

BGT-Merkblatt S 7.3

Instandsetzung von Schwerkraftentwässerungsanlagen in Gebäuden mit vor Ort härtenden, reaktionsharzbasierten Systemen

Anforderungen, Qualitätssicherung und Prüfung

(März 2025)



BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20 | 10117 Berlin
Telefon: + 49 30 863 20635
E-Mail: office@grabenlos.de

Hinweis zur Einordnung

Der BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V. mit Sitz in Berlin bündelt die Expertise der Branche und gibt ihr eine gemeinsame Stimme. Der Verband ist im Vereinsregister beim Amtsgericht Berlin eingetragen. Er ging im Jahr 2025 aus der Verschmelzung des Rohrleitungssanierungsverbandes e. V. und der German Society for Trenchless Technology e. V. hervor.

Die vorliegende Veröffentlichung wurde ursprünglich vom Rohrleitungssanierungsverband e. V. (RSV) herausgegeben. Inhalt und fachliche Aussagen bleiben unverändert. Für die weitere Verwendung erhält das Dokument ein neues BGT-Deckblatt sowie diese kurze Einordnung.

Die Veröffentlichung wird künftig unter der Bezeichnung „BGT-Merkblatt“ und mit der entsprechenden BGT-Nummer geführt. Die Anpassung dient der transparenten Zuordnung zur neuen Verbandsstruktur und stellt keine inhaltliche Überarbeitung des ursprünglichen Merkblatts dar.

Weitere Informationen:

Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20
10117 Berlin

Telefon: +49 30 86320635

office@grabenlos.de
www.grabenlos.de

BGT e.V. | Eine Verwendung des Informationsblatts ist mit Quellenangabe gestattet.

Vorwort

Zur Instandsetzung von Schwerkraftentwässerungsanlagen in Gebäuden werden immer häufiger Produkte eingesetzt, die auf vor Ort härtenden Reaktionsharzen basieren. Bauherren steht eine Vielzahl innovativer und überwachter Systeme zur Verfügung, die sich hinsichtlich ihrer Anwendung und Qualitätssicherung unterscheiden. Ziel dieses Merkblatts ist es, die Produktqualität der verfügbaren Systeme auf das baustellenseitig gefertigte Endprodukt zu übertragen. Dieses Merkblatt unterstützt Bauherren bei der Planung, Ausführung und Qualitätssicherung.

Die Anwendung dieses Merkblatts steht jedermann frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, dem Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Um das Merkblatt fortschreiben zu können, ist der RSV für Hinweise und Mitteilungen von Erfahrungen dankbar, die mit der Anwendung dieses Merkblatts verbunden sind.

Hamburg
März 2025

RSV – Rohrleitungssanierungsverband e.V.

Inhaltsverzeichnis

1 Geltungsbereich	6
2 Begriffe	7
3 Verfahren	9
3.1 Technikübersicht	9
3.2 Verfahrensbeschreibungen	9
3.2.1 Schlauchlining	9
3.2.2 Lining mit aufgetragenem Polymermaterial	11
3.2.3 Kurzliner	13
4 Anbindungstechniken zur Wiederherstellung von Anschlüssen	14
5 Anforderungen an die Verfahren	15
5.1 Anforderungen an die Materialien	15
5.2 Anforderung an die Anlagentechnik	16
5.2.1 Dosier-, Misch- und Imprägniertechnik	16
5.2.2 Einbautechnik	16
5.2.3 Härtungstechnik	17
5.3 Anforderung an die Bauausführung	18
5.3.1 Mindestqualifikation/Qualifikation der Unternehmen	18
5.3.2 Vorhalten der Technik	18
5.3.3 Schulungsnachweise	18
5.4 Anforderungen an die Instandsetzungssysteme (Eignungsprüfungen)	18
6 Planung	19
6.1 Instandsetzungsstrategie	19
6.1.1 Reaktive Strategie	20
6.1.2 Proaktive Strategie	20
6.2 Bestandsaufnahme mit Zustandsbewertung und Kostenermittlung	21
6.2.1 Ermittlung der Planungsrandbedingungen	21
6.2.2 Vor-Ort Verifikation der Revisionspläne	21
6.2.3 Inspektion repräsentativer Leitungsabschnitte	22
6.2.4 Zustandsbewertung nach DIN 1986-30	22
6.2.5 Mengen- und Kostenermittlung	23
6.3 Planung	23
6.4 Besondere Anforderungen an Rohrleitungen innerhalb von Gebäuden	24
6.4.1 Brandschutztechnische Anforderungen im Gebäude	24
6.4.2 Abwasserzusammensetzung	24
6.5 Werkstoffspezifische Besonderheiten	24
6.5.1 Einsatzbereiche	24
6.5.2 Temperaturwechselbeständigkeit	25
6.5.3 Asbestrohr-Instandsetzung	26
6.6 Zugänglichkeit	26

6.7 Wasserhaltung	27
6.8 Verfahrensauswahl	27
6.8.1 Verklebende und nicht verklebende Systeme	27
6.8.2 Hydraulik	28
7 Instandsetzungsablauf	28
7.1 Arbeitsvorbereitung	28
7.1.1 Verfahrensbezogene Reinigung	29
7.1.2 Fräs- und Schleifarbeiten	29
7.1.3 Inspektion vor der Instandsetzung	30
7.2 Durchführung der Instandsetzung	30
7.2.1 Schlauchlining	30
7.2.2 Lining mit aufgetragenen Polymermaterial	31
7.2.3 Anschlusspassstück	31
7.2.4 Kurzliner	31
7.3 Mindestwanddicke	32
7.4 Dokumentation/Bauüberwachung	32
8 Qualitätsprüfung des Endprodukts	33
8.1 Optische Inspektion	33
8.2 Dichtheitsprüfung	33
8.3 Probenahme und Materialprüfung	33
8.4 Abnahmedokumentation	34
8.5 Häufigkeit der durchzuführenden Prüfungen	35
9 Rohrreinigung im Betrieb	35
10 Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer	36
11 Anlage A – Mindestanforderungen an den Eignungsnachweis	37
12 Normen und Regelwerke	39
13 Abkürzungsverzeichnis	41
14 Abbildungsverzeichnis	42
15 Tabellenverzeichnis	42
16 Autoren	43

Legende für besondere Kennzeichnungen

In diesem Merkblatt wird an verschiedenen Stellen auf besondere Inhalte hingewiesen. Diese sind grafisch mit Symbolen gekennzeichnet.

Symbol

Bedeutung



Infos im Internet

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.rsv-ev.de oder auf einer anderen Internetseite. In der PDF-Version des Merkblatts wird das Symbol mit dem Link hinterlegt.



Übergreifende Inhalte

Diese Informationen beziehen sich nicht speziell auf dieses Merkblatt, sondern gelten auch für andere Themenbereiche der Sanierung.



Regulierungsbedarf

Die Inhalte weisen auf Regulierungslücken hin, deren Behebung in zukünftigen Regelwerken bzw. Überarbeitungen empfohlen wird.



Kommentar

Es handelt sich um die Kommentierung bestehender Regelwerke, von denen inhaltlich abgewichen werden kann.



Exklusive Infos

Es handelt sich um exklusive Inhalte und Informationen, die als Zusatz zu bestehenden Regelwerken zu sehen sind



Empfehlungen

Es handelt sich um eine Empfehlung des RSV, die besondere Beachtung verdient.



Zitat

Es werden andere Merkblätter zitiert oder auf sie verwiesen. Bei weiteren Fragen wird eine Hinzuziehung empfohlen

1 Geltungsbereich

Das vorliegende Merkblatt ist für die Renovierung und Reparatur innerhäuslicher Schwerkraftentwässerungsanlagen anwendbar.

Die behandelten Instandsetzungssysteme basieren auf vor Ort härtenden Reaktionsharzsystemen. Systemabhängig ist der Einsatz von Träger- und/oder Verstärkungsmaterialien möglich. **Bild 1** führt die gängigen Verfahren auf.

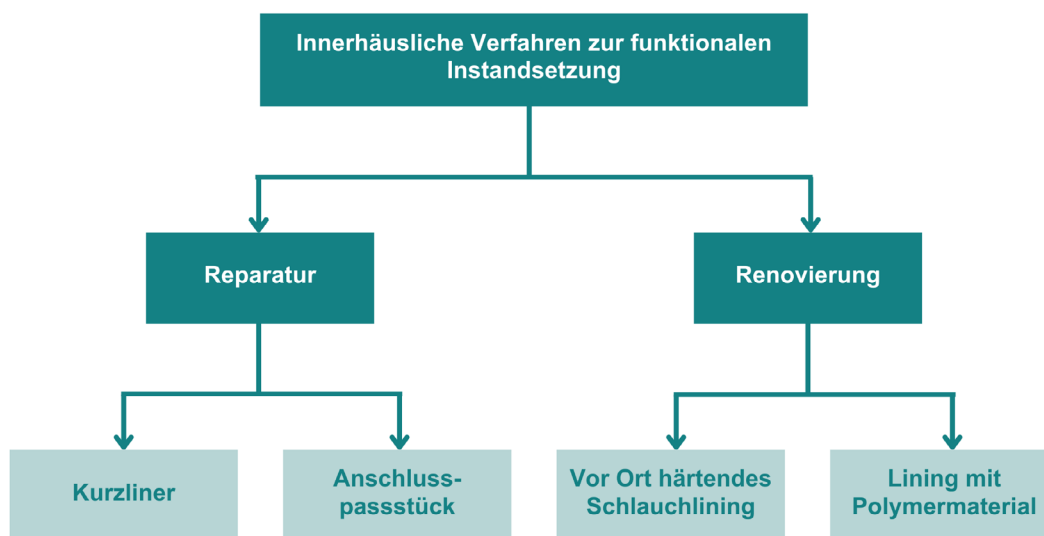


Bild 1: Verfahren der innerhäuslichen funktionalen Instandsetzung mit vor Ort härtenden Materialien

Dieses Merkblatt legt technische Anforderungen an vor Ort härtende Instandsetzungssysteme für innerhäusliche Schwerkraftentwässerungsanlagen fest. Es berücksichtigt das RSV-Merkblatt 1.1

Der Einsatz der Systeme im Druckleitungsbereich und im Bereich von Hebeanlagen gemäß DIN EN 12056 ist nicht Gegenstand dieses Merkblatts.

Die Instandsetzung von Grundleitungen außerhalb von Gebäuden wird in diesem Merkblatt nicht behandelt. Zur Instandsetzung von Grundleitungen außerhalb von Gebäuden wird auf das RSV-Merkblatt 7.1 „Renovierung von Anschlussleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining“ und die systembezogenen Merkblätter der DWA verwiesen.

2 Begriffe

Die hier aufgeführten Begriffe stehen in Übereinstimmung mit den Definitionen der im Merkblatt verwendeten Normen und Regelwerke.

Abwasser	Wasser, welches durch Gebrauch verändert ist, und jedes in die Entwässerungsanlage fließende Wasser, z. B. häusliches Schmutzwasser, industrielles und gewerbliches Abwasser, Kondensate und auch Regenwasser, wenn sie in die Entwässerungsanlage abgeleitet werden
Häusliches Abwasser	Abwasser aus Küchen, Waschküchen, Badezimmern, Toiletten und ähnlichen Räumen
Industrielles Abwasser	Abwasser, welches nach industriellem oder gewerblichem Gebrauch verändert oder verunreinigt ist, einschließlich Kühlwasser
Einzelanschlussleitung (EAL)	Entwässerungsrohr, das Entwässerungsgegenstände mit einer Sammelanschluss-, Fall- oder Grundleitung verbindet
Sammelanschlussleitung (SAL)	Entwässerungsrohr, das mehrere Einzelanschlussleitungen aufnimmt und an eine Fall- oder Grundleitung anschließt
Bodenablauf	Entwässerungsgegenstand, der zum Auffangen von Wasser vom Boden entweder durch Roste/Siebe oder von Rohren, die direkt mit dem Körper des Bodenablaufs verbunden sind, vorgesehen ist. Ein Bodenablauf kann einen Geruchverschluss haben.
Entwässerungsanlage	Anlage, installiert aus Entwässerungsgegenständen, Rohrleitungen und anderen Bauteilen, welche Abwasser sammelt und über Schwerkraft entwässert
Häusliche Entwässerungsgegenstände	Fest installierte Entwässerungsgegenstände, die mit Wasser versorgt werden und zum Reinigen oder Waschen dienen, wie Badewanne, Dusche, Waschbecken, Bidet, Klosett, Urinal, Spülbecken, Spülmaschine oder Waschmaschine
Gewerbliche Entwässerungsgegenstände	Spezielle Entwässerungsgegenstände, die in gewerblich genutzten Küchen, Waschräumen, Laboratorien, Krankenhäusern, Hotels, Schwimmbädern usw. gebraucht werden
Fallleitung (FL)	Senkrechte Leitung, die Abwasser aus den Entwässerungsgegenständen ableitet

Folie	Es gelten folgende Definitionen in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-4 (in DWA-A 143-3 werden aufextrudierte Folien als Beschichtungen bezeichnet):
■ permanente Folie	Innen- oder Außenfolie, die dafür ausgelegt ist, während des Einbringens des Schlauchs und der Aushärtung des Harzsystems intakt zu bleiben und ihre Funktionen für die gesamte Lebensdauer des Schlauchliners aufrecht zu erhalten
■ semi-permanente Folie	Innen- oder Außenfolie, die dafür ausgelegt ist, während des Einbringens des Schlauchs und der Aushärtung des Harzsystems intakt zu bleiben, von der aber nicht erwartet wird, über die Lebensdauer des Schlauchliners intakt zu bleiben
■ provisorische Folie	Folie, die die Innen- oder Außenfläche des Schlauchs bildet, nur Funktionen im Einbau-Zustand hat und während oder nach der Installation entfernt wird oder ohne Funktion nach dem Einbau bzw. der Aushärtung verbleibt
Geruchverschluss	Einrichtung, die den Austritt von Kanalgasen am Ablauf durch einen Wasserverschluss verhindert
Grundleitung	Freispiegelleitung, die innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes verlegt ist und an die direkt im Keller Fallleitungen oder Entwässerungsgegenstände angeschlossen sind
Inversion	Umstülpen des Inneren eines flexiblen Schlauchs nach außen unter Verwendung eines Druckmediums (Wasser oder Luft)
Lüftungsrohr	Rohr, das die Druckschwankungen innerhalb einer Entwässerungsleitung begrenzt
Nennweite (DN)	Kenngroße, die eine angemessene runde Zahl angibt, die ungefähr mit dem Durchmesser in mm übereinstimmt
Sanitärinstallation	Abwasserleitungen, mit oder ohne Entlüftungen, die an eine Entwässerungsanlage angeschlossen sind
Wanddicke	Dicke des eingebauten Produkts inklusive aller dauerhaft verbleibenden Schichten. Thermoplastische Innen- und Außenbeschichtungen, die als Einbauhilfe dienen, zählen nicht zur Wanddicke.
Funktionale Instandsetzung	Wiederherstellung einer oder mehrerer Anforderungen an Abwasserleitungen. Die Anforderungen betreffen die Dichtheit, Standsicherheit und Betriebssicherheit der Entwässerungsleitungen.

3 Verfahren

3.1 Technikübersicht

Die auf dem Markt vorhandenen vor Ort härtenden Systeme zur Instandsetzung innerhäuslicher Abwasserleitungen lassen sich hinsichtlich ihrer verwendeten Grundmaterialien sowie Einsatzbereiche und -grenzen aktuell wie in **Tabelle 1** unterscheiden.

Tabelle 1: Technikübersicht vor Ort härtender, innerhäuslicher Instandsetzungssysteme

Instandsetzungssystem	Schlauchliner	Lining mit aufgetragenem Polymermaterial	Kurzliner	Anschlusspassstück
DN-Bereich [mm]	DN 50 bis DN 250			
Verbunddicke [mm]	≥ 2			
Harztyp	EP, UP, VE	EP, UP, PUR	EP, OM	EP, OM
Einbauverfahren	Inversion	Sprühen, Schleudern	Lokal begrenzt mit Sanierungspacker	Lokal begrenzt mit Sanierungspacker
Härtungsverfahren	Wärme, Licht oder Umgebungstemperatur	Umgebungstemperatur	Umgebungstemperatur	Umgebungstemperatur
Bogengängigkeit (radienabhängig)	≤ 90°	≤ 90°	-	-
Anmerkung: Bei den genannten Werten handelt es sich um typische Anwendungsbereiche, einzelne Kennwerte der unterschiedlichen Instandsetzungssysteme sind den jeweiligen Datenblättern der Hersteller zu entnehmen.				

3.2 Verfahrensbeschreibungen

3.2.1 Schlauchlining

Beim vor Ort härtenden Schlauchlining wird ein flexibler Schlauch aus korrosionsbeständigen Synthese- und/oder Glasfasern mit einem Reaktionsharz imprägniert, in die Rohrleitung eingebracht und zu einem neuen Rohr ausgehärtet (**Bild 2** und **Bild 3**).





Bild 2: Einbau eines Schlauchliners in die Entlüftungsleitung eines Flachdachs (Quelle: MaxLiner)



Bild 3: Ausgehärteter Schlauchliner in einem PVC-Rohr

Schlauchliner nutzen eine bestehende Rohrleitung als Außenschalung. Sie legen sich unter einem Aufstelldruck form- und ggf. stoffschlüssig von innen an die bestehende Rohrleitung an und kleiden sie vollständig aus.

Die Trägerschläuche können genäht oder nahtlos gefertigt werden. Gemeinsames Merkmal aller Schlauchliner sind Innenfolien, die aufkaschiert, geklebt oder extrudiert sein können.

Schlauchliner können zudem eine Folie auf der dem Altrohr zugewandten Außenseite aufweisen. Zu beachten ist, dass damit keine hinterwanderungsfreie Anbindung an das Altrohr möglich ist. Die Hinterwanderungsfreiheit ist in einem solchen Fall mithilfe eines geeigneten Reparaturverfahrens sicherzustellen. Beim Schlauchlining eingesetzte Harzsysteme sind z. B. Epoxid-, Vinylester- und ungesättigte Polyesterharze.

Die Imprägnierung der Schläuche mit dem Harzsystem erfolgt werkseitig oder vor Ort. Die Harzmischung muss luftblasenfrei sein und die Imprägnierung des Schlauchs unter Vakuum (Unterdruck) durchgeführt werden, um nach der Aushärtung ein luftporenfrees und wasserdichtes Laminat zu erhalten.

Die Härtung des Harzsystems erfolgt unter Umgebungsbedingungen (Kalthärtung) oder durch Licht (UV-, LED-Härtung) oder Wärme (Warmwasser-, Dampfhärtung). Die Härtung von kalthärtenden Systemen kann durch den Eintrag von Wärme beschleunigt werden.

Schlauchliner können entweder eingezogen oder eingestülpt (inversiert) werden. Zum Einbringen mittels Einzug werden stets zwei Zugangspunkte benötigt. Zum Inversieren reicht häufig auch ein einziger Zugangspunkt aus (Installation mit offenem oder geschlossenem Ende).

Die Flexibilität und somit insbesondere die Bogengängigkeit des Schlauchliners sind vom verwendeten Trägerschlauch abhängig. Dies ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Dieses RSV-Merkblatt beinhaltet zusätzliche Anforderungen für die Renovierung innerhäuslicher Abwasserleitungen mittels Schlauchlining zur DIN EN ISO 11296-4, zum Arbeitsblatt DWA-A 143-3 Anhang F sowie zum RSV-Merkblatt 1.1.



3.2.2 Lining mit aufgetragenem Polymermaterial

Unter Lining mit aufgetragenem Polymermaterial (auch Sprüh-Schleuder-Verfahren und Bürstenverfahren genannt) versteht man Instandsetzungsverfahren, bei denen mit einer Sprüh-, Schleuder- oder Bürstentechnik ein Reaktionsharz auf der Rohrrinnenwandung einer zu sanierenden Abwasserleitung aufgetragen wird, um diese abzudichten und/oder vor Korrosion zu schützen (**Bild 4** und **Bild 5**). Verfahrensabhängig entsteht ein neues Rohr mit eigener Ringsteifigkeit.



Bild 4: Prinzipskizze Sprüh-Schleuder-Verfahren



Bild 5: Mit Glasfasermanschette zur Instandsetzung vorbereitetes Altrohr mit Fehlstellen (links) sowie im Sprüh-Schleuder-Verfahren beschichtete Altrohre (**Quelle: Proline Group**)

Bei Sprüh-Schleuder-Verfahren dient ähnlich wie bei Schlauchliningverfahren die bestehende Rohrleitung als Außenschalung. Das eingebrachte Reaktionsharz bedeckt die Rohrinnenwand vollständig und geht dabei eine formschlüssige Verbindung mit ihr ein.

Es kommen ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze sowie Isocyanatharze mit und ohne Verstärkungsmaterialien zur Anwendung. Durch Zugabe einer Härterkomponente wird die Polymerisationsreaktion ausgelöst. Beide Komponenten werden in speziell dafür entwickelten Pumpen und Einbringschläuchen in festgelegten Mischungsverhältnissen vor Ort gemischt und über einen Sprühhkopf oder über ein Bürstensystem in einer oder mehreren Lagen in das Altrohr eingebracht. Zur Einbringung des Materials wird in der Regel pro Leitungsabschnitt ein Zugangspunkt benötigt. Ein Leitungsabschnitt definiert sich über einen Strang oder einen Startpunkt zu einem logischen Endpunkt. In Abhängigkeit von der Anzahl und der Art der verbauten Bögen kann es notwendig sein, dass weitere Zugangspunkte geschaffen werden. Bei Sprüh-Schleuder-Verfahren ist vorab zu prüfen, ob jeder Bereich der zu sanierenden Leitung über den festgelegten Sprühwinkel vollständig beschichtet werden kann, z. B. Muffenbereiche, Dimensionswechsel und Bögen.

Die Anbindung von Einzelanschlussleitungen an Fallleitungen oder an horizontale Sammelanschlussleitungen bzw. von Sammelanschlussleitungen an Fallleitungen erfolgt in der Regel von einem Anschluss aus (z. B. über den Anschlusspunkt eines Sanitärobjekts) oder über eine lokale, geringfügige Trennung des Rohrsystems. Die Anschlüsse werden unter Beachtung der jeweiligen Verfahrenshandbücher überlappend hergestellt, sodass ein in sich geschlossenes Rohrsystem entsteht. Renovierungsverfahren mit Auftrag von Polymermaterial sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Merkblatts nicht normativ erfasst.

3.2.3 Kurzliner

Ein Kurzliner ist ein mit Reaktionsharz imprägniertes Träger- und Verstärkungsmaterial, das zur Reparatur durch lokal begrenztes Lining verwendet wird und nach der Härtung eine örtlich begrenzte Auskleidung ergibt (**Bild 6**). Die Auskleidung muss die Schadstelle um jeweils 20 cm davor und dahinter überlappen. Bei Längsrissen muss das gesamte schadhafte Altrhrsegment mit 20 cm Überlappung über beide Muffen hinaus ausgekleidet werden. Dies ist mittels Kameraspektion vor sowie nach dem Einbau zu dokumentieren. Die Inspektion muss in sowie gegen Fließrichtung erfolgen.



Bild 6: In PVC-Rohr eingebauter Kurzliner

Um eine Mindestwanddicke von 3,0 mm zu erreichen, wird das Glasfasersystem in der Regel mehrlagig verarbeitet. Das vor Ort getränkte Träger- und Verstärkungsmaterial wird auf einem dem nominalen Rohrrinnendurchmesser entsprechenden Packer gewickelt und vor Verrutschen gesichert. Der Packer wird anschließend mittels Kamerakontrolle im Bereich der Schadstelle positioniert und durch Einblasen von Druckluft expandiert. Somit wird der Kurzliner an die Altrhrwandung gepresst und das Laminat verdichtet. Nach erfolgter Aushärtung wird der Packer wieder entlüftet und zurückgezogen.

Bei mehreren Kurzlinern hintereinander muss die Überlappung Liner-in-Liner ebenfalls 20 cm betragen. Da es sich bei Kurzlinerverfahren um eine Reparatur handelt, ist bei längeren zu sanierenden Rohrabschnitten der Einsatz von Renovierungsverfahren zu empfehlen. Weitere Anforderungen an Kurzliner können dem **RSV-Merkblatt 4** und dem Arbeitsblatt DWA-A 143-7 entnommen werden.



4 Anbindungstechniken zur Wiederherstellung von Anschlüssen

Die Reparaturverfahren umfassen auch die Herstellung von Anschlusspasssstücken (auch Hutprofile und T-Stücke genannt). Diese bestehen ähnlich wie auch Schlauchliner und Kurzliner aus einem mit Harz imprägnierten Träger- oder Verstärkungsmaterial, welches lokal begrenzt zur hinterwanderungsfreien Wiederherstellung von Seitenanschlüssen verwendet wird. Anschlusspasssstücke bestehen aus einem Teil im Hauptrohr (bei Hutprofilen lediglich einer um den Anschluss liegenden „Krempe“) und einem in den zu sanierenden Seitenanschluss hereinragenden und den Schaden vollständig überdeckenden Schaft (**Bild 7**).



Bild 7: Eingebautes Anschlusspassstück (Hutprofil)

Bei Anschlusspasssstücken kommen ungesättigte Polyesterharze, Epoxidharze, Vinyl-esterharze sowie Isocyanatharze sowie Trägermaterialien aus Synthesefaser, Glasfaser oder einer Kombination aus beiden zur Anwendung. Anschlusspasssstücke werden mit Druckluftpackern, die mit einem speziellen Seitenarm zur Installation des Anschlussschafts ausgestattet sind, installiert.

Weitere Anforderungen an Anschlusspasssstücke können der DIN EN ISO 11296-4 und dem Arbeitsblatt DWA-A 143-7 entnommen werden.

Zur Wiederherstellung von Anschlüssen dürfen nur Verfahren verwendet werden, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) verfügen und den Eignungsnachweis für die bei der Instandsetzung vorliegenden Materialien des Instandsetzungssystems und des Altrohrs erbracht haben. Alle Anschlüsse müssen wasserdicht wiederhergestellt werden. Über eine formschlüssige Verbindung der Instandsetzungssysteme zum Altrohr kann unter Berücksichtigung des Zustands der zu sanierenden Leitung eine hinterwanderungsfreie, wasserdichte Anbindung erreicht werden. Die Machbarkeit der formschlüssigen, wasserdichten Anbindung ist im Rahmen der Eignungsprüfung nachzuweisen.



Die Anbindung ohne zusätzliche Anbindungstechnik ist nur zulässig, wenn die hinterwanderungsfreie Anbindung oder Verklebung in der abZ des Instandsetzungssystems für das jeweilige Altrohrmaterial nachgewiesen ist und die Dichtheit der Anbindung nach der Instandsetzung mittels Dichtheitsprüfung nach **Kapitel 8.2** bestätigt werden kann.

Systemabhängig und bei entsprechender Haftgrundvorbereitung kann zusätzlich zur form-schlüssigen Verbindung eine stoffschlüssige Verbindung (Verkleben) hergestellt werden. Hinterwanderungsfreie und verklebende Verbindungen sind systemabhängig und abhängig vom Altrohrwerkstoff.

Aktuell befinden sich Anschlusspassstücke ohne Harze in der Entwicklung, die für neue Anschlüsse an instandgesetzte Leitungen eingesetzt werden.

5 Anforderungen an die Verfahren

5.1 Anforderungen an die Materialien

Zur Instandsetzung innerhäuslicher Leitungen dürfen vor Ort härtende Reaktionsharzformstoffe auf Basis folgender Reaktionsharze verwendet werden:

- Ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze)
- Vinylesterharze (VE-Harze)
- Epoxidharze (EP-Harze)
- Polyurethanharze (PUR- oder PU-Harze)
- Polyharnstoffharze (auch Polyureaharze genannt)
- Silikatharze

Systemabhängig kann der Reaktionsharzformstoff mit einem Faseranteil versehen sein. Folgende Faserarten sind zulässig:

- **Thermoplastische Synthefasern** als Trägermaterial, die der Formgebung dienen, weichmacherfrei sein müssen und typischerweise aus folgenden Materialien bestehen:
 - » Polyamid (PA)
 - » Acrylnitril-Polymerisate (PAN)
 - » Polyethylenterephthalat (PET)
 - » Polypropylen (PP)
- **Glasfasern** als Träger- und Verstärkungsmaterial, die die Materialkennwerte des fertigen Produkts erhöhen, als verarbeitete Textilglasmatten oder Kurzfasern bzw. Glasflocken vorliegen, korrosionsbeständig sind und dem Typ „E-CR“ nach DIN EN ISO 2078, DIN 1259 und DIN EN 14020 Teil 1 bis 3 entsprechen

Weiterhin ist der systemkonforme Einsatz chemisch inerte anorganischer oder organischer Füllstoffe zulässig. Kalziumcarbonat darf nicht verwendet werden.

Beim vor Ort härtenden Schlauchlining wird verfahrensabhängig abwasserseitig eine im Rohr verbleibende, thermoplastische Innenfolie z. B. aus TPU oder PE eingesetzt. Diese Folie kann provisorisch, semi-permanent oder permanent sein. Provisorische und semi-permanente Folien gelten als Einbauhilfe, die keine dauerhaft beständige und abdichtende Schicht des Systems bilden.

Im Rahmen der Eignungsprüfung ist bei der Prüfung der Hochdruckspülbeständigkeit der Nachweis zu erbringen, dass auftretende Ablösungen der thermoplastischen Innenfolie keine Verstopfungen sanierter Leitungen in Form großflächiger Ablösungen begünstigen. Instandsetzungssysteme, die diesem RSV-Merkblatt entsprechen, müssen ein funktionierendes System aus werkseigener Produktionskontrolle und einer halbjährlichen Fremdüberwachung nach DIN 18200 aufweisen und die jeweiligen Anforderungen erfüllen. Die Nachweise können bei den Systemanbietern erfragt werden. Systeme mit gültiger DIBt-Zulassung unterliegen einer regelmäßigen Eigen- und Fremdüberwachung.

5.2 Anforderung an die Anlagentechnik

Die Anlagentechnik für die innerhäusliche Instandsetzung von Abwasserleitungen mit vor Ort härtenden Materialien umfasst:

- Dosier- und Mischtechnik der Harzsysteme
- Imprägniertechnik
- Einbautechnik
- Härtungstechnik

Das eingesetzte technische Equipment muss in einem technisch einwandfreien Zustand sein und ist gemäß Herstellerangaben zu prüfen und zu warten. Es darf ausschließlich von qualifiziertem Personal bedient werden.

5.2.1 Dosier-, Misch- und Imprägniertechnik

Die Lagerung der Harze und der nicht imprägnierten Träger- oder Verstärkungsmaterialien sowie die Mischung der Harze müssen stets unter definierten und kontrollierten Umgebungs- und Materialtemperaturen erfolgen. Die prozessrelevanten Daten der Dosierung (z. B. Gewicht und Volumen) und Mischung (z. B. Volumenstrom und Mischzeiten) der Harzkomponenten sind automatisch zu dokumentieren und zu speichern. Wenn eine Imprägnierung ausgeführt wird, muss sie eine sichere Benetzung des Trägermaterials gewährleisten. Die Anwendung von Vakuum zum Entlüften des Materials ist kontrolliert und nach Herstellervorgaben durchzuführen.

5.2.2 Einbautechnik

Die notwendige Einbautechnik richtet sich nach dem Einbauverfahren des jeweiligen Systems und den Herstellervorgaben. Grundsätzlich sind drei Verfahren zu unterscheiden:

- Inversionsverfahren
- Sprüh-Schleuder-Verfahren
- Packerverfahren

Es ist zudem bei allen Verfahren der mangelfreie Einbau einmal nach Reinigung und ggf. Fräsen der Rohrleitung sowie einmal nach Instandsetzung mittels Kamerainspektion zu belegen.

Die Anforderungen an die Einbautechnik beim Inversionsverfahren (Schlauchliner) sind:

- Druckaufbau gemäß Herstellervorgaben
- Schonende Inversion, möglichst kontinuierlich
- Druckkontrolle und -dokumentation

Die Inversionsgeschwindigkeiten und -drücke gemäß Herstellervorgaben sind einzuhalten.

Die Anforderungen an die Einbautechnik beim Sprüh-Schleuder-Verfahren (Lining mit aufgetragenem Polymermaterial) sind:

- Berechnung der benötigten Menge an Reaktionsharzformstoff in Abhängigkeit von Rohrlänge, Nenndurchmesser und erforderlicher Schichtdicke
- Laufende visuelle Kontrolle des Materialauftrags mittelsameratechnik
- Geschwindigkeits- und Mengenkontrolle sowie deren Dokumentation
- Ggf. Dokumentation der Vorbereitung des Haftgrunds

Die verfahrensspezifischen Vorgaben während des Einbaus gemäß Herstellervorgaben sind einzuhalten.

Die Anforderungen an die Einbautechnik beim Packerverfahren (Anschlusspassstücke, Kurzliner) sind:

- Positionierung des Packers an der Schadstelle gemäß Herstellervorgaben
- Kontrolle und Dokumentation des Aufstelldrucks
- Dokumentation der Vorbereitung des Haftgrunds

Die Aufstelldrücke gemäß Herstellervorgaben sind einzuhalten.

5.2.3 Härtungstechnik

Die Härtungstechnik richtet sich nach den Herstellervorgaben und dem Härtungsverfahren:

- Härtung bei Umgebungstemperatur
- Warmhärtung
- Lichthärtung

Die Härtungstechnik muss den Vorgaben im Verfahrenshandbuch des Herstellers entsprechen und durch diesen freigegeben sein. Die Wartungszyklen der Härtungsanlagen

müssen mindestens die Vorgaben des Herstellers einhalten.

5.3 Anforderung an die Bauausführung

5.3.1 Mindestqualifikation/Qualifikation der Unternehmen

Bewerber für den Bau, die Instandsetzung, Inspektion oder Reinigung von Abwasserkanälen und -leitungen müssen die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit sowie eine **Güteüberwachung** – bestehend aus Fremd- und Eigenüberwachung – nachweisen. Die Anforderungen der Güte- und Prüfbestimmungen einer unabhängigen Zertifizierungsorganisation (z. B. Güteschutz Kanalbau, Güteschutz Grundstücksentwässerung oder gleichwertige Zertifizierungsorganisation) – in ihrer jeweils gültigen Fassung – sowie die seitens des Auftraggebers vorgegebenen Anforderungen sind zu erfüllen (siehe DWA-A 143-3 Abschnitt 7.4).



Die mit der Durchführung der Instandsetzungsmaßnahme beauftragte Kolonne muss aus Fachkräften und unterwiesenen Personen bestehen. Schulungsmaßnahmen und Unterweisungen für das angewendete Verfahren sind durchzuführen und zu dokumentieren. Die Instandsetzungsmaßnahmen dürfen nur von Anwendern ausgeführt werden, die eingehend mit dem Instandsetzungsverfahren vertraut sind und nach Herstellervorgaben geschult wurden (mitarbeiterbezogene Schulungsnachweise). Mit der Systemschulung weist der jeweilige Mitarbeiter nach, dass er mit dem Verfahrenshandbuch, den Betriebsanleitungen sowie den Sicherheitsblättern und technischen Datenblättern der Harzsysteme und der Reinigungsmittel vertraut ist. Die Anwender müssen die zum Verfahren gehörigen Handbücher, Sicherheitsdatenblätter und Dokumente auf der Baustelle vorweisen können.

5.3.2 Vorhalten der Technik

Auf der Baustelle ist die zum verfahrensgemäßen Einbau des Systems benötigte Technik vorzuhalten. Angaben zur benötigten technischen Ausstattung sind Bestandteil der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Instandsetzungsverfahrens. Die technische Ausstattung ist in einwandfreiem Zustand zu halten und der Bauüberwachung auf Verlangen vorzuzeigen.

5.3.3 Schulungsnachweise

Die erfolgreiche Teilnahme an den Schulungsmaßnahmen der Hersteller (Verfahrensanbieter) und deren Gültigkeit sind mit geeigneten Zertifikaten mitarbeiterbezogen nachzuweisen.

5.4 Anforderungen an die Instandsetzungssysteme (Eignungsprüfungen)

Bei der Auswahl von Harzen für den Einsatz innerhalb von Gebäuden sind besonders hohe Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und den Gesundheitsschutz zu stellen. Es wird empfohlen, Harzsysteme zu verwenden, die eine möglichst geringe Geruchsbelastigung für den Anwohner verursachen. Reaktionsharzabhängig können bestimmte Inhaltsstoffe, wie Styrol, starke Gerüche verursachen.

Bei Instandsetzungssystemen, die den Eignungsnachweis für mit dem Altrohr verklebende Systeme erbracht haben, ist eine wasserdichte Verbindung ohne zusätzliche Anbindungstechnik mit den in der Zulassung angegebenen Rohrmaterialien möglich (z. B. durch bündiges Ab- bzw. Auffräsen eines Liners, überlappenden Linereinbau, einen ausgesprühten bzw. beschichteten Anschluss). Bei nicht verklebenden Systemen ist eine für den jeweiligen Untergrund zugelassene, abdichtende Anschlusstechnik zu verwenden. An die fertige Instandsetzung werden folgende Anforderungen gestellt:

- Dichtheit,
- Betriebssicherheit
- Ggf. statische Tragfähigkeit

Dazu hat der Systemanbieter im Zuge einer Eignungsprüfung mindestens folgende Nachweise zu erbringen:

- Umweltverträglichkeit
- Medienbeständigkeit
- Brandverhalten
- Temperaturwechselbeständigkeit
- Abriebfestigkeit
- Reinigungsbeständigkeit

Im Kapitel 11 Anlage A sind die im Eignungsnachweis mindestens durchzuführenden Prüfungen zusammengefasst. Der Nachweis gilt ebenfalls als erbracht, wenn eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) des Systems zur Instandsetzung innerhäuslicher Schwerkraftentwässerungsanlagen vorliegt.

Es sind die Einbaueinweisungen, Verfahrenshandbücher und bauaufsichtlichen Zulassungen der Hersteller zu beachten.

6 Planung

6.1 Instandsetzungsstrategie

Die Instandsetzung von Abwasserleitungen innerhalb von Gebäuden kann grundsätzlich nach zwei Instandsetzungsstrategien erfolgen:

- Reaktive Strategie
- Proaktive Strategie

Bei der reaktiven Strategie handeln Grundstückseigentümer, Eigentümergemeinschaften und Wohnungsgesellschaften erst im Schadensfall, nachdem der Schaden eingetreten ist. Die Schäden werden in der Regel nur lokal behoben.

Bei der proaktiven Instandsetzungsstrategie werden die Abwasserleitungen innerhalb der Gebäude durch Grundstückseigentümer, Eigentümergemeinschaften und Wohnungs-

gesellschaften nach einer üblichen Betriebsdauer komplett erneuert bzw. saniert – auch wenn noch keine oder kaum Schäden vorhanden sind.

Für eine vollständige Instandsetzung der Gebäudeinfrastruktur/Gebäudeentwässerung ist eine umfassendere Planung bzw. Erstellung von Ausschreibungsunterlagen erforderlich. Die beiden Strategien sind auch kombinierbar, z. B. wenn bei relativ neuen Leitungsnetzen nur lokale Abdichtungen im Schadensfall erfolgen und alle anderen Leitungsabschnitte erst nach Ablauf einer üblichen Betriebsdauer unter Berücksichtigung des Leitungszustands saniert werden.

Welche Instandsetzungsstrategie zu wählen ist, hängt im Wesentlichen von Art, Ausmaß und Anzahl der vorhandenen Abwasserleitungen und Schäden ab. Maßgeblich für die Strategieauswahl sind außerdem die örtlichen Randbedingungen im Gebäude wie z. B. Baujahr und Werkstoff, Leitungsverlauf, die Zugänglichkeit der Leitungen, Nennweiten, Anzahl und Krümmungsgrad der Bögen und die Möglichkeit zur Stilllegung von Entwässerungsgegenständen.



Im Zuge der Instandsetzungsplanung sind darüber hinaus weitere Überlegungen hilfreich. So kann beispielsweise die zukünftige Gebäudenutzung entscheidend für die Strategiewahl sein. Ist z. B. die Gebäudenutzung nur noch für einen kurzen Zeitraum vorgesehen, so kann es sich eher anbieten, reaktiv zu handeln. Des Weiteren kann die Instandsetzung der Gebäudeentwässerung mit weiteren geplanten Baumaßnahmen im Haus verknüpft werden (z. B. Instandsetzung der Versorgungsleitungen).

6.1.1 Reaktive Strategie

Die reaktive Strategie wird auch als „Feuerwehrstrategie“ bezeichnet, da eine Handlung nur bei Ausfällen oder Defekten erfolgt. Sie nimmt mögliche Folgeschäden durch z. B. Undichtigkeiten oder Rohrbruch billigend in Kauf. Die Auswirkungen möglicher Folgeschäden sind in der Planung zu berücksichtigen.

Insbesondere bei Gebäuden, die etwa 50 Jahre und älter sind, ist die Strategie nicht zu empfehlen. Es ist in der Regel davon auszugehen, dass sich bei dieser Art des Gebäudebestands die Schäden in naher Zukunft sehr häufen werden. Die Entwässerungssysteme werden oftmals über Jahre und Jahrzehnte nicht inspiziert. Als wirtschaftliche Folgeschäden sind auch Nutzungsausfälle zu betrachten. Eine hinausgezögerte Instandsetzung kann die Tauglichkeit zur minimalinvasiven Instandsetzung von innen einschränken und ergänzende Bauteilöffnungen erfordern.



6.1.2 Proaktive Strategie

Bei der proaktiven Strategie werden Abwasserleitungsnetze innerhalb von Gebäuden in festen Zeitintervallen – nach Ablauf einer betriebsüblichen Nutzungsdauer – vollständig erneuert oder saniert, um spätere und teure Folgeschäden zu vermeiden.

Als Richtwert für die betriebsübliche Nutzungsdauer der Gebäudeentwässerung kann – in Abhängigkeit von Rohrwerkstoff und Nutzungsart – ein Zeitraum von bis zu 50 Jahren

angesetzt werden. Dies sollte unter Berücksichtigung der beim Bau verwendeten Materialien und der Ausführungsqualität stets hinterfragt werden.

Die Vorteile der proaktiven Instandsetzungsstrategie liegen insbesondere darin, dass teure Folgeschäden vermieden werden können wie z. B. Vernässungen, Geruchsbelästigung und Hygienebeeinträchtigung. Leitungsnetze werden entweder nach Ablauf einer betriebsüblichen Nutzungsdauer proaktiv oder nach einer Inspektion und Feststellung von ersten Schäden komplett saniert.



6.2 Bestandsaufnahme mit Zustandsbewertung und Kostenermittlung

Die Bestandsaufnahme eines Leitungssystems hat die folgenden Ziele:

- Ermittlung der Planungsrandbedingungen in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber
- Verifikation der vorhandenen Revisionspläne durch Vor-Ort-Begehung der Immobilie
- Inspektion ausgewählter Leitungsabschnitte, die repräsentativ für das gesamte Leitungsnetz sind
- Zustandsbewertung nach DIN 1986-30
- Mengenermittlung nach Prioritäten und Kostenermittlung abgeleiteter Instandsetzungsmaßnahmen

Eine vollständige Erfassung mittels optischer Inspektion ist aufgrund der erforderlichen Zugänglichkeiten (oftmals Bauteilöffnungen notwendig) und von Nutzungsart und -umfang nicht oder wie bei einer Instandsetzung nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich. Deshalb sind repräsentative Teilabschnitte in Verbindung mit ihrer jeweiligen Nutzung (Schmutzwasser, Regenwasser) zu untersuchen.



Die Ergebnisse sind unter Berücksichtigung der genannten Planungsrandbedingungen auf das komplette Leitungsnetz zu übertragen/skalieren. Eventuelle Annahmen sind entsprechend heranzuziehen und dem Eigentümer zu übermitteln.

6.2.1 Ermittlung der Planungsrandbedingungen

Wesentlich für den Erfolg einer umfassenden Instandhaltungsmaßnahme ist die Schaffung einer soliden Plangrundlage. Dazu sind in einem ersten Schritt die letzten Revisionsstände der Sanitärinstallationspläne (Strangschemen sowie Grundrisspläne) beim Auftraggeber anzufordern und zu sichten.

6.2.2 Vor-Ort Verifikation der Revisionspläne

Bei größeren Immobilien erscheint es empfehlenswert, die Pläne durch Vor-Ort-Begehungen zu verifizieren und Änderungen des IST-Stands in die Revisionspläne einzuarbeiten. Bei fehlenden Strangschemen ist ein Schema als Prinzipskizze zu erstellen.



6.2.3 Inspektion repräsentativer Leitungsabschnitte

Die Vor-Ort-Begehung und Verifikation der Revisionspläne wird durch eine Kamerainspektion ausgewählter Leitungsabschnitte begleitet. Dadurch werden zwei Ziele verfolgt:

- Den Leitungsverlauf zu klären
- Den Zustand der Leitungen zu ermitteln.

Dabei ist es sinnvoll Kamerasysteme zum Einsatz zu bringen, mit denen in Fließrichtung sowie gegen die Fließrichtung gefilmt werden kann. Auch der Einsatz von Schwenkkopfsystemen kann hilfreich sein, um Leitungsverläufe an Abzweigungen oder in Bögen zu klären.

Vor dem Einsetzen der Kamera in die Leitung ist der Umgebungsbereich einmal abzuschwenken, um die Lage der Leitung festzustellen. Eine Inspektion muss der entsprechenden Leitung zuzuordnen sein, hierzu sind Verweise auf den Entwässerungsstrang, den Gebäudeteil, das Geschoss, die Raumnummer im Plan, die Nähe zu Gebäudeachsen oder ähnliche Hilfsmittel zur Zuordnung zu verwenden. Reinigungsarbeiten vor der Inspektion können erforderlich sein. Diese werden an anderer Stelle in diesem Merkblatt erläutert.

6.2.4 Zustandsbewertung nach DIN 1986-30

Die sachkundige Beurteilung festgestellter Schäden erfordert nicht nur fachliche Expertise, sondern auch strikte Einhaltung branchenführender Standards. Es ist daher unabdingbar, dass diese Aufgabe ausschließlich von qualifiziertem Personal ausgeführt wird, welches in der Lage ist, die festgestellten Schäden entsprechend den Richtlinien der DIN 1986-30 und DIN EN 13508-2 zu beurteilen und zu kodieren.

Auf Basis der Vor-Ort-Begehung sowie der Kamerainspektion wird eine Zustandsbewertung durchgeführt. Die Zustandsbewertung soll von qualifiziertem Personal vorgenommen werden. Die DIN 1986-30 teilt den Zustand von Entwässerungsleitungen in drei Klassen ein:

- **Schadensklasse A:** Schäden, die kurzfristig zu beheben sind
- **Schadensklasse B:** Schäden, die mittelfristig zu beheben sind
- **Schadensklasse C:** Schäden, die bei turnusmäßigen Überprüfungen neu zu bewerten sind

Idealerweise werden entsprechende Leitungsabschnitte in den Revisionsplänen entsprechend der Schadensklassen markiert sowie eine Verknüpfung zum entsprechenden Video hergestellt, z. B. mittels Video-ID (**Bild 8**). Zur Veranschaulichung wird eine begleitende Fotodokumentation erstellt.

Dazu sind mindestens anzufertigen:

- Ggf. Lagepläne mit Objektbezeichnungen
- Untersuchungsberichte mit Schadensbeschreibung
- Optische/visuelle Prüfung mit Dokumentation (Fotos und Videos)
- Auflistung verbauter Rohrwerkstoffe



- Ggf. Strangschemen (als Prinzipskizze)
- Lage und Anzahl der Fall und Entlüftungsleitungen

Die Dokumentation der Zustandserfassung ist dem Eigentümer der Entwässerungsanlage auszuhändigen und bis zur nächsten Überprüfung der Anlage zu archivieren.

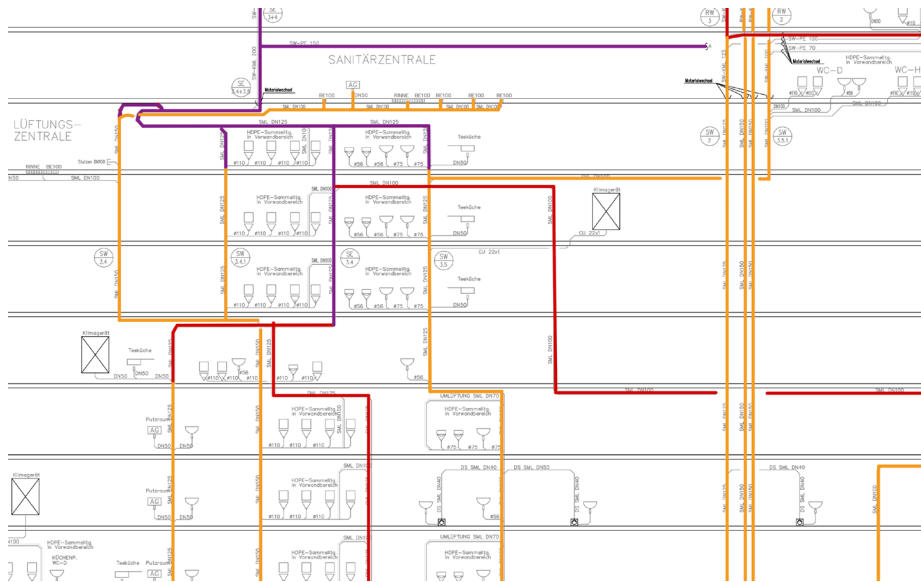


Bild 8: Schadensklassen im Strangschemata gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben (Quelle: RG rohrgroup GmbH)

6.2.5 Mengen- und Kostenermittlung

Aus den aktualisierten Revisionsplänen wird eine Mengenermittlung nach Prioritäten (Schadensklassen) sowie Dimensionen abgeleitet. Danach lässt sich die Immobilie in Maßnahmenabschnitte einteilen. Leitungsabschnitte der Priorität A (Schadensklasse A) sind zu priorisieren. Darauf basierend können eine Kostenermittlung hergeleitet sowie Budgets zur Instandsetzung der Leitungsabschnitte nach Dringlichkeit eingerichtet werden.

6.3 Planung

Die Sanierungsplanung ist von einer qualifizierten und vom Einbau unabhängigen Stelle durchzuführen. Hierbei sind geeignete Sanierungsverfahren auszuwählen und gegebenenfalls Alternativen in Betracht zu ziehen.

Für die Instandsetzungsmaßnahme ist ein Instandsetzungskonzept bzw. eine Instandsetzungsplanung zu erstellen. Hierbei sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen:

- Möglichkeit der ganzheitlichen Instandsetzung aller festgestellten Schäden in der beschädigten Leitung
- Vorauswahl geeigneter Instandsetzungsverfahren
- Ggf. Erstellung bzw. Auswertung einer Kostenvergleichsrechnung
- Benötigte Bauteilöffnungen und -instandsetzungen sowie sonstige vorangehende

- und nachfolgende Gewerke
- Hinweise auf Gebäudeschadstoffe bzw. Schadstoffkataster

6.4 Besondere Anforderungen an Rohrleitungen innerhalb von Gebäuden

6.4.1 Brandschutztechnische Anforderungen im Gebäude

Bei der Planung und Ausführung von Entwässerungsanlagen sind die Brandschutzanforderungen entsprechend den Landesbauordnungen und den Technischen Baubestimmungen bzw. den Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen der Länder einzuhalten.

Die nach diesem Merkblatt zulässigen Werkstoffe erfüllen mindestens die Anforderungen an Brandklasse B2 nach DIN 4102-1. Bestehende Brandschutzeinrichtungen dürfen durch die ausgeführte Instandsetzung nicht in ihrer Funktion beeinträchtigt werden und sind im Anschluss an die Instandsetzung einer Funktionsprüfung zu unterziehen.

6.4.2 Abwasserzusammensetzung

Instandsetzungssysteme für innerhäusliche Schwerkraftentwässerungsanlagen müssen beständig gegenüber häuslichem Abwasser gemäß DIN 1986-3 sein. Dabei sind die möglichen hohen Abwassereinleitungstemperaturen und raschen Temperaturwechsel zu berücksichtigen. Instandsetzungssysteme müssen über eine entsprechende Temperaturwechselprüfung ihre Eignung nachweisen (vgl. **Kapitel 6.5.2**). Produkte für diesen Anwendungsbereich, die über eine abZ innerhalb von Gebäuden verfügen, haben diesen Nachweis erbracht. Bei einer abweichenden Zusammensetzung des Abwassers, z. B. bei industriellen Abwässern, ist die Beständigkeit gegenüber den jeweiligen Medien unter Berücksichtigung der Einleitungstemperaturen gesondert nachzuweisen. Durch Einlagerungsversuche im Abwasserstrom kann die Beständigkeit der Instandsetzungsprodukte anwendungsbezogen nachgewiesen werden (sogenannte „Schlepp- oder Hängeprobe“). Die Auswertung erfolgt in Anlehnung an die DIN EN ISO 175.

6.5 Werkstoffspezifische Besonderheiten

6.5.1 Einsatzbereiche

Werkstoff- und verfahrensspezifisch unterscheiden sich die am Markt erhältlichen Produkte in ihrem Anwendungsbereich. Faktoren, die den Anwendungsbereich maßgeblich beeinflussen, sind z. B.:

- Länge der zu sanierenden Leitung
- Verlauf der zu sanierenden Leitung
- Leitungsdurchmesser
- Anzahl und Radius von Bögen
- Dimensionswechsel

- Material des Altrohrs
- Schadensbild/Zustand des Altrohrs
- Abwasserqualität und -temperatur
- Häufigkeit und Lage von Armaturen, z. B. Brandschutzklappen
- Besondere Brandschutzanforderungen
- Hydraulische Anforderungen, insbesondere bei kleinen Durchmessern
- Art und Anzahl von Anschlüssen
- Projektbezogene Machbarkeit des wasserdichten Anschlusses

Aufgrund der am Markt verfügbaren Vielfalt an Verfahren für die innerhäusliche Instandsetzung von Abwasserleitungen ist genau zu prüfen, welche Verfahren für die festgestellten Schadensbilder geeignet sind. Typische Schadensbilder im innerhäuslichen Bereich sind z. B. Rissbildung, Korrosion, undichte Muffenverbindungen und Lochfraß bzw. größere Ausbrüche am bestehenden Leitungssystem (**Bilder 9 bis 11**).



Im Zuge des Planungsverfahrens sind die jeweiligen Verfahrensgrenzen zu beachten. Der Anwendungsbereich der am Markt verfügbaren Systeme ist in der jeweiligen abZ angegeben und kann, unter Angabe projektbezogener Daten, beim Systemanbieter und Einbauer erfragt werden.

6.5.2 Temperaturwechselbeständigkeit

Instandsetzungssysteme zur Anwendung innerhalb von Gebäuden müssen den Nachweis der Temperaturwechselbeständigkeit gemäß DIN EN 1055 erbracht haben und gelten damit als dauerhaft beständig gegenüber den typischen Temperaturbelastungen innerhäuslicher Leitungen (vereinzelte Kurzzeitbelastungen von bis zu 93 °C) in Verbindung



Bild 9: Undichte
Manschettenverbindung



Bild 10: Korrosion in Verbindung
mit Längsrissen



Bild 11: Korrosion in
Verbindung mit Lochfraß/
Materialausbrüchen

mit den zugelassenen Altrohrmaterialien. Eine gültige abZ für das Instandsetzungssystem zur Anwendung innerhalb von Gebäuden umfasst diesen Nachweis.

Bei besonderen thermischen Belastungen ist im Zweifel ein geeigneter Nachweis im

Einzelfall durch den jeweiligen Systemanbieter zu erbringen. Dabei sind thermische Belastungen von außen (benachbarte Leitungen, Sonneneinstrahlung etc.) zu berücksichtigen. Die verschiedenen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Altrohr und Instandsetzungssystem sind zu berücksichtigen. Ggf. sind die unterschiedlichen Längsdehnungen über Kompensatoren abzutragen.

6.5.3 Asbestrohr-Instandsetzung

Asbesthaltige Faserzementrohre wurden häufig insbesondere in den 1960er-, 1970er- und 1980er-Jahren zur Gebäudeentwässerung in Deutschland verwendet (z. B. Eternit). Heute ist eine Vielzahl dieser Rohre schadhaft. Übliche Schadensbilder sind feine Längsrisse, Verformungen und schadhafte Rohrverbindungen mit der Folge von Undichtigkeiten.

Die Instandsetzung asbesthaltiger Faserzementleitungen ist aus technischer Sicht mit vor Ort härtenden, reaktionsharzbasierten Systemen möglich. Inwieweit die Instandsetzung aus rechtlicher und arbeitssicherheitstechnischer Sicht möglich bzw. erlaubt ist, ist im Einzelfall durch einen Fachplaner oder Sachkundigen nach TRGS 519 Anl. 3 zu prüfen.



Asbest zählt zu den besonders gefährlichen krebserzeugenden Gefahrstoffen und ist mit einem Expositionsverbot belegt. Ausgenommen sind Abbruch-, Instandsetzungs- oder Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) an Einrichtungen, bei denen asbesthaltige Materialien eingesetzt wurden. Die nach der Gefahrstoffverordnung erforderlichen Schutzmaßnahmen und organisatorischen Voraussetzungen für ASI-Arbeiten sind in der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 519 „Technische Regeln für Gefahrstoffe: Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ zusammengefasst. ASI-Arbeiten, die zu einem Abtrag der Oberfläche von Asbestprodukten führen, sind nur zulässig, wenn es sich um emissionsarme Verfahren handelt, die behördlich oder von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung anerkannt sind (Anhang II Nr. 1 **GefStoffV**).

Vor einer Instandsetzung ist die Umsetzung mit den zuständigen Behörden abzustimmen und sind entsprechende objekt- und/oder unternehmensbezogene Anzeigen vorzunehmen (Bezirksregierungen, Bauämter, Gewerbeaufsichtsämter etc.). Ausführende Fachbetriebe müssen über die erforderliche Sachkunde für die Arbeiten an asbesthaltigen Bauteilen verfügen.

Zu beachten in diesem Zusammenhang ist, dass nicht jedes faserzementhaltige Abwasserrohr auch asbesthaltig ist. Auf der Rohraußenseite befindet sich ggf. ein Hinweis auf die Art der Zusammensetzung über die jeweilige Zulassungsnummer oder Systembezeichnung. Steht auf dem Faserzementrohr z. B. die Bezeichnung PA I 3200, so ist das ein Hinweis darauf, dass es sich um ein asbestfreies Faserzementrohr handelt.

6.6 Zugänglichkeit

Im Zuge der Planung ist zu überprüfen, ob der Einsatz der jeweiligen Instandsetzungsverfahren über die vor Ort verfügbaren Zugänge möglich ist. Hierbei ist zu beachten, dass je nach System mehrere Zugangspunkte erforderlich sein können. Wenn nötig, muss im Zuge der Planung die Schaffung geeigneter Zugänge für das jeweilige System berück-

sichtigt werden. Dies umfasst Bauteilöffnungen an Trockenbauwänden und -decken, ggf. an nichttragendem Mauerwerk, jedoch auch Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten auf dem Dach.

6.7 Wasserhaltung

Der zu sanierende Leitungsabschnitt ist für die Dauer der Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb zu nehmen und entsprechend abzusperren, z. B. mittels Absperrblasen. Für die Dauer der Instandsetzung bis zur Wiederinbetriebnahme der Leitungen sind geeignete Abwassersammelbehälter und Sanitäranlagen für die Anwohner bereitzustellen. Die Reduzierung von Einschränkungen des Entwässerungssystems ist als Teil der Fachplanung zu berücksichtigen.



Die Rohrleitung muss den jeweiligen Systemanforderungen entsprechend trocken und fettfrei sein. Ist noch Restwasser in der Leitung vorhanden, kann dies z. B. zu einer Entmischung der Reaktionsharzkomponenten, Aufschäumen oder Unterhärtung führen.

Die sanierte Leitung ist erst dann wieder in Betrieb zu nehmen, wenn die gemäß Herstellerangaben, bzw. abZ, vorgeschriebene Aushärtezeit in Abhängigkeit von der Temperatur erreicht ist.

6.8 Verfahrensauswahl

6.8.1 Verklebende und nicht verklebende Systeme

Die verfügbaren, am Markt erhältlichen Systeme zur Instandsetzung innerhäuslicher Leitungen gemäß **Abschnitt 1** lassen sich in Systeme unterteilen, die mit der Altrohrwandung verkleben und eine stoffschlüssige Verbindung mit dem Untergrund eingehen, und solche, die nicht mit dem Altrohr verkleben.

Bei Reparaturverfahren mit vor Ort härtenden Materialien ist die Verklebung zwingend erforderlich und entscheidend für den Instandsetzungserfolg. Der Nachweis der Verklebbarkeit gemäß allgemein bauaufsichtlicher Zulassung bezieht sich nur auf die dort angegebenen Untergrundmaterialien. Die Verklebbarkeit wird sowohl in der Laborprüfung als auch im Praxisversuch an einer undichten Musterstrecke nach der Reparatur unter Wasseraußendruck von 0,5 bar nachgewiesen.

Bei Renovierungsverfahren mit vor Ort härtenden Schlauchlinern werden Systeme mit und ohne Außenfolie sowie mit verklebenden und nicht verklebenden Harzsystemen eingesetzt. Der Nachweis der Verklebbarkeit gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bezieht sich nur auf die dort angegebenen Untergrundmaterialien. Die Verklebbarkeit wird sowohl in der Laborprüfung als auch im Praxisversuch an einer undichten Musterstrecke nach der Instandsetzung durch Vollfüllung der Musterstrecke und Haftzugprüfungen nachgewiesen.

Darüber hinaus ist der Nachweis der hinterwanderungsfreien Anbindung an das Altrohr unter Wasseraußendruck bis zu 0,5 bar möglich. Der Nachweis ist durch Wasseraußendruck an vorgeschädigten und im Anschluss sanierten Röhren zu überprüfen. Der Nach-

weis gilt für alle überprüften Altrohrmaterialien, deren hinterwanderungsfreie Anbindbarkeit durch die abZ bestätigt ist.

Anbindungssysteme, die zur wasserdichten Anbindung nicht verklebender Instandsetzungssysteme verwendet werden, müssen die Verklebung sowohl auf dem Material des Altrohrs als auch auf dem Material des Instandsetzungssystems nachweisen.

6.8.2 Hydraulik

Wird der Querschnitt einer Rohrleitung durch ein Instandsetzungsverfahren reduziert, ist gemäß DIN 1986-30 vor der Instandsetzung ein hydraulischer Nachweis zu erbringen. Fehlende Tabellenwerte durch Querschnittsverringerung sind zu interpolieren. Dieser hydraulische Nachweis soll belegen, dass das abzuleitende Abwasser der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände oder Flächen nach den Bemessungsregeln der DIN 1986-100 ordnungsgemäß abgeleitet werden kann. Hierfür ist ein vollständiges Strangschema der Gebäudeentwässerung erforderlich, welches mit dem Bestand übereinstimmen muss. Dieses ist vom Auftraggeber vorzulegen bzw. eine Neuerstellung im Rahmen einer Bestandserfassung durchzuführen.

Generell kann eine Reduzierung des Querschnitts dazu beitragen, die benötigte Selbstreinigungsfähigkeit der Abwasserleitung gemäß DIN 1986-100 zu verbessern. Jedoch besteht das Risiko, dass insbesondere bei kleinen Querschnitten und/oder höheren Schichtdicken die hydraulische Leistungsfähigkeit eingeschränkt wird. Hier sind unter anderem die Erfahrungen des Betreibers der Abwasseranlage zu berücksichtigen.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass eine Rohrrinnensanierung nach vollständiger Wiederherstellung des Altrohr-Querschnitts zu einer hydraulischen Verbesserung führen kann. So kann die Querschnittsreduzierung zwar dafür sorgen, dass der Innendurchmesser sanierter Rohre denen niedriger dimensionierter Rohre der Tabellenwerte der DIN 12056-2 **Tabelle 1** entspricht, jedoch werden als Hauptverursacher und Treiber für hydraulische Überlastung vorwiegend Ablagerungen und Korrosion festgestellt. Der Betreiber der Abwasseranlage ist über die Risiken einer hydraulischen Überlastung aufzuklären, die Vorteile und Risiken einer Querschnittsreduzierung sind im Rahmen der Instandsetzungsplanung zu ermitteln und mit dem Auftraggeber zu besprechen.



7 Instandsetzungsablauf

7.1 Arbeitsvorbereitung

Vor Beginn der Instandsetzungsmaßnahme sind alle betroffenen Leitungsabschnitte außer Betrieb zu nehmen. Es ist sicherzustellen, dass während der Arbeiten bis zum Abschluss der Härtung kein Wasser in die zu sanierenden Abwasserleitungen eindringen kann. Vor der Verarbeitung der Reaktionsharze ist sicherzustellen, dass die Komponenten sowie deren Umgebung die vom Hersteller vorgegebenen Verarbeitungstemperaturen aufweisen.

Als Zugangsöffnungen können Belüftungsleitungen, Revisions- und Reinigungsöffnungen, Fußbodenentwässerungen, Sanitärobjekte sowie Trennungen der Rohrleitung dienen. Voraussetzung ist, dass die Größe der Zugangsöffnungen ausreichend ist, um die benötigte Verfahrenstechnik einzuführen. Der Systemhersteller muss ein Handbuch ISO 6751-5 mit Beschreibung der einzelnen, auf die Ausführungsart des Instandsetzungsverfahrens bezogenen, Handlungsschritten zur Verfügung stellen. Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften sind bei der Vorbereitung und Ausführung des Instandsetzungsverfahrens zu beachten.

Wenn Geruchverschlüsse oder ganze Sanitärobjekte bei der Instandsetzung demontiert werden und keine Gerüche sowie Keime in den Wohnbereich gelangen dürfen, ist eine Absauganlage (Gebläse) an den entsprechenden Entlüftungsöffnungen über dem Dach zu montieren und in Betrieb zu nehmen. Der Arbeitsbereich ist mit entsprechendem Abdeckmaterial vor Verschmutzung zu schützen. Die erforderliche Reinigung für die Anwendung des Instandsetzungsverfahrens ist durch Befahrung mit der Kamera zu kontrollieren und zu bewerten. In Abhängigkeit von den vorhandenen Abwasserleitungen (Werkstoff, Verschmutzungs- bzw. Korrosionsgrad) und dem gewählten Instandsetzungsverfahren kann die Reinigung mittels Kettenfräskopf, Schleifpad, Bürsten oder Rotationsdüse sowie Absaugen durchgeführt werden. Zusätzliche Reinigungsleistungen mit Wasserhochdruckspülverfahren können ebenfalls notwendig sein. Die Reinigungsergebnisse sind mithilfe der Kamera zu kontrollieren. Die Reinigung ist so lange zu wiederholen bis die Innenoberfläche der Abwasserleitungen frei von losen und trennend wirkenden Teilen (oberflächenfest), Ölen, Fetten und Fäkalienresten ist. Verfahrensabhängig sind darüber hinaus glatte Beschichtungen bzw. Auskleidungen z. B. die Glasur von Steinzeugrohren, zu entfernen. Unter Verwendung einer Kamera mit Videoaufzeichnung ist der Zustand nach der Reinigung zu dokumentieren. Werden nach der Reinigung weitere Schäden festgestellt, die vor der Reinigung durch Ablagerungen und Inkrustierungen nicht zu erkennen waren, wie z. B. Löcher und Risse, sind diese ebenfalls aufzunehmen und zu dokumentieren.

7.1.1 Verfahrensbezogene Reinigung

Als vorbereitende Maßnahme der Instandsetzung der Leitung kann diese bei Bedarf mit Wasserhochdruckspülung durch ein qualifiziertes Unternehmen gereinigt werden. Die verwendete Strahlleistung ist dem zu erwartenden Zustand der Leitung anzupassen und ist – wenn angegeben – der Planung zu entnehmen. Vor Reinigung mittels Wasserhochdruckspülung ist die Leitung vorab auf Undichtigkeiten und daraus resultierende Folgeschäden zu prüfen. Wenn keine weiteren Fräs- und Schleifarbeiten benötigt werden, ist in Abhängigkeit vom Instandsetzungsverfahren die gespülte Leitung im Anschluss zu trocknen.

7.1.2 Fräs- und Schleifarbeiten

Abflusshindernisse und feste Ablagerungen sind mittels Frästechnik zu beseitigen. Bei verklebenden Systemen ist ein fettfreier Haftgrund entsprechend den Anforderungen des Verfahrenshandbuches bzw. der Zulassung herzustellen. Verfahrens- und Altrrohrwerkstoffabhängig ist ein Anschleifen der gesamten Rohrstrecke notwendig. Im Anschluss an Fräs- und Schleifarbeiten sind entstandene Verschmutzungen und Stäube durch eine

erneute Reinigung zu entfernen. In Abhängigkeit vom Instandsetzungsverfahren ist die gespülte Leitung im Anschluss zu trocknen.

7.1.3 Inspektion vor der Instandsetzung

Die Ergebnisse der vorbereitenden Arbeiten (Reinigung sowie Fräs- und Schleifarbeiten) sind mittels Kamerabefahrung in Fließrichtung und gegen die Fließrichtung durch das ausführende Unternehmen aufzuzeichnen und auf einem geeigneten Datenträger abzuspeichern. Die Aufzeichnungen sind der Baustellendokumentation beizufügen. Die einzelnen Leitungen müssen mithilfe einer Teilstrecken-ID bzw. durch individuelle Bezeichnung eindeutig zuzuordnen sein.

7.2 Durchführung der Instandsetzung

7.2.1 Schlauchlining

Der Trägerschlauch wird auf die Länge der Instandsetzungsstrecke zugeschnitten und für die Imprägnierung vorbereitet. Die Dosierung der Reaktionsharzkomponenten und die Imprägnierung vor Ort sind den jeweiligen Vorgaben des Verfahrenshandbuchs entsprechend durchzuführen. Verfahrensabhängig können auch vorimprägnierte Schlauchliner auf die Baustelle geliefert werden. In Abhängigkeit vom Instandsetzungssystem und Anwendungsfall kann vor der Instandsetzung ein Außenschlauch (Preliner) in die zu sanierende Leitung eingezogen oder eingestülpt werden. Der imprägnierte Schlauch wird mit Luftdruck in die Rohrleitung gestülpt/invertiert oder eingezogen. Der Schlauch wird mittels Innendruck an die Altrohrwandung gepresst und verdichtet. Er passt sich dem Altrohrverlauf und der -geometrie an. Dabei können undichte Rohrverbindungen und Risse abgedichtet sowie großflächige Wandausbrüche und außer Betrieb genommene Zuläufe verschlossen werden. Bei großflächigen Schäden sind verfahrensabhängig ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich wie Kurzliner oder Stützgewebe.

Nachdem der Schlauchliner vollständig eingebracht worden ist, erfolgt die Härtung des Reaktionsharzes unter Umgebungsbedingungen mit Wärmezufuhr oder durch Licht (UV, LED). Nach Abschluss der Härtung werden mögliche Seitenanschlüsse innerhalb des Liners mit geeigneten Werkzeugen wie einem Cutter oder Fräsröbter, geöffnet.

In der Regel werden die Liner über Schächte, Einlauföffnungen oder Revisionsöffnungen installiert. Ein Schlauchliner kann mit geschlossenem Ende (bei zwei Zugangspunkten) oder mit offenem oder geschlossenem Ende (bei einem Zugangspunkt) invertiert werden. Bei Inversion mit offenem Ende wird nach dem Einstülpen des Schlauchliners mit offenem Ende ein weiterer Hilfsschlauch, ein so genannter Kalibrierschlauch, mit geschlossenem Ende eingestülpt, der als Einbauhilfe nach Härtung des Schlauchliners wieder entfernt wird. Geschlossene Enden können je nach Leitungsfunktion geschlossen bleiben oder werden mit einem Fräsröbter nachträglich geöffnet.

7.2.2 Lining mit aufgetragenem Polymermaterial

Der Schleuder- oder Bürstenkopf wird mit Förderschläuchen sowie der Pumpeinheit verbunden und am Ende der zu sanierenden Rohrleitung zentriert. Das Polymermaterial wird für die Instandsetzung vorbereitet und mit einer Pumpe über die Schläuche zum Schleuder- oder Bürstenkopf gefördert. Es werden ein oder mehrere Beschichtungsvorgänge ausgeführt, bis die Mindestwandstärke erreicht wird. Zwischen dem Einbringen der Lagen sind die vom Hersteller vorgegebenen Aushärtezeiten einzuhalten. Die Arbeiten sind entsprechend dem Verfahrenshandbuch, den Betriebsanleitungen, den Sicherheits- und technischen Datenblättern auszuführen. Es wird empfohlen, eine automatisierte Rückzugsvorrichtung zu verwenden, um eine gleichmäßige Beschichtung herzustellen. Die Härtung des Polymermaterials erfolgt unter Umgebungstemperatur.

In der Regel werden die senkrechten Fallleitungen vom Dach über die Belüftungsleitung saniert, die Grundleitungen über die Revisionsöffnungen und die Einzelanschlussleitungen über die Anschlüsse der Sanitärobjekte. Sammelanschlussleitungen sind ebenfalls über die Einzelanschlussleitungen zugänglich, bei Bögen klein dimensionierter Leitungen oder Leitungsverzügen können jedoch ergänzende Trennungen des Leitungssystems erforderlich werden. Die Verfahren eignen sich auch zur partiellen Reparatur von Teilstrecken. Es können Bögen von bis zu 90° saniert werden.

Für das Verschließen großflächiger Löcher, Radial- und Längsrisse oder nicht benötigter Seitenzuläufe ist vor dem Harzauftrag nach der Reinigung der Leitungen ein zugelassener Kurzliner oder eine Manschette aus Edelstahl oder GFK oder eine vergleichbare vorbereitende Maßnahme am Schadensort zu platzieren.

7.2.3 Anschlusspassstück

Zum Wiederanschluss einer Seitenanschlussleitung oder der Reparatur eines Seitenanschlusses werden Anschlusspassstücke verwendet. Vor Ort ist darauf zu achten, dass beim ausführenden Unternehmen alle in der Verfahrensanweisung des Herstellers angegebenen Geräte und Materialien zur Instandsetzung mit Anschlusspassstück vorhanden sind. Nach erfolgter Reinigung und Haftgrundvorbereitung im gesamten Bereich der Reparatur wird das harz imprägnierte Anschlusspassstück mithilfe des systemspezifischen Packers platziert und durch Beaufschlagung mit Druckluft formschlüssig aufgebracht. Das Anschlusspassstück wird per Hand durch Bewegen des an den Packer angeschlossenen Druckluftschlauchs bzw. -gestänges bei gleichzeitiger Betrachtung der Schadstelle mittels Kameratechnik genau positioniert. Die Härtung erfolgt in der Regel bei Umgebungstemperatur, kann aber systemabhängig auch durch Wärmezufuhr oder Licht erfolgen. Es ist zu prüfen, ob auch durch eventuell dem Schadbereich vorausgehende Bögen die Zugänglichkeit für den Reparaturpacker gegeben ist.

7.2.4 Kurzliner

Kurzliner werden in Bereichen lokal begrenzter Schäden verwendet. Da Kurzliner ihre abdichtende Wirkung durch Verklebung mit dem Untergrund erreichen, ist im Vorfeld der Reparatur auf einen gereinigten, fettfreien und angerauten Haftgrund im Schadbereich zu

achten. Zur Reparatur mittels Kurzliners wird gemäß Verfahrenshandbuch ein passendes Stück der systemspezifischen Glasfasergewebematte abgelängt und auf einem sauberen, trockenen und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützten Arbeitsplatz mit dem angemischten Reaktionsharzformstoff getränkt. Die getränkte Glasfasergewebematte wird nach Angaben des jeweiligen Systemanbieters um den passend zum sanierenden Rohrdurchmesser ausgewählten Packer gewickelt und dort fixiert. Mit dem an den Packer angeschlossenen Druckluftschlauch bzw. -gestänge wird der Packer an die Schadstelle gebracht und gemäß Verfahrenshandbuch mit Druckluft beaufschlagt. Der so aufgestellte Packer wird bis zur Härtung des Kurzliners im Rohr belassen und im Anschluss an die Härtung entfernt. Es ist zu prüfen, ob durch eventuell dem Schadbereich vorausgehende Bögen die Zugänglichkeit für den Reparaturpacker gegeben ist.

7.3 Mindestwanddicke

Ist im Eignungsnachweis des Produkts keine Mindestwanddicke definiert, darf eine Verbundwanddicke von 2 mm bei Leitungsdurchmessern $< \text{DN } 100$ nicht unterschritten werden. Bei Leitungsdurchmessern $\geq \text{DN } 100$ ist eine Mindestwanddicke von 3 mm einzuhalten.

7.4 Dokumentation/Bauüberwachung

Für jede Instandsetzungsmaßnahme muss eine lückenlose Dokumentation sämtlicher relevanter Prozessschritte angefertigt werden. Diese Aufzeichnungen sind aufzubewahren, damit bei eventuell auftretenden Mängeln eine gezielte Ursachenermittlung ermöglicht wird und geeignete Korrekturmaßnahmen ergriffen werden können. Aufbewahrungsfristen für diese Dokumente betragen mindestens einen Zeitraum von 10 Jahren. Die einzelnen Leitungsabschnitte sind in der Dokumentation mit einer Teilstrecken-ID bzw. individueller Bezeichnung zu versehen, die eindeutig der entsprechenden Leitung im Gebäude zuzuordnen ist.

Die Dokumentation der Arbeiten auf der Baustelle muss mindestens die im Handbuch angegebenen Protokolle und Arbeitsnachweise umfassen. Die Chargenbezeichnungen der Werkstoffe, die Dosierung und Mischung der Harzkomponenten, die Harz- und Rohrtemperatur sowie die Einbringung und die Aushärtung sind zu protokollieren. Bei vorimprägnierten Systemen sind diese Dokumentationen werkseitig zu erbringen. Bei Verfahren mit aufgetragenem Polymermaterial ist zusätzlich die Luftfeuchtigkeit zu protokollieren. Der Leiter der Instandsetzungsmaßnahme oder ein fachkundiger Vertreter des Leiters muss auf der Baustelle anwesend sein. Er muss für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den Bestimmungen der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sorgen und dabei insbesondere die geforderten Aufzeichnungen und Prüfungen vorzunehmen oder veranlassen.

8 Qualitätsprüfung des Endprodukts

8.1 Optische Inspektion

Nach Abschluss der Arbeiten und vollständiger Härtung der Reaktionsharzsysteme sind die sanierten Leitungsabschnitte mit TV-Inspektion optisch zu inspizieren. Dabei ist insbesondere zu prüfen, ob die Instandsetzungsziele erreicht und etwaige Werkstoffreste entfernt wurden. Der hydraulische Querschnitt ist optisch zu prüfen und zu bewerten. Bei verfahrensbedingten Materialansammlungen ist der hydraulisch benötigte Querschnitt wiederherzustellen.

Auf geraden Streckenabschnitten sind Oberflächenunregelmäßigkeiten als Mangel einzustufen, wenn sie den Leitungsdurchmesser um mehr als 6 mm reduzieren.

Falten in Bögen können systembedingt auftreten, dabei sind Herstellerangaben und Verfahrensgrenzen zu beachten.

8.2 Dichtheitsprüfung

Im Anschluss an die optische Inspektion nach der Instandsetzung und dem Öffnen sowie Anbinden der seitlichen Zuläufe ist die sanierte Strecke einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Dichtheitsprüfung muss mit den in DIN 1986-30 im Abschnitt 10 beschriebenen Verfahren erfolgen. Nach Möglichkeit sind bevorzugt folgende Verfahren anzuwenden:

- **DR1:** Prüfung der Wasserdichtheit nach DIN EN 1610 in Verbindung mit DIN 1986-30
- **DR2:** Prüfung der Wasserdichtheit durch Vollenfüllung der sanierten Leitung nach den Vorgaben der DIN 1986-30

Bei komplizierten Leitungsführungen und schwieriger Zugänglichkeit kann eine Dichtheitsprüfung nach den Verfahren DR1 oder DR2 gegebenenfalls nur mit erheblichem Aufwand möglich sein. In diesem Fall ist es zulässig, die Dichtheit der Leitung mittels optischer Untersuchung nach DIN 1986-30, Verfahren KA (Kanalfernsehuntersuchung), zu beurteilen. Die Entscheidung hierüber trifft der Auftraggeber bzw. die Bauleitung. Die optische Untersuchung muss sowohl in als auch gegen die Fließrichtung vorliegen. Bei der optischen Beurteilung der Dichtheit der sanierten Leitung dürfen keine Schäden und Wasserinfiltration sowie -exfiltration zu erkennen sein.

Die Dichtheitsprüfung kann auch abschnittsweise erfolgen. Das Verfahren zur Dichtheitsprüfung der sanierten Leitung ist vorab mit dem Auftraggeber der Instandsetzung abzustimmen.

8.3 Probenahme und Materialprüfung

Auf jeder Baustelle ist mindestens eine Materialprobe je Verfahren zu analysieren. Dazu sind mittels Kernbohrung kleine Proben aus der sanierten Leitung zu entnehmen oder separate Probestücke anzufertigen. Die Probekörper sollen einen Durchmesser von min-

destens 5 cm für die DMA-Analyse und mindestens 3 cm für die DSC- und GC-Analyse haben. Daran sind die folgenden Prüfungen durchzuführen:

- Visuelle Überprüfung des Wandaufbaus (in Anlehnung DIN 18820-3)
- Bestimmung der Wanddicke
- DSC-Analyse (Überprüfung der Aushärtung mittels Prüfung der Glasübergangstemperaturen nach DIN EN ISO 11357-2, für EP-Harze)
- DMA-Analyse (Überprüfung der Aushärtung mittels Bestimmung des Biege-E-Moduls nach ISO 6721-5, für UP-, VE- und PUR-Harze)
- GC-Analyse (Bestimmung des Restmonomergehalts von styrolhaltigen Reaktionsharzformstoffen mittels Gaschromatographie nach z. B. DIN 53394-2 und ISO 4901)

Hinweis: Aktuell befinden sich Verfahren zur Bestimmung des Restmonomergehalts von styrolfreien Harzen in der Entwicklung. Sobald die Marktreife gegeben ist, wird der Einsatz empfohlen.



Ist die Entnahme größerer Probekörper möglich, können die nachfolgenden Prüfungen durchgeführt werden:

- Bestimmung der Biegeeigenschaften nach DIN EN ISO 178 (bei Schlauchlinern in Verbindung mit DIN EN ISO 11296-4)
- Überprüfung der Wasserdichtheit gemäß DWA-A 143-3
- Bestimmung der Wanddicke

Zusatzprüfungen bei mangelhaften Prüfergebnissen:

- Bestimmung der Dichte
- Bestimmung der Härte (DIN EN 59)
- Bestimmung des Glührückstands (DIN EN ISO 1172, gilt für glasfaserverstärkte Systeme)
- Bestimmung der Kriechneigung (DIN EN ISO 899-2)
- Bestimmung des Reststyrolgehalts (bei Verwendung styrolhaltiger Systeme)

Es empfiehlt sich, die Materialproben händisch aus einem zugänglichen Bereich zu entnehmen, an dem das Altrohr vor der Instandsetzung keine Schäden aufwies. Die Probenentnahmestelle ist fachgerecht zu verschließen.

Falls eine Entnahme aus der sanierten Leitung nicht möglich ist, ist eine Materialprobe in einem Proberohr herzustellen. Dabei ist zu beachten, dass das Proberohr den gleichen Durchmesser wie die sanierte Leitung hat und das Instandsetzungsverfahren mit dem gleichen Wandaufbau/Wanddicke wie in der tatsächlich sanierten Leitung durchgeführt wird.

8.4 Abnahmedokumentation

Dem Auftraggeber der Instandsetzungsmaßnahme sind die Baustellendokumente zur Abnahme zur Verfügung zu stellen. Die Dokumente sind mindestens:

- Optischer-Inspektionsbericht inkl. Videoaufzeichnung vor und nach der Instandsetzung mit eindeutiger Zuordnung zur sanierten Leitung (Teilstrecken-ID o. ä.)
- Instandsetzungsübersicht, tabellarische Übersicht/Liste aller sanierten Teilstrecken mit Angaben zu Länge, Durchmesser, Strangbezeichnung und Gebäudeteil, ggf. in Ergänzung mit grafischer Darstellung (Prinzipskizze)
- Instandsetzungsprotokoll (vgl. Abschnitt 7.4)
- Dichtheitsprüfungsprotokoll (wenn vertraglich gefordert und technisch umsetzbar)
- Prüfbericht über die Materialprüfung von entnommenen Proben

8.5 Häufigkeit der durchzuführenden Prüfungen

Die optische Inspektion und die Dichtheitsprüfung sind grundsätzlich an jedem sanierten Leitungsabschnitt durchzuführen. Die Probenentnahme und Materialprüfung sind mindestens einmal je Renovierungsverfahren auf jeder Baustelle durchzuführen. In **Tabelle 2** sind die Prüfungen und Häufigkeiten zur Bauabnahme zusammengefasst. Abweichungen von der Häufigkeit der Prüfungen können vereinbart werden.

Tabelle 2: Häufigkeit der optischen Inspektion und der Dichtheitsprüfung zur Bauabnahme

Gegenstand der Prüfung	Häufigkeit
Optische Inspektion	Nach jeder Instandsetzung, bei jeder Leitung und allen Abzweigen und Anschlüssen
Dichtheitsprüfung	Nach jeder Instandsetzung, bei jeder Leitung und allen Abzweigen und Anschlüssen, wobei Anschlüsse und Abzweige auch separat geprüft werden können
Probenentnahme und Materialprüfung	Bei jeder Baustelle mindestens eine Probenentnahme und -prüfung

9 Rohrreinigung im Betrieb

Je nach Anwendung, Fördermedium und Rohrleitungsmaterial gibt es folgende Methoden zur Rohrreinigung:

- Mechanische Rohrreinigung
- Wasserhochdruckreinigung

Bei den mechanischen Rohrreinigungssystemen wird ein rotierender Reinigungskörper durch das Rohr bewegt, um Ablagerungen an der Rohrwand zu beseitigen. Im einfachsten Fall handelt es sich um eine entsprechende Bürste, die mit einer Stange oder einer biegsamen Feder (Spiralfeder: Rohrreinigungsspirale) im Rohr hin- und herbewegt wird. Treten sehr harte Ablagerungen auf, die mit anderen Verfahren nicht entfernt werden können, ist der Einsatz von Fräser oder Kettenschleuder möglich. Es ist zu beachten, dass die Anwendung dieser Geräte das sanierte Altrrohr beschädigen oder sogar zerstören kann. Die Verhältnismäßigkeit ist im Einzelfall zu prüfen.



Die Wasserhochdruckreinigung mit einer Spüldüse ist sehr effektiv und durch Düsenauswahl und -einstellung sehr flexibel anwendbar. Der maximale Spüldruck darf 80 bar nicht übersteigen. Es ist zu beachten, dass zu hohe Spülstrahlleistungen Schäden an der sanierten Rohrleitung verursachen können.

Wenn das eingesetzte Instandsetzungsverfahren im späteren Betrieb besondere Anforderungen an die Rohrreinigung mit sich bringt, ist der Auftraggeber durch den Auftragnehmer über diese systembedingten Besonderheiten zu informieren. Verfahrensbedingte Einschränkungen zu Reinigungsgeräten und -techniken sind aufzulisten und dem Auftraggeber sowie der Bauüberwachung bei Angebotserstellung vorzulegen.

10 Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer

Für die Wirtschaftlichkeit der Instandsetzungsverfahren sind die zu erreichenden Nutzungsdauern entscheidend. Die Nutzungsdauern ergeben sich über die Klassifizierung der Verfahren. Für **Reparaturverfahren** werden in der Regel Nutzungsdauern von 5 bis 15 Jahren angesetzt. Für **Renovierungsverfahren** sind Nutzungsdauern über 50 Jahre hinaus möglich. Die erreichten Nutzungsdauern hängen von den Betriebsbedingungen wie den thermischen und chemischen Belastungen ab.

Renovierungsverfahren zur innerhäuslichen Instandsetzung, die darüber hinaus eine DIBt-Zulassung im erdverlegten Bereich aufweisen, lassen eine technische Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren erwarten, da die im Rahmen der Eignungsprüfung durchgeführten Langzeitnachweise auf 50 Jahre ausgelegt sind.

11 Anlage A – Mindestanforderungen an den Eignungsnachweis

Tabelle 3: Prüfungen für Eignungsnachweis

Eigenschaft	Prüfnorm	Bemerkung
1. Reaktionsharze und -härtter		
Klassifizierung	DIN EN 13121-1 / DIN 16946-2	
Viskosität der Harzkomponente (bei EP- und Isocyanatharzen auch der Härterkomponente)	DIN EN ISO 3219 (Teil 1 und 2) / DIN EN ISO 2555	
Dichte der Harzkomponente (bei EP- und Isocyanatharzen auch der Härterkomponente)	DIN 51757/ DIN EN ISO 2811-1	
Reinheit	ISO 5661	
Reaktivität	gemäß Herstellervorgabe	
FT-IR-Spektroskopie der Komponenten	ASTM D 5567	
2. Trägermaterialien (entfällt bei Liningverfahren mit aufgetragenem Polymermaterial)		
Flächengewicht	DIN EN ISO 9864-1	
Dicke	DIN EN ISO 9863-1	
3. Ausgehärteter Reaktionsharzformstoff		
Biegeeigenschaften	DIN EN ISO 178	
Zugeigenschaften	DIN EN ISO 527-2	
HDT	DIN EN ISO 75-2, Verfahren A	
4. Verwendbarkeitsprüfungen am Bauteil		
FT-IR-Spektroskopie des Systems	ASTM D 5567	
Wasserdichtheit	gem. DWA-A 143-3	Schutzfolien und Einbauhilfen sind zu entfernen oder perforieren
Wandstruktur	-	mikroskopische Untersuchung
Glührückstand/ Glasgehalt	DIN EN ISO 1172 / DIN EN ISO 1172	
Systemdichte	DIN EN ISO 1183-1	
Haftzugfestigkeit	DIN EN ISO 4624 / DIN EN 1542	untergrundabhängig; Eignungsnachweis nur für Sanierung der abgeprüften Untergrundmaterialien gültig

Eigenschaft	Prüfnorm	Bemerkung
Brandverhalten	DIN 4102-1	mindestens Klasse B2
	DIN EN ISO 11952-2	untergrundabhängig; Eignungsnachweis nur für Sanierung der abgeprüften Untergrundmaterialien gültig
Biegeeigenschaften	DIN EN ISO 178 (in Verbindung mit DIN EN ISO 11296-4)	Prüfung an 15 Probekörpern; Angabe der Ergebnisse als 5 %-Quantilwert; Prüfung bei $23 \pm 2 \text{ °C}$ und $93 \pm 2 \text{ °C}$
Zugeigenschaften	DIN EN ISO 527-2,-4	Prüfung bei $23 \pm 2 \text{ °C}$ und $93 \pm 2 \text{ °C}$
Chemische Beständigkeit	DIN EN ISO 175	Prüfmedien: 1. 10 % H_2SO_4 2. 1 % NaOH 3. 5 % handelsüblicher peroxidischer Reiniger Zulässige Abweichungen: Masseänderung: $\leq 2 \text{ %}$ Zugfestigkeit: $\leq 10 \text{ %}$ Reißdehnung: $\leq 20 \text{ %}$ Schlagzähigkeit: $\leq 10 \text{ %}$
Hochdruckspülbeständigkeit	In Anlehnung an DIN 19523, Verfahren 1	Verfahrenstypische Übergänge und Anschlüsse sind zu überprüfen. Großflächige Ablösungen von Einbauhilfen sind als Versagen zu bewerten.
Glasübergangstemperatur Tg1 und Tg2 (DSC)	DIN EN ISO 11357-2	Nur bei Epoxidharzsystemen. Angabe des Mindestwerts bei 5 % Über- bzw. Unterdosierung der Härterkomponente
Temperaturwechselbeständigkeit	in Anlehnung an DIN EN 1055 (ersetzt durch DIN EN ISO 13257)	Das System ist in eine normkonforme Teststrecke einzubauen. In der Teststrecke sind die Verfahrensgrenzen bezüglich Rohrdurchmesser und Schadensbildern abzu prüfen. Bei verklebenden Systemen gilt der Eignungsnachweis nur für die in der Teststrecke verwendeten Altrohrmaterialien. Das System ist inklusive verfahrensgemäßer wasserdichter Anschlüsse zu prüfen.

12 Normen und Regelwerke

ASTM D 5576	Standard Practice for Determination of Structural Features in Polyolefins and Polyolefin Copolymers by Infrared Spectrophotometry (FT-IR)
DIN 1259-1 (zurückgezogen)	Glas – Teil 1: Begriffe für Glasarten und Glasgruppen
DIN 1986-3	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung
DIN 1986-30	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 30: Instandhaltung
DIN 1986-100	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
DIN 4102-1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe; Anforderungen und Prüfungen
DIN 16946-2 (zurückgezogen)	Reaktionsharzformstoffe; Gießharzformstoffe; Typen
DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung
DIN 18820-3 (zurückgezogen)	Lamine aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP, GF-PHA); Schutzmaßnahmen für das tragende Laminat
DIN 19523	Anforderungen und Prüfverfahren zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit und –Spülfestigkeit von Rohrleitungsteilen für Abwasserleitungen und -Kanäle
DIN 51757	Prüfungen von Mineralölen und verwandten Stoffen – Bestimmung der Dichte
DIN EN 59	Glasfaserverstärkte Kunststoffe – Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Barcol-Härteprüfgerät
DIN EN 1055 (zurückgezogen)	Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für Abwasserleitungen innerhalb von Gebäuden - Prüfverfahren für die Temperaturbeanspruchbarkeit
DIN EN 1542	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
DIN EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -Kanälen
DIN EN 12056	Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden
DIN EN 13121-1	Oberirdische GFK-Tanks und –Behälter – Teil 1: Ausgangsmaterialien; Spezifikations- und Annahmebedingungen
DIN EN 13508-2	Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion
DIN EN 14020 Teil 1 bis 3	Verstärkungsfasern – Spezifikation für Textilglasrovings
DIN EN ISO 75-2	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 2: Kunststoffe und Hartgummi
DIN EN ISO 175	Kunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien
DIN EN ISO 178	Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften
DIN EN ISO 527-2	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen

DIN EN ISO 527-4	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe
DIN EN ISO 899-2	Kunststoffe - Bestimmung des Kriechverhaltens - Teil 2: Zeitstand-Biegeversuch bei Dreipunkt-Belastung
DIN EN ISO 1172	Textilglasverstärkte Kunststoffe – Prepregs, Formmassen und Lamine – Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts; Kalzinierungsverfahren
DIN EN ISO 1183-1	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren
DIN EN ISO 2078	Textilglas – Garne – Bezeichnung
DIN EN ISO 2555	Kunststoffe – Harze im flüssigen Zustand, als Emulsionen oder Dispersionen – Bestimmung der scheinbaren Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter mit Einzelzylinder
DIN EN ISO 2811-1	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Dichte – Teil 1: Pyknometer-Verfahren
DIN EN ISO 3219 Teil 1 und 2	Rheologie
DIN EN ISO 4624	Beschichtungsstoffe – Abreißversuch zur Bestimmung der Haftfestigkeit
DIN EN ISO 9863-1	Geokunststoffe – Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken Teil 1: Einzellagen
DIN EN ISO 9864	Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten
DIN EN ISO 11296-4	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining
DIN EN ISO 11357-2	Kunststoffe – Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) – Teil 2: Bestimmung der Glasübergangstemperatur und der Glasstufenhöhe
DIN EN ISO 11925-2	Prüfungen zum Brandverhalten – Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung – Teil 2: Einzelflammentest (Anmerkung Entwurf aus 2024 mit technischer Präzisierung des Inhalts)
DIN EN ISO 13257	Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten für drucklose Anwendung – Prüfverfahren für die Temperaturbeanspruchbarkeit
DWA-A 143-3	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner
ISO 4901	Verstärkte Kunststoffe basierend auf ungesättigten Polyesterharzen - Bestimmung des Restgehaltes an Styren-Monomer
ISO 5661	Erdölprodukte; flüssige Kohlenwasserstoffe; Bestimmung des Brechungsindex
ISO 6721-5	Kunststoffe – Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften – Teil 5: Biegeschwingung – Erzwungene Schwingungen
RSV-Merkblatt 1.1	Renovierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
RSV-Merkblatt 7.1	Renovierung von Anschlussleitungen mit vor Ort aushärtendem Schlauchlining (aktuell noch in Überarbeitung, bisherige Auflage nicht mehr verfügbar)
TRGS 519	Technische Regeln für Gefahrstoffe: Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten

13 Abkürzungsverzeichnis

abZ:	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
DIBt:	Deutsches Institut für Bautechnik
DMA:	Dynamisch-mechanische Analyse
DN:	franz. Diamètre Nominal, Nennweite eines Rohrs (ungefährer innerer Durchmesser)
DR:	Druckprüfung
DSC:	Differential Scanning Calometrie (dynamische Differenzkalorimetrie)
EAL:	Einzelanschlussleitung
E-CR:	E-Glass Corrosion Resistant
EP:	Epoxid
FL:	Fallleitung
FT-IR:	Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie
GefStoffV:	Gefahrstoffverordnung
GC:	Gaschromatografie
HDT:	heat deflection temperature
ID:	Identifikationsnummer
LED:	Light Emitting Diode
OM:	Organomineralische Harze
PA:	Polyamid
PAN:	Acrylnitril-Polymerisate
PE:	Polyethylen
PET:	Polyethylenterephthalat
PP:	Polypropylen
PUR oder PU:	Polyurethan
PVC:	Polyvinylchlorid
SAL:	Sammelanschlussleitung
Tg:	Glasübergangstemperatur (glass transition temperature)
TPU:	Thermoplastische Polyurethane
TV:	Television
UP:	Ungesättigtes Polyester
UV:	ultraviolett
VE:	Vinylester

14 Abbildungsverzeichnis

- Bild 1:** Verfahren der innerhäuslichen funktionalen Instandsetzung mit vor Ort härtenden Materialien
- Bild 2:** Einbau eines Schlauchliners in Entlüftungsleitung eines Flachdachs (Quelle: MaxLiner)
- Bild 3:** Ausgehärteter Schlauchliner in einem PVC-Rohr
- Bild 4:** Prinzipskizze Sprüh-Schleuder-Verfahren
- Bild 5:** Mit Glasfasermanschette zur Instandsetzung vorbereitetes Altrohr mit Fehlstellen (links) sowie Im Sprüh-Schleuder-Verfahren beschichtete Altrohre (Quelle: Proline Group)
- Bild 6:** Eingebautes Anschlusspassstück (Hutprofil)
- Bild 7:** In PVC-Rohr eingebauter Kurzliner
- Bild 8:** Schadensklassen im Strangschema gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben (Quelle: RG rohrgroup GmbH)
- Bild 9:** Undichte Manschettenverbindung
- Bild 10:** Korrosion in Verbindung mit Längsrissen
- Bild 11:** Korrosion in Verbindung mit Lochfraß/Materialausbrüchen

15 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1:** Technikübersicht vor Ort härtender, innerhäuslicher Instandsetzungssysteme
- Tabelle 2:** Häufigkeit der optischen Inspektion und der Dichtheitsprüfung zur Bauabnahme
- Tabelle 3:** Prüfungen für den Eignungsnachweis

16 Autoren

Dem RSV-Arbeitskreis 7.3 „Instandsetzung von Schwerkraftentwässerungsanlagen in Gebäuden mit vor Ort härtenden, reaktionsharzbasierten Systemen“ gehören folgende Mitglieder an:

Obleute:

Wüstenbecker Russell, Janes	INFRAFACT GmbH
Weis, Florian	INFRAFACT GmbH

Mitarbeiter/-innen:

Leddig-Bahls, Dr. Susanne	IQS Engineering AG
Eysert, Alexander	RG rohrgroup GmbH
Wachtel, Denis	Wachtel AG
Schönfeld, Christian	Polypipe GmbH
Dinklage, Markus	RS Technik AK
Fritz, Hans-Joachim	BRAWO SYSTEMS GmbH
Engels, Olaf	Engels GmbH
Haacker, Andreas	Siebert + Knipschild GmbH
Becker, Jens	Polypipe GmbH
Penzel, Lutz	Saniro Rohrrinnensanierung GmbH

Weitere Informationen zu den Arbeitskreisen erhalten Sie unter www.rsv-ev.de.