohrabmessungen und Sanierungsbereiche

DN	Nominale Wanddicke		Sanierungsbereich		Standardlänge per Trommel (m)	
					Kanal PE 80	Wasser/Gas PE 80/100
	SDR 26	SDR 17	PE 80	PE 100	SDR 26/32	SDR 17/17,6
100	3,9	5,9	97 – 104	97 – 102	600	600
125	4,9	7,4	121 – 129	121 – 127	600	600
150	5,8	8,9	145 – 155	145 – 152	600	600
175	6,8	10,3	170 – 182	170 – 179	600	600
200	7,7	11,8	194 – 208	194 – 204	440	400
225	8,7	13,3	217 – 232	217 – 228	330	330
250	9,7	14,8	241 – 258	241 – 253	400	330
285	10,6	16,2	280 – 300	280 – 294	250	250
300	11,6	17,7	289 – 309	289 – 303	210	190
350	13,5	20,6	340 – 364	340 – 357	160	150
400	15,4	23,6	385 – 412	385 – 404	135	93
450	17,4	-	436 – 467	436 – 458	100	-
500	19,3	-	485 – 519	485 – 509	100	-

1.4.3 Abzweigeinbindung

Häufig werden Abzweige zu schnell und vor allem zu groß während der Abkühlphase geöffnet.

Axiale Längenänderungen durch Materialspannungen werden hierbei nicht ausreichend berücksichtigt!

Abzweigöffnungen dürfen erst nach Abkühlung auf Umgebungstemperatur erfolgen bzw. es ist darauf zu achten, dass die Öffnungen nicht zu groß hergestellt werden.

Eine Einbindung der Hutmanschette oder ein Verpressen des Stutzens darf erst nach vollständigem Abbau aller Spannungen erfolgen.

Durch vorhandene Restspannungen und daraus entstehende Scherkräfte können diese zum Abriss der gesetzten Hutmanschette führen.

## 1.5 Fehler beim Kurzrohr Relining

- Undichtigkeiten: Beschädigte Dichtungen, verschmutzte Dichtungen, fehlerhafte Schweißverbindungen, Muffenabwinklung zu stark
- Verformungen der Muffenabwinklung zu stark: Steckverbindungen
- Lageänderung vertikal: Auftrieb bei der Ringspaltverpressung
- Lageänderung axial: Spannungsabbau im Rohr

### 1.5.1 Umgang bei der Lagerung und Transport von Kurzrohren

Bei Kurzrohren sind vor allen die Enden (Muffe und Spitzende mit dem Dichtungselement) gegen Beschädigungen zu schützen. Maßgeblicher Faktor bei Undichtigkeiten sind beschädigte oder verdreckte Dichtungen. Kurzrohre sollten, wie alle Kunststoffrohre, nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sein.

- Kurzrohre sind sorgfältig zu verpacken
- Stehend zu transportieren und zu lagern
- Rohrenden sind zu schützen

### 1.6 Fehler beim Relining

- Rohrdehnung: Zu große Zugbelastung
- Verformungen: Unsachgemäße Rohrlagerung
- Riefen und Risse: Hindernisse bzw. falsches Rohrmaterial
- Lageänderung vertikal: Auftrieb bei der Ringspaltverpressung
- Einbau: Biegeradius falsch, Einzugkräfte zu hoch

#### 1.6.1 Fachgerechter Umgang mit PE-Rohren

Transportfehler und falsche Lagerung vermeiden!

Bei Bund und Rollenware ist das Rohr bestrebt, eine spiralförmige Form einzugehen, ein Einbau hat mittels Abwickelvorrichtung zu erfolgen.

Bei dem Transport und der Lagerung sind die Rohrenden der Rohre mittels Endkappen zu verschließen. Dies soll Beschädigungen und Verschmutzungen der Schweißbereiche vermeiden. Beim Verschweißen sind die Rohrenden, da sich bei langen Rohrsträngen ein Kamineffekt einstellen kann, mittels Kappen bzw. Plastikfolie zu verschließen.

Aufgrund der Längen- und Verformungseigenschaften sind Kunststoffrohre grundsätzlich flächig auf ebenem Untergrund zu lagern.

### 1.6.2 Besonderheiten bei der Rohrverlegung von PE-Rohren

Sonneneinstrahlung erwärmt die schwarz eingefärbten PE-Rohre. Durch die Temperaturunterschiede von der Sonnen- zur Schattenseite dehnen diese sich aus, so dass die Rohre eine leicht gebogene Form annehmen.

Solche temperaturbedingten Krümmungen sind vor dem Verschweißen der Rohre zu berücksichtigen!

Deshalb müssen Rohre gegen Sonneneinstrahlung abgedeckt werden.

Der Längenausdehnungskoeffizient von Kunststoffrohren beträgt 0,20 mm/m°C.

Rohrlagerung /-einbau im Winter:

$$\begin{aligned}\Delta T &= 25^{\circ}\text{C} \\ L &= 6,0 \text{ m} \\ \Delta L &= 3,0 \text{ cm (Biegung)}\end{aligned}$$

Rohrlagerung /-einbau im Sommer:

$$\begin{aligned}\Delta T &= 50^{\circ}\text{C} \\ L &= 200,0 \text{ m} \\ \Delta L &= 2,0 \text{ m (Längenänderung)}\end{aligned}$$

### 1.6.3 Verschweißung von Rohren

Das Verschweißen nahtlos extrudierter PE-Rohre ist durch das Merkblatt DVS 2207 geregelt.

Beim Rohrrelining wird generell das Stumpfschweißverfahren eingesetzt, da Schweißmuffen ein zu großes Auftragen des Rohrdurchmessers verursachen würden.

Gerade weil das Verschweißen von PE-Rohren relativ einfach erscheint, wird meistens nicht mit der erforderlichen Sorgfalt gearbeitet.

Vor Beginn der Schweißung, sind die Hydraulik der Schweißmaschine und die Temperaturgenauigkeit der Schweißspiegel zu überprüfen.

Ein zu hoher bzw. zu niedriger Fügedruck bzw. falsche Schweißtemperaturen führen zu einer fehlerhaften Schweißverbindung, die meist optisch nicht zu erkennen ist.

Die Schweißmaschine sollte grundsätzlich unter einem Zelt stehen. Die Rohrenden sind wegen des auftretenden Kamineffektes und der daraus resultierenden schnellen Abkühlung der Schweißzone zu verschließen.

#### 1.6.4

#### Visuelle Schweißnahtprüfung

- Schweißwülste sollten möglichst gleich sein
- Schweißwülste sollten gleich groß sein
- Schweißwülste sollten kerbfrei sein

Rohrschweißungen sollten immer von ausgebildeten Rohrschweißern, die einen Nachweis nach DVGW GW 330 besitzen, durchgeführt werden.

#### 1.6.5 Einziehgruben

Die Größe der notwendigen Einziehgrube richtet sich maßgeblich nach der Umgebungstemperatur und dem Rohrdurchmesser des einzuziehenden Neurohrstranges bzw. deren Biegeradius.

#### 1.6.6 Zugkraftprotokollierung

Um die Vorgaben des Rohrherstellers einzuhalten, sind bei dem Einzug die auf den Neurohrstrang wirkenden Zugkräfte nach DVGW M GW 323 zu protokollieren. Das Zugkraftdiagramm dieser Messungen ist dem Baustellenprotokoll beizufügen.

### 1.6.7 Verdämmen des Ringspaltes

Um das in die alte Rohrleitung eingezogene Kunststoffrohr in seiner Lage zu fixieren, sollte der Ringspalt zwischen den beiden Rohrleitungen verdämmt werden.

Der Dämmer besteht in der Regel aus tonmehlartigem Steinmehl und hydraulischem Bindemitteln.

- Rohre in Fließsohle , bzw. zentrisch mittels
- Gleitkufen fixieren
- Verdämmen mittels Porenleichtbeton

Haltungen mit Zuläufen lassen sich nur schwer Verdämmen. Eine Anbindung der Anschlüsse sollte grundsätzlich in offener Bauweise erfolgen.

Eine Ringspaltverfüllung ist nur erfolgreich, wenn der Dämmer auch im Zielschacht ankommt!

### 1.7 Fehler bei der Robotersanierung

- Schadstellen nicht vollständig verpresst:                      Schadstelle zu weit vorgefräst bzw. das Verpressmaterial reicht nicht aus
- Harz härtet nicht vollständig aus bzw. reagiert zu früh:                Falsches Sanierungsharz, Topfzeit zu kurz
- Überschussharz ragt in den Anschluss ein:                        Verpresszeit an der Sanierungsstelle zu lang

