BGT-Merkblatt S 1.1

Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining

(November 2021)

BUNDESVERBAND GRABENLOS

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

Die vor Ort härtenden Schlauchliningverfahren haben sich in den vergangenen 50 Jahren erfolgreich auf dem Rohrleitungssanierungsmarkt etabliert. Ihre Flexibilität und Verfahrensvielfalt haben sie zum erfolgreichsten und am häufigsten eingesetzten grabenlosen Sanierungsverfahren gemacht. Im Bereich der Renovierung von Freispiegelleitungen finden die Verfahren vielfältige Anwendungen. Die Technologie ist über Normen und Regelwerke bereits umfassend definiert.

Das vorhandene Arbeitsblatt soll Ergänzungen und Kommentierungen zu den bestehenden Regelwerken liefern. Es werden die normative Basis dargelegt, Anforderungen an Materialien, Techniken und Verfahren definiert sowie die Grundlagen der Planung, Ausschreibung, Ausführung und Prüfung beschrieben. Ein Schwerpunkt liegt zudem in der Betrachtung des Sanierungssystems, bestehend aus dem Schlauchliner sowie seinen Anbindungen im Schachtbereich oder direkt in der Rohrleitung und die Wiederanbindung von Anschlussleitungen.

Jedermann steht die Anwendung dieses Merkblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben. Wir freuen uns, wenn Sie uns über Ihre Erfahrungen berichten, die mit der Anwendung dieses Merkblattes verbunden sind.

Hamburg,
November 2021

RSV - Rohrleitungssanierungsverband

1 Geltungsbereich 6

2 Begriffe 7

3 Schlauchlining 10
3.1 Materialien 10
3.2 Technikübersicht, Einsatzbereiche und -grenzen 11

4 Anbindungstechniken 11
4.1 Allgemeines 11
4.2 Anbindung im Schachtbereich 12
4.3 Anbindung in der Rohrleitung 12
4.4 Anbindung von Anschlussleitungen 12
4.4.1 Anbindung in geschlossener Bauweise 12
4.4.2 Anbindung in offener Bauweise 13

5 Anforderungen an das Schlauchlining 15
5.1 Anforderungen an die Materialien 15
5.1.1 Schlauch / Schlauchträger 15
5.1.2 Harzsysteme (Ungesättigte Polyester-, Vinylester- und Epoxidharze) 17
5.2 Anforderungen an die Anlagentechnik 18
5.2.1 Dosier-, Misch- und Imprägniertechnik 18
5.2.2 Einbautechnik 18
5.2.3 Härtungstechnik 19
5.3 Anforderungen an die Bauausführung 20
5.4 Anforderungen an das Schlauchlining 22
5.5 Qualifikation der Unternehmen 22

6 Planung 23

6.1 Grundlagen 23
6.2 Betriebliche Anforderungen 23
6.3 Inspektion 24
6.4 Vermessung / Kalibrierung 24
6.5 Beurteilung der Bettungssituation 25
6.5.1 Hinweise aus der Örtlichkeit 25
6.5.2 Baugrunduntersuchung 25
6.6 Festlegung eines Altrohrzustandes 27
6.7 Statische Berechnung 28
6.8 Ausschreibung 29

7 Sanierungsablauf 31
7.1 Baustellenablaufplanung 31
7.2 Vorbereitende Arbeiten 31
7.2.1 Herstellen der Zugänglichkeit 31
7.2.2 Hindernisse / Hindernisfreiheit 32
7.2.3 Abflusslenkung (Aufrechterhaltung der Vorflut) 32
7.2.4 Reinigung 32
7.2.5 Optische Inspektion 32

7.2.6 Vorabdichtung 33
7.2.7 Kontrollmessung / Kalibrierung 33
7.2.8 Einmessen der Anschlüsse 33
7.3 Installation des Schlauchliners 33
7.3.1 Imprägnierung des Liners 33
7.3.2 Einbauvorgang 33
7.3.3 Härtung 34
7.4 Nacharbeiten 36

8 Qualitätsprüfung des Endproduktes 36
8.1 Dichtheitsprüfung 36
8.2 Optische Inspektion 37
8.3 Materialprüfung an Probestücken 39
8.3.1 Entnahme von Materialproben 39
8.3.2 Prüfung einer repräsentativen Probe 40
8.4 Überwachung der eingesetzten Prüfmittel 41

9 Betrieb der renovierten Leitung 42
9.1 Reinigung der renovierten Leitung 42
9.2 Einsatz von Roboter- und Kamerasystemen 43

10 Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer 43
10.1 Nutzungsdauer 43
10.2 Kostenvergleichsrechnung 43
10.3 Haushaltsrechtliche Einordnung (Abschreibung) 45
10.4 Restnutzungsdauer und Ausblick 46

11 Anlagen 48
11.1 Einbauprotokoll Beispiel 48
11.2 Ablaufdiagramm für Standardprüfung in Anlehnung an DWA-A 143-3 49
11.3 Probenbegleitschein Beispiel 50
11.4 Faltentypen, Ursachen und Bewertung 52
11.5 Übersicht der Prüfungen zur Eigen- und Fremdüberwachung 54

12 Normen und Regelwerke 56
12.1 Normen 56
12.2 DWA-Regelwerk 57
12.3 RSV-Regelwerk 58

13 Sicherheitsvorschriften und Gesetze 58
13.1 Unfallverhütungsvorschriften 58
13.2 Berufsgenossenschaftliche Regeln 58
13.3 Berufsgenossenschaftliche Information 59
13.4 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften zum Umweltschutz 59

14 Abkürzungsverzeichnis 60
15 Abbildungsverzeichnis 61
16 Tabellenverzeichnis 61
17 Bearbeitung 62

Legende für besondere Kennzeichnungen

In diesem Merkblatt weisen wir an verschiedenen Stellen auf besondere Inhalte hin. 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 entsprechenden Internetseite. Im PDF wird das Symbol mit dem Link hinterlegt.
	Übergreifende Inhalte Diese Informationen sind nicht speziell auf dieses Merkblatt bezogen, sondern gelten auch für andere Themenbereiche der Sanierung.
	Regulierungsbedarf Die hier veröffentlichten Inhalte weisen auf Regulierungslücken hin, die in der künftigen Regelwerksgebung behoben werden sollten.
	Kommentar Es handelt sich hierbei um die Kommentierung von bestehenden Regelwerken. Diese können abweichende Aussagen davon beinhalten.
	Exklusive Infos Hierbei finden Sie exklusive Inhalte und Informationen, die als Zusatz zu bestehenden Regelwerken zu sehen sind.
	Empfehlung Hier handelt es sich um eine Empfehlung des RSV, die eine besondere Beachtung von Anwendern verdient.
	Zitat An dieser Stelle zitieren wir andere Merkblätter oder verweisen auf sie. Bei weiteren Fragen wird eine Hinzuziehung empfohlen.

1 Geltungsbereich

Das vorliegende Merkblatt gilt für die Renovierung von überwiegend erdverlegten, drucklosen Abwasserkanälen und -leitungen im öffentlichen und nichtöffentlichen Bereich und legt die Anforderungen an Kunststoffrohrsysteme fest, die im Schlauchliningverfahren aus vor Ort härtenden Rohren hergestellt werden. Für den Bereich von Anschlussleitungen wird auf folgende Merkblätter in der jeweils aktuellen Fassung verwiesen:

- **RSV M 7.1** „Sanierung von erdverlegten Anschlussleitungen und Grundstücksentwässerungsanlagen"
- **RSV M 7.2** „Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlussleitungen – Reparatur / Renovierung"
- **RSV M 7.3** „Sanierung von Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden mit vor Ort härtenden, reaktionsharzbasierten Systemen"
- **RSV M 5** „Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren"

Das RSV-Merkblatt 1.1 orientiert sich an der DIN EN ISO 11296-4 „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen), Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining". Im nachfolgenden Schaubild (***Bild 1***) gemäß der DIN EN ISO 11296-1 (Teil 1: Allgemeines) sind die in diesem Merkblatt enthaltenen Techniken unter dem Begriff Renovierung und der Verfahrensgruppe „Vor Ort härtendes Schlauchlining" aufgeführt.

Beim vor Ort härtenden Schlauchlining handelt es sich im Sinne der Bauordnungen nach § 16a Musterbauordnung (MBO) um eine Bauart, für deren Anwendung insbesondere im privaten Bereich die Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen oder die Zustimmung im Einzelfall durch die zuständige Bauaufsichtsbehörde vorgesehen ist. Auf den Regelungen der Bauordnungen basiert die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB); das Schlauchlining ist dem Teil C zugeordnet.

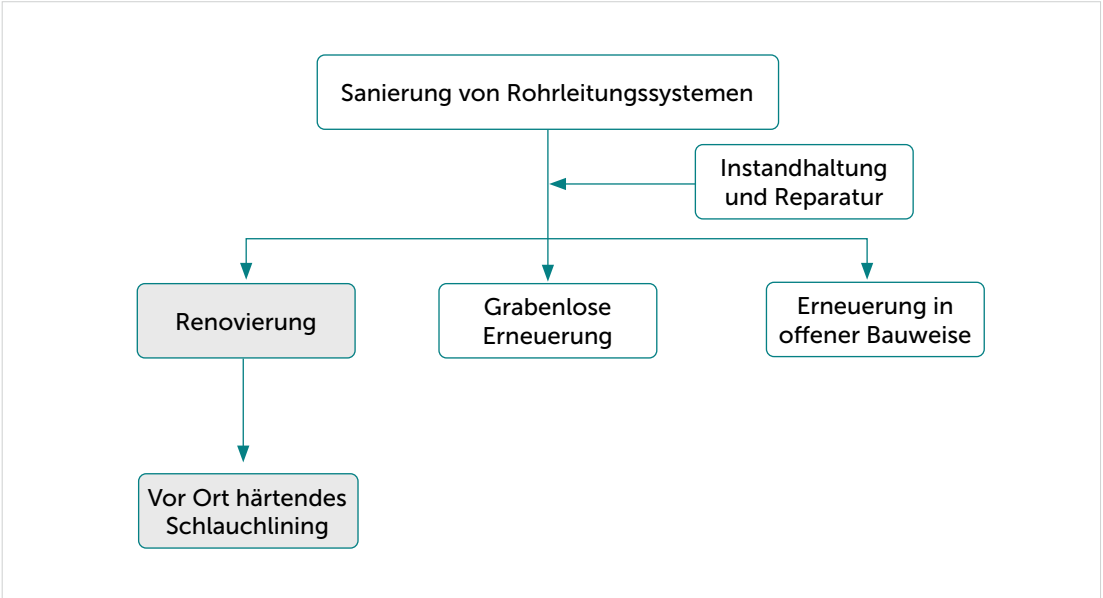


***Bild 1**: Technikfamilien in Anlehnung an DIN EN ISO 11295*

Die Anwendung von beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassenen Verfahren wird auch im öffentlichen Bereich empfohlen.

Liegt keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / allgemeine Bauartgenehmigung (abZ / aB; DIBt-Zulassung) vor, so sind die entsprechenden Einzelnachweise gemäß Kapitel 5.4 zu erbringen.

Es können alle vorliegenden Altrohrmaterialien mittels Vor Ort härtenden Schlauchlinern saniert werden.
Die Sanierung von Leitungen aus Asbestfaserzement erfordert einen besonderen Umgang. Nähere Informationen zum rechtlichen Hintergrund sind unter anderem der RSV-Stellungnahme „Sanierung von AZ-Rohren mit Schlauchlinern" zu entnehmen.

2 Begriffe

Es gelten die Begriffsdefinitionen nach DIN EN 752, DIN EN ISO 11296-4 und DIN EN 15885 sowie:

Abwasserleitung
Meist erdverlegtes Rohr zur Ableitung von Schmutzwasser und / oder Regenwasser von der Anfallstelle zum Abwasserkanal; in diesem Merkblatt wird der branchenübliche Begriff Anschlussleitung verwendet.

Abwasserkanal
Meist erdverlegte Rohrleitung oder andere Vorrichtung zur Ableitung von Schmutzwasser und / oder Regenwasser aus mehreren Quellen

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 Härtung 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 Härtung des Harzsystems intakt zu bleiben, von der aber nicht erwartet wird, über die Lebensdauer des Schlauchliners intakt zu bleiben.
- **Provisorische Folie:** Innenfolie, die nur Funktionen während des Einbaus übernimmt und während oder nach der Installation entfernt wird.

Haltung
Strecke eines Abwasserkanals zwischen zwei Schächten und / oder Sonderbauwerken

Härtung	Der Prozess der Harzpolymerisation, der durch Wärme oder Licht ausgelöst wird oder durch Wärme beschleunigt werden kann.
Harzsystem	Harz einschließlich des Härters und aller Füllstoffe oder anderer Additive in festgelegten Anteilen
Imprägnierung	Einbringung des Harzsystems in das Trägermaterial- und / oder Verstärkungsmaterial
Komposit	Kombination aus gehärtetem Harzsystem, Trägermaterial und / oder Verstärkung, ausschließlich Innen- und / oder Außenfolien (vgl. Laminat)
Laminat	Gehärteter Verbundwerkstoff aus Träger- und / oder Verstärkungsmaterial und Reaktionsharz; entspricht im Wandaufbau des Schlauchliners dem Komposit gemäß DIN EN ISO 11296-4
Lichtkette	Lichtquelle bei der mehrere Leuchtmittel (üblicherweise 8 bis 12) in einer Reihe hintereinander angeordnet sind. Einsatzbereich i.d.R. DN 100 bis DN 1200
Lichtkern	Lichtquelle bei der mehrere Leuchtmittel (üblicherweise 4 bis 6) radial um ein Zentrum angeordnet sind. Es können mehrere Lichtkerne hintereinander angeordnet werden (Doppel-Kern, Triple-Kern). Einsatzbereich i.d.R. ab DN 600 bis DN 2000
Nutzungsdauer	Die Nutzungsdauer bezeichnet den Zeitraum, in dem die sanierte Rohrleitung betrieblich genutzt werden kann. Restnutzungsdauer: Betriebseignung, die über die angesetzte technische Nutzungsdauer hinausgeht.
Preliner	Außenfolie, die zwischen dem harzimprägnierten Schlauch und dem Altrohr eingebaut wird; gemäß DIN EN ISO 11296-4: permanente oder semi-permanente Außenfolie, die separat vor dem Einbringen des Schlauchs installiert wird
Schacht	Bauwerke mit abnehmbarem Deckel, angebracht in einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal, um den Einstieg von Personen zu ermöglichen
Schlauch	flexibler Schlauch aus Träger- und / oder Verstärkungsmaterial inkl. aller Folien, der mit einem Reaktionsharzsystem imprägniert ist (analog DWA-A 143-3; in DIN EN ISO 11296-4 als Lining-Schlauch bezeichnet)
Schlauchliner	Fertig eingebauter und gehärteter Schlauch; es entsteht ein muffenloses Rohr, das am bestehenden Kanal formschlüssig anliegen muss und mit diesem verbunden sein kann. (analog DWA-A 143-3; in DIN EN ISO 11296-4 als CIPP-Produkt bezeichnet)
Verbindungstechnik	**Formschluss:** Verbindung über die Geometrie mindestens zweier Bauteile (z.B. Liner im Rohr; in horizontaler Richtung wird der Formschluss über Muffen, Anschlüsse, Lageabweichungen u.a. hergestellt). **Kraftschluss (Reibschluss):** Verbindung über die Reibungskräfte mindestens zweier Bauteile (z.B. Manschette mit Kompressionsdichtung im Rohr). **Stoffschluss:** Verbindung über atomare oder molekulare Kräfte zweier Bauteile (Kleben, Schweißen, Löten, Vulkanisieren).

Verschleißschicht	Innere Lage des Schlauchliners, die als zusätzliche Sicherheit den zu erwartenden Verschleiß über die Nutzungsdauer kompensieren soll. Die Verschleißschicht ist vom Systemhersteller zu definieren und mittels entsprechender Eignungsprüfungen nachzuweisen.
Vor Ort härtendes Schlauchlining	Lining mit einem flexiblen Schlauch, der mit einem Reaktionsharz imprägniert ist. Nach dessen Härtung entsteht ein Rohr.
Wanddicke	Definition in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-1 / -4:2018-09 **Nenn-Wanddicke (e_n):** Wanddicke des Schlauchliners im nicht gehärteten Zustand, die dem Herstellungsmaß entspricht. **Design-Wanddicke:** erforderliche Wanddicke des Komposits, welche durch statische Berechnung bestimmt wird, ausschließlich jeglicher Verschleißschicht (entspricht der Verbunddicke e_m gemäß DWA-A 143-3 bzw. Liner-Wanddicke t_L gemäß DWA-A 143-2) **Kompositdicke (e_c):** Wanddicke der Kombination aus ausgehärtetem Harzsystem, Träger- und / oder Verstärkungsmaterial, ausschließlich aller Folien **Gesamtwanddicke (e_{tot}):** Dicke des Schlauchliners, bestehend aus dem Komposit und allen semi-permanenten und / oder permanenten Folien **Verbunddicke (e_m):** Die Verbunddicke ergibt sich aus der Gesamtwanddicke durch Subtraktion der Dicken der Innenfolie, Außenfolie, Reinharzschichten, Verschleißschicht und Verstärkungen als Einbauhilfe. (analog DWA-A 143-3; Verbunddicke wird gemäß DIN EN ISO 11296-4 nicht mehr verwendet und entspricht der neuen Begrifflichkeit der Design-Wanddicke)

3 Schlauchlining

Das vor Ort härtende Schlauchlining ist in verschiedenen Regelwerken definiert:

- der DIN EN ISO 11295 (DIN EN 15885),
- der DIN EN ISO 11296-4,
- in den DWA-Arbeitsblättern 143 Teil 1, 2, 3 und 21 sowie
- im DWA-Merkblatt 144 Teil 3.

Das DWA-Merkblatt 144-3 stellt zusätzliche technische Vertragsbedingungen dar und teilt die Schlauchliningverfahren in Materialkenngruppen gemäß Elastizitätsmodul (E-Modul) und Biegefestigkeit ein. Im DWA-Arbeitsblatt 143-3 werden u.a. die Verfahren zur Qualitätssicherung an Materialproben beschrieben. Das DWA-Arbeitsblatt 143-2 erläutert die statische Berechnung der Schlauchliningsysteme.
Das RSV-Merkblatt 1.1 dient als Leitfaden durch die bestehenden Regelwerke. Es fasst die Anforderungen an die vor Ort härtenden Schlauchliningverfahren in einem Werk zusammen, kommentiert sie und ergänzt sie um aktuelle Erfordernisse.

3.1 Materialien

Schlauchliner enthalten grundsätzlich die folgenden Bestandteile:

- Harzsystem
- Träger- und / oder Verstärkungsmaterial
- Innenfolie (permanent, semi-permanent oder provisorisch)
- Außenfolie (permanent, semi-permanent)

Die Beziehung zwischen diesen Bestandteilen ist in ***Bild 2*** dargestellt.
Die inneren und äußeren Folien können zum Endprodukt gehören (permanent) oder Einbauhilfen (semi-permanent, provisorisch) sein, abhängig vom jeweiligen Verfahren.

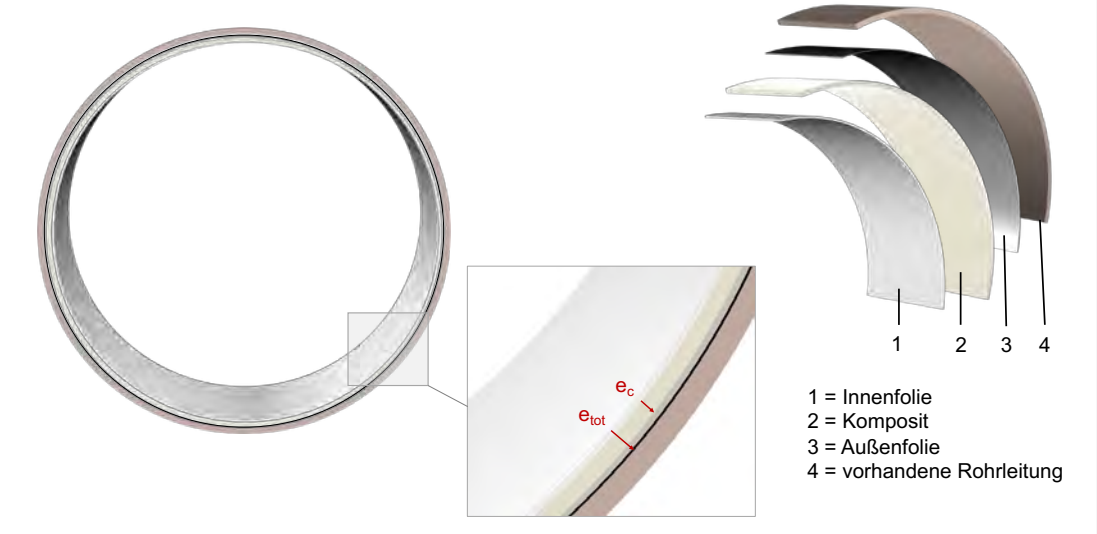


***Bild 2**: Typische Wandkonstruktion eines Druckschlauchs*

3.2 Technikübersicht, Einsatzbereiche und -grenzen

EXKLUSIV

Die auf dem Markt vorhandenen Systeme lassen sich hinsichtlich der verwendeten Linermaterialien, Einsatzbereiche und -grenzen wie folgt unterscheiden (***Tabelle 1***):

***Tabelle 1**: Technikübersicht der Schlauchliner, Einsatzbereiche und -grenzen*

	Nadelfilzliner	Glasfaserverstärkter Nadelfilzliner	Glasfaserliner
DN-Bereich [mm]*	DN 100-DN 2200	DN 100-DN 1600	DN 150-DN 2000
Kompositdicke [mm]*	3 bis 50	3 bis 40	3 bis 30
Harztyp**	EP, UP, VE	EP, UP, VE	UP, VE
Einbauverfahren	Inversion, Kombination Einzug / Inversion		Einzug, (Inversion)
Härtungsverfahren	Warmhärtung (Wasser / Dampf) Umgebungstemperaturhärtung (bei kleinen DN)		UV-Härtung Kombinationshärtung
Bogengängigkeit (radienabhängig)*	≤ 45° (größere Bögen bei Radien ≥ 5D mit Einschränkung möglich)		≤ 15°

* Bei den genannten Werten handelt es sich um mögliche Anwendungsbereiche basierend auf Herstellerangaben.
** EP – Epoxidharz, UP – ungesättigtes Polyesterharz, VE – Vinylesterharz

Die möglichen Einbaulängen sind projekt- und systemabhängig. Die Einsatzbereiche der Verfahren sind im Zuge der Planung zu prüfen (vgl. Kapitel 6).

4 Anbindungstechniken

Zur Anbindung des Liners sind Verfahren zu verwenden, die über einen Eignungsnachweis verfügen. Dieser Eignungsnachweis gilt zum Beispiel durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) als erbracht. Alle Anbindungen müssen wasserdicht (hinterwanderungsfrei) hergestellt werden.

4.1 Allgemeines

Die Wirkungsweise der verschiedenen Anbindungstechniken und -materialien ist von den zu verbindenden Werkstoffen abhängig. Es sind Anbindungen an den Schlauchliner und an Schacht- bzw. Rohrwerkstoffen erforderlich.
Bei harzbasierten Materialien gilt, dass systemabhängig und bei entsprechend definierter Haftfläche und Haftgrundvorbereitung eine stoffschlüssige Verbindung (Verkleben) bei den Rohrwerkstoffen Beton, Steinzeug, Gusseisen, Faserzement, GFK und PVC-U sowie bei den Schlauchlinern möglich ist. Auf den Werkstoffen PP und PE kann ein Haftverbund (Kraftschluss) hergestellt werden, jedoch keine stoffschlüssige Verklebung. Eine hinterwanderungsfreie Anbindung ist systemabhängig möglich.
Durch den Einsatz von zementgebundenen Mörtelsystemen wird keine kraftschlüssige Verbindung des Anbindungswerkstoffes mit dem Liner erreicht. Die Dichtwirkung – auch gegen drückendes Wasser im Ringspalt – wird durch den Formschluss am Liner und ggf. die stoffschlüssige Verbindung am Altrohr (bei mineralischen Werkstoffen) erzielt.
In allen Anwendungsfällen ist auf eine geeignete Untergrundvorbereitung zu achten!

4.2 Anbindung im Schachtbereich

Ein eventuell vorhandener Ringspalt zwischen dem renovierten Rohr und dem Schlauchliner muss dauerhaft gegen Infiltration und Exfiltration geschützt werden (Abdichtungsbereich). Die Anbindung kann auch im Rahmen einer Schachtsanierung erfolgen (siehe RSV Merkblatt 6.2 „Schachtsanierung").

Die Schachtanbindung wird durch folgende Techniken und / oder Materialien hergestellt:

- Quellband
- Ortlaminat
- Verspachteln mit Reaktionsharzsystemen (Harzspachtel)
- Verpressung mit Polyurethan (PU)- oder Epoxid (EP)-Harzen
- Manschetten (Elastomer-/ Edelstahlmanschetten)

Vor dem Zurückschneiden des Schlauchliners im Schacht ist, wenn notwendig, die Schrumpfphase abzuwarten. Die Linerkante ist zu schützen – hier können neben den oben genannten Ortlaminaten, Harzspachteln und Manschetten auch geeignete Mörtelsysteme angewendet werden.

> **Kommentar:** Zementgebundene Mörtelsysteme sind zum Angleichen der Linerkante, jedoch nicht zur Abdichtung geeignet, da diese keine ausreichende Verbindung zum Liner herstellen können.

4.3 Anbindung in der Rohrleitung

Bei Installationen des Schlauchliners mit offenem Ende ist dieser in der Rohrleitung hinterwanderungsfrei anzubinden. Dies erfolgt in der Regel durch die Anwendung von Manschetten. Systemabhängig und bei entsprechender Haftgrundvorbereitung kann auch eine stoffschlüssige Verbindung (Verkleben) hergestellt werden.

4.4 Anbindung von Anschlussleitungen

4.4.1 Anbindung in geschlossener Bauweise

Nach Härtung des Schlauchliners werden die Anschlussleitungen aus dem Rohrinneren heraus geöffnet. Zur wasserdichten Anbindung stehen zur Auswahl:

- Verpressung mit Robotertechnik
- Einsatz von Anschlusspassstücken (Hutprofilen)
- Einsatz von Ortlaminaten im begehbaren Bereich

Die Art der Anbindung der Anschlussleitungen ist abhängig von den jeweiligen Baustellenbedingungen und dem eingesetzten Schlauchliningverfahren.

4.4.1.1 Anbindung mittels Verpressung

Bei der Anbindung durch Verpressung werden Polyadditionsharze (Epoxidharze, Silikatharze usw.) oder kunststoffvergütete Zementmörtel durch einen Schalungsroboter oder

ein Stutzenverpressgerät eingebracht, so dass diese eine Verbindung vom Schlauchliner zur Anschlussleitung herstellen (siehe RSV-Merkblatt 5 „Roboterverfahren").

4.4.1.2 Anbindung mit Anschlusspassstück (Hutprofil)

Die Anbindung mittels Anschlusspassstück ist in der DIN EN ISO 11296-4 definiert sowie im RSV-Merkblatt 7.2 „Hutprofiltechnik (Anschlusspassstücke)" erläutert. Es werden Profile aus Polyesternadelfilz, Glasfasern o.ä. korrosionsbeständigen Materialien eingesetzt.
Die Anschlusspassstücke (Hutprofile) sind mit dem Liner und der vorhandenen Anschlussleitung stoffschlüssig und hinterwanderungsfrei zu verbinden. Die Verbindung muss gegen die übliche Hochdruckreinigung beständig sein. Analog der DIN EN ISO 11296-4 sind die Einbindetechniken gemäß der Mindestlänge, die in das Anschlussrohr reicht, zu klassifizieren (***Tabelle 2***):

Tabelle 2: Mindestlängen für Anschlusspassstücke (Einbautiefen)

Klasse	Mindestlänge im Hausanschlussrohr
A	1000 mm
B	400 mm, mindestens jedoch 150 mm über die erste Verbindung im bestehenden Hausanschlussrohr hinausreichend
C	100 mm

Der Kragen muss mindestens 50 mm in das Hauptrohr reichen und eine stoffschlüssige Verbindung herstellen. Es sind die Vorgaben des DWA-A 143-7 zu beachten.

4.4.2 Anbindung in offener Bauweise

Nach Einbau des Schlauchliners kann die Anbindung der Anschlussleitungen in offener Bauweise durch eine Baugrube mittels Anschlussformstück (Stutzen) durchgeführt werden. Bei dem angewendeten Verfahren muss gewährleistet sein, dass die Anbindung vorhandener und später anzubindender Anschlüsse technisch einwandfrei auszuführen ist. Anschlussformstücke sind mit dem Schlauchliner und der vorhandenen Anschlussleitung durch formschlüssige Verbindung oder stoffschlüssige Verklebung dicht zu verbinden.

Die Anschlussformstücke müssen auf der Innenseite des Schlauchliners abdichten und nicht nur über die Bohrlochwandung.

In das Anschlussformstück wird eine 2K-Dichtmasse eingepresst, um kleine Unebenheiten (Falten im Liner) auszugleichen, zusätzlich abzudichten und die Schnittkante des Schlauchliners zu schützen bzw. zu versiegeln (vgl. ***Bild 3***).
Kann die provisorische Öffnung im Liner nicht maßhaltig überbohrt werden, besteht die Möglichkeit ein Sattelstück von außen auf den Schlauchliner aufzubringen (***Bild 4***) (vgl. DIN EN 1610).

EXKLUSIV

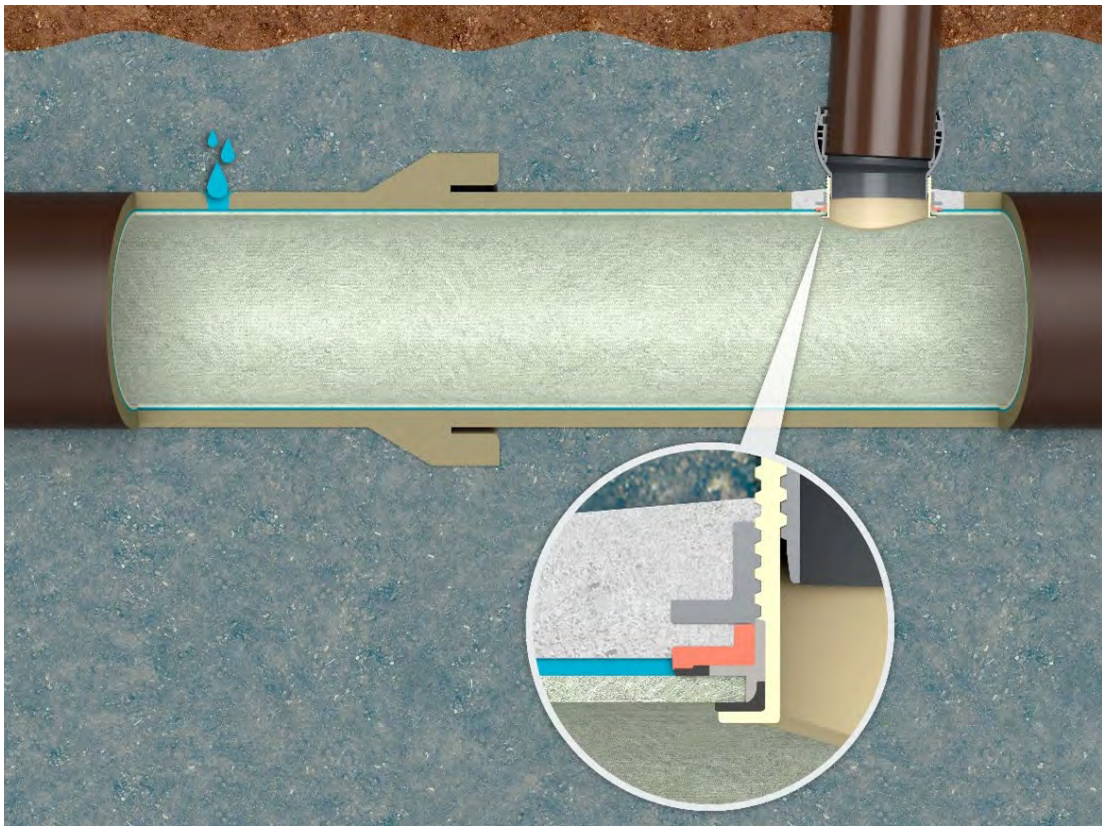


***Bild 3**: Beispiel für ein Anschlussformstück zur Anbindung in offener Bauweise*

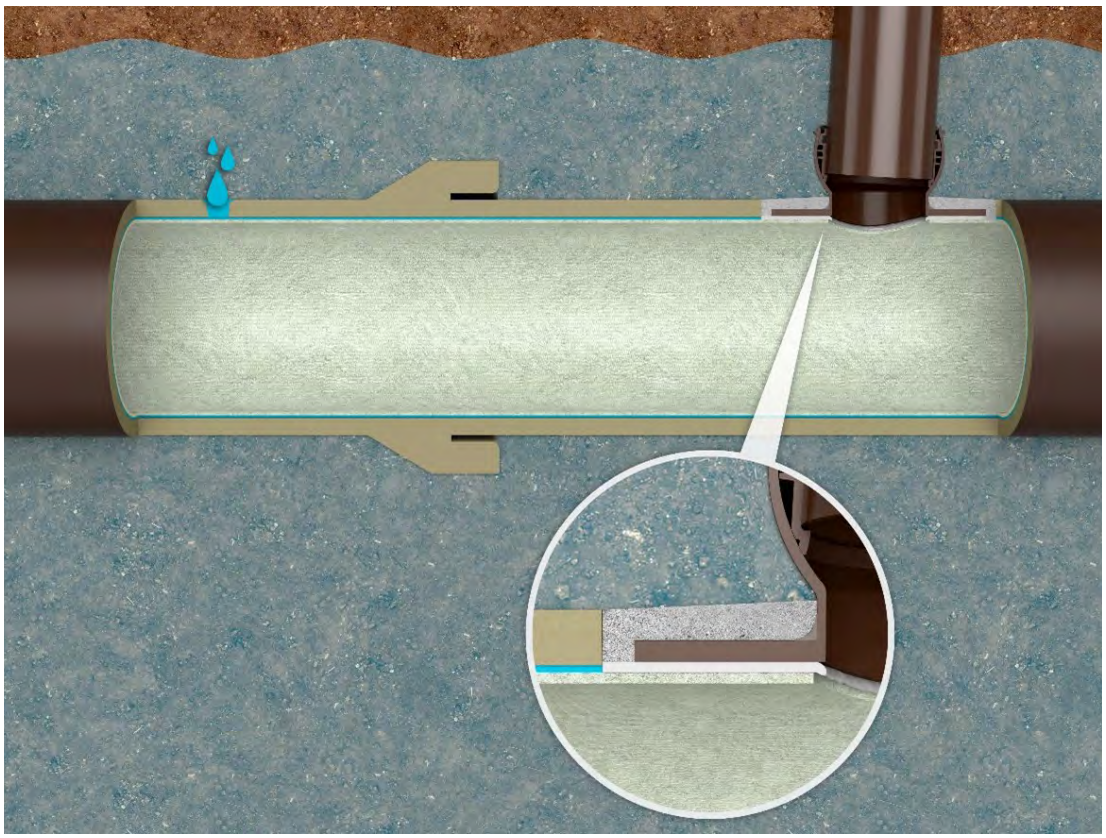


***Bild 4**: Beispiel für ein Sattelstück zur Anbindung in offener Bauweise*

Es gelten die Anforderungen der DWA-A 139 zur spannungsfreien Anbindung der Hausanschlussleitung (Kugelgelenk oder Gelenkstücke).

5 Anforderungen an das Schlauchlining

Für das Schlauchlining ist ein System aus Zulassungs- und Qualitätsprüfungsverfahren etabliert, das strenge Anforderungen stellt und diese kontinuierlich den Bedürfnissen des Marktes an die Praxis anpasst. Die Anforderungen an das Schlauchlining, die in diesem Kapitel zusammengefasst werden, bieten den Blick auf die aktuell in der Praxis besprochenen Themenschwerpunkte.

Das Schlauchlining muss von den Werkstoffen, über die Anlagentechnik bis hin zur Ausführung qualitätsgeprüft und aufeinander abgestimmt sein. Sämtliche Prozessschritte sind zu kontrollieren und zu dokumentieren, um die Reproduzierbarkeit des Endproduktes zu gewährleisten. Im Rahmen zu erbringender Eignungsprüfungen weist das Verfahren die Anwendbarkeit zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen nach, und die Einsatzbereiche werden definiert.

5.1 Anforderungen an die Materialien

5.1.1 Schlauch / Schlauchträger

Tabelle 3 stellt die Linerbestandteile zusammenfassend dar. Es werden nicht die Materialangaben aus der DIN EN ISO 11296-4 verwendet, da nicht alle dort angegebenen Werkstoffe die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Schlauchlinern hinlänglich erfüllen.

***Tabelle 3**: Werkstoffe für Bestandteile des Schlauchs*

Schlauch- Bestandteil	Werkstoffe*
Harztyp Füllstofftyp Härtertyp	EP, UP, VE ohne, chemisch inert anorganisch oder chemisch inert organisch Härtung bei Umgebungstemperatur, Warmhärtung, UV-Lichthärtung, Kombination UV-/ Warmhärtung
Trägermaterial / Verstärkung	inerte weichmacherfreie Polymerfasern z.B. PET, Korrosionsbeständige Glasfasern des Typs „E-CR" gemäß DIN EN ISO 2078 und DIN 1259, die den Festlegungen der DIN EN 14020 Teile 1-3 entsprechen, Kombinationen aus den genannten Fasern
Folien	bei provisorischen Folien keine Festlegungen, bei semi-permanenten und permanenten Folien begründen sich die Materialanforderungen aus der notwendigen Funktion, Folien dürfen grundsätzlich den Betrieb der Leitung nicht negativ beeinträchtigen, Materialien z.B. TPU, OF, PP, PE
Abweichend zu der DIN EN ISO 11296-4:2018 sind in diesem Merkblatt Glasfasern Typ „E" aufgrund der geringeren Chemikalienbeständigkeit vom Einsatz ausgeschlossen. Die Anwendung von „C", „R" nach ISO 10467 und Kohlestofffasern nach ISO 13002 sind bei vorliegendem Eignungsnachweis zulässig.	

*Andere Werkstoffe können prinzipiell in Übereinstimmung mit diesem Merkblatt geprüft werden.

Bei allen Verfahren ist sicherzustellen, dass das Harzsystem durch das Aufstellmedium oder durch eintretendes Grundwasser bzw. im Altrohr vorhandenes Wasser nicht beeinträchtigt wird. Hierzu dienen Innen- und Außenfolien. Die Außenfolie kann entweder vor dem Linereinbau in die Rohrleitung eingebracht werden (Preliner) oder sie ist mit dem Liner verbunden und wird zusammen mit diesem eingebracht. Beim Einzugsverfahren kommen zudem Gleitfolien zur Anwendung. Diese können Außenfolien mit einer zusätzlichen Gleitfolienfunktion oder separate Gleitfolien sein. Als Gleitfolien müssen abriebfeste Materialien verwendet werden.

> **Empfehlung:** Insbesondere bei Scherben, freiliegender Armierung oder anderen scharfkantigen Hindernissen in der Rohrsohle, die den Liner beim Einziehen beschädigen und nicht vorab entfernt werden können, ist die Anwendung von separaten Gleitfolien erforderlich.

In grundwasserfreien Zonen kann in Abhängigkeit von den Projektanforderungen auf eine Außenfolie verzichtet werden. Hierzu ist eine gültige abZ mit einem entsprechenden Hinweis erforderlich.

> **Hinweis:** Der Einsatz ohne Außenfolie ist beispielsweise bei Open-End-Installationen bzw. bei der Herstellung hinterwanderungsfreier Anbindungen an das Altrohr zulässig.

Der Liner muss während der Einbauphase nach dem Aufstellen am Altrohr anliegen und darf keinen planmäßigen Spalt bilden. Der in der Statik zu berücksichtigende begrenzte Ringspalt resultiert aus dem thermischen und chemischen Schrumpf des Harzsystems.

Wenn Schlauchliner formschlüssig am Altrohr anliegen, ist gewährleistet, dass

- der Ringspaltansatz der statischen Berechnung nicht überschritten wird
- überschüssige äußere Reinharzschichten vermieden werden
- Schacht- und Anschlussanbindungen nicht beeinträchtigt werden
- die Bettung des Liners im Altrohr gewährleistet ist.

Die Schlauchliner zeichnen sich durch ihre Dehnfähigkeit und Flexibilität aus. Zur Darstellung der Dehnung werden hier unterschiedliche Dehnungszustände definiert (***Bild 5***). Bei der Herstellung wird jeder Schlauch mit einem Untermaß produziert und muss sich aufdehnen, um seine Kennwerte zu erreichen und sich formschlüssig an das Altrohr anzulegen (Mindestdehnung). Der Schlauch wird für ein bestimmtes Nennmaß des Altrohrinnenumfangs produziert und erreicht dieses mit seiner Nenndehnung. Zudem kann sich der Schlauch über die Nenndehnung hinaus aufdehnen und gegen die Altrohrwandung komprimieren (Maximaldehnung). Der Dehnungsbereich zwischen Mindestdehnung und Maximaldehnung wird als Dehnfähigkeit des Schlauchs definiert.

Die Dehnung des Schlauchliners über die Nenndehnung hinaus führt zu einer Reduzierung der Wanddicke.
Die systemabhängige Dehnfähigkeit des Trägerschlauches in Umfangsrichtung ist zu beachten. Toleranzbereiche (Mindest- und Maximaldehnung) sind durch den Hersteller vorzugeben.

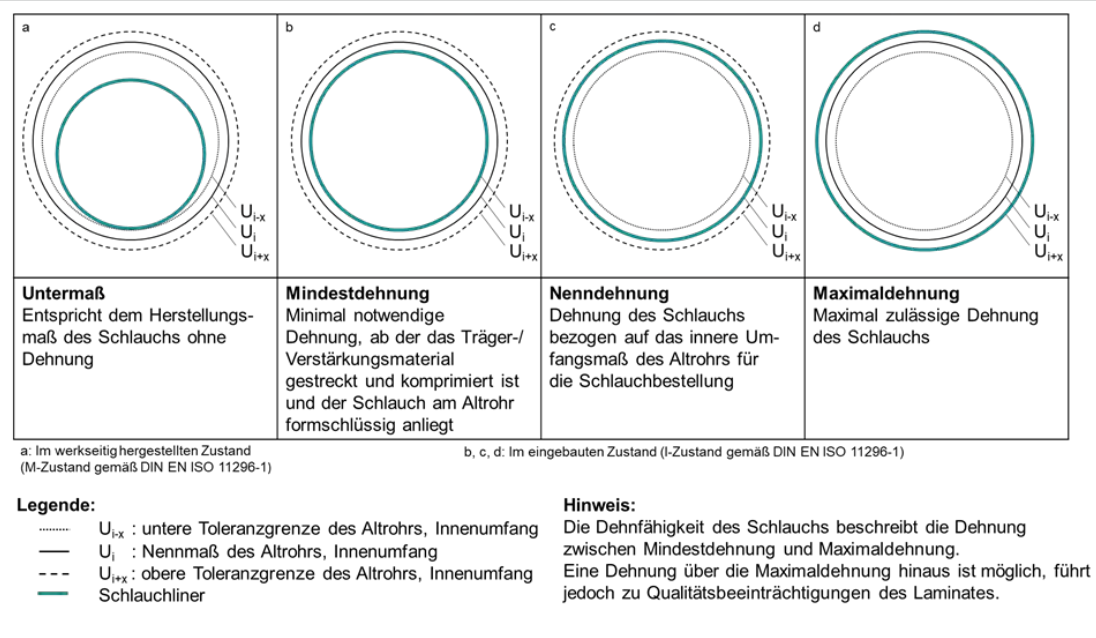


***Bild 5**: Dehnungszustände von Schlauchlinern*

5.1.2 Harzsysteme (Ungesättigte Polyester-, Vinylester- und Epoxidharze)

Bei Schlauchlinern werden vorzugsweise Harztypen gemäß ***Tabelle 4*** eingesetzt. Abweichend zur DWA-A 143-3:2014 werden die UP-Harze der Gruppe 2 gemäß DIN EN 13121-1 aufgrund der geringeren Chemikalienbeständigkeit vom Einsatz ausgeschlossen.
Für die Auswahl der unterschiedlichen Harzsysteme sind die thermischen, mechanischen und (bio-)chemischen Belastungen sowie die baulichen Bedingungen zu berücksichtigen. Diese sind vom Auftraggeber zu definieren. Feuchtigkeitsempfindliche Harzsysteme sind durch geeignete Maßnahmen (z.B. Außenfolien) zu schützen. Eine Einfärbung oder Pigmentierung zur Kontrolle der Harz-Härter-Mischung und / oder -Imprägnierung ist zulässig.

Tabelle 4: Vorzugsweise eingesetzte Harztypen [in Anlehnung an DWA-A 143-3: 2014]

Abwassertyp	Vorzugsweise eingesetzte Harztypen
Kommunales Abwasser	UP-Harz • DIN 16946-2 mind. Typ 1130 (thermische und mechanische Anforderungen) • DIN 18820-1* Gruppe 3 oder nach DIN EN 13121-1 Gruppe 4** EP-Harz • DIN 16946-2 Typ 1020, Typ 1021, Typ 1040 (thermische und mechanische Anforderungen) oder • abwasserbeständige, hydrolysefeste, temperaturbeständige EP-Harze mit Nachweis der Eignung durch zugelassenes und unabhängiges Prüfinstitut zugelassene Harze für stark angreifendes Abwasser (s.u.)
Stark angreifendes Abwasser z.B. industrielles Abwasser (besondere Abwasserzusammensetzung, spezifische Abwasseranalyse notwendig)	VE-Harz • DIN 16946-2 mind. Typ 1310 (thermische und mechanische Anforderungen) • DIN 18820-1* Gruppe 5 oder nach DIN EN 13121-1 Gruppe 7** oder Gruppe 8 EP-Harz • Der Nachweis der Eignung für das spezifizierte Abwasser ist durch den Bieter zu erbringen. • Harze, deren chemische Resistenz gegenüber den Angriffen aus dem spezifizierten Abwasser nachgewiesen wurde

* DIN 18820-1 zurückgezogen
** halogenierte Harzsysteme sind ausgeschlossen

5.2 Anforderungen an die Anlagentechnik

Die Anlagentechnik für das Schlauchlining umfasst:

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

Sämtliche Geräte müssen in einem technisch einwandfreien Zustand sein und sind gemäß Herstellerangaben zu prüfen und zu warten. Technisches Gerät darf ausschließlich von qualifiziertem Personal bedient werden.

5.2.1 Dosier-, Misch- und Imprägniertechnik

Die Lagerung der Harze und der nicht imprägnierten Träger- und / oder Verstärkungsmaterialien sowie die Mischung der Harze erfolgen unter definierten und kontrollierten Umgebungs- und Materialtemperaturen. Die prozessrelevanten Daten der Dosierung (z.B. Gewicht, Volumen) und Mischung (z.B. Volumenstrom, Mischzeiten) der Harzkomponenten werden dokumentiert und gespeichert.
Die Imprägnierung muss eine sichere Benetzung des Träger- und / oder Verstärkungsmaterials gewährleisten. Die Anwendung von Vakuum dient zum Entlüften des Materials.

5.2.2 Einbautechnik

Die notwendige Gerätetechnik richtet sich nach dem Einbauverfahren des Schlauchlinersystems und den Herstellervorgaben. Es sind drei Verfahren zu unterscheiden: das Inversionsverfahren (Einkrempeln), das Einzugsverfahren und die Kombination aus Inversions- und Einzugsverfahren.

Die Anforderungen an die Einbautechnik beim Inversionsverfahren – Drucktrommel oder Inversionswassersäule – 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 Einzugsverfahren sind:

- Elektronische Messung der Einzugskräfte
- Möglichkeit der Zugkraftbegrenzung

Eine Aufzeichnung der Einzugskräfte ist erforderlich, wenn die Winde Zugkräfte oberhalb der maximal zulässigen Zugkräfte gemäß Herstellervorgaben ermöglicht.

5.2.3 Härtungstechnik

Im Schlauchlining sind folgende Härtungsverfahren möglich: Härtung bei Umgebungstemperatur, Warmhärtung, UV-Lichthärtung, Kombination UV- / Warmhärtung.
Anforderungen an die Härtungstechnik bei Warmhärtung:

- ausreichende Heizleistung
- ausreichende Umwälzleistung
- automatische Drucküberwachung und -protokollierung während der Härtung (Wassersäulenhöhe bei Warmwasserhärtung; Druckmanometer bei Dampfhärtung)
- Temperaturkontrolle und -aufzeichnung* am Vor- und Rücklauf sowie im Außenlaminat (zwischen Schlauch und Altrohr, mindestens in der Sohle) mindestens am Start- und Zielpunkt, wenn möglich auch an Zwischenpunkten
- Kondensatabführung bei Dampfhärtung

Anforderungen an UV-Lichthärtung und Kombinationshärtung:

- geeignete, vom Schlauchlinerhersteller freigegebene Lichtquelle, Leuchtmittel und -leistung (Details siehe unten), inkl. Protokollierung unter Angabe des Herstellers
- elektronische* Protokollierung der Durchzuggeschwindigkeit der UV-Lichtquelle und der Leuchtmittelfunktion
- elektronische* Protokollierung des Innendruckes
- Temperaturkontrolle und -aufzeichnung* an der Schlauchoberfläche
- bei Kombinationshärtung und system- / projektabhängig bei UV-Lichthärtung: Elektronische* Kontrolle der Temperatur im Außenlaminat (zwischen Schlauch und Altrohr) mindestens am Start- und Zielpunkt, wenn möglich auch an Zwischenpunkten
- die Leuchtmittel dürfen keine sichtbaren Beschädigungen aufweisen, müssen frei von flächigen Verschmutzungen oder Verspiegelungen (Glaskörper dunkel) sein.

*Protokollierung als Datensatz, nicht ausschließlich als Grafik bzw. Diagramm

Für die eingesetzte Lichtquelle (Lichtkern oder -kette) müssen vom Hersteller für jeden Linertyp Geschwindigkeitstabellen mit folgenden Mindestangaben für die Härtung, in Abhängigkeit von der Dimension und der Wanddicke, vorliegen:

- eindeutige Bezeichnung der Lichtquelle
- Leistungsvorgabe für die verwendeten Leuchtmittel
- Durchzuggeschwindigkeiten
- separate Vorgaben für die Start- bzw. Stoppphase (Zündabstände, Durchzuggeschwindigkeit)

Bei der Sanierung von Profilen, die nicht Bestandteil der Geschwindigkeitstabellen sind, müssen gemeinsam mit dem Linerhersteller speziell auf das Profil abgestimmte Vorgaben zur Härtung erarbeitet werden.

Lichtquellen und Leuchtmittel, die nicht vom Linerhersteller verifiziert wurden, dürfen nicht zur Härtung von Schlauchlinern verwendet werden. Jedes Leuchtmittel muss eindeutig zugeordnet werden können, z.B. anhand einer Seriennummer. Der Zeitpunkt der Inbetriebnahme ist zu dokumentieren.

Eine Intensitätsmessung der Leuchtmittel ist gemäß DWA-A 143-3 regelmäßig durchzuführen (erstmalig spätestens nach 400 Betriebsstunden, Wiederholungsprüfung spätestens nach 150 Betriebsstunden).

Abweichend zu den Vorgaben der DWA ist eine erste Überprüfung der Strahler bereits nach 200 Betriebsstunden – jedoch mindestens einmal jährlich – durchzuführen. Dies zeigen die Erfahrungen in der Sanierungspraxis auf Basis regelmäßiger Kontrollmessungen.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Intensität der Leuchtmittel von der Lichtquelle sowie von der Leistung des Stromerzeugers abhängt. Bei Lichtintensitäten unterhalb von 70 % zur Referenz ist das Leuchtmittel auszutauschen. Die Prüfung ist gemäß DWA-A 143-3 zu dokumentieren.

5.3 Anforderungen an die Bauausführung

Für jeden Schlaucheinbau 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. Die Aufbewahrungsfristen für diese Dokumente müssen mindestens den Zeitraum der vertraglich vereinbarten Gewährleistungsfrist beinhalten.

Bei Imprägnierung im Werk muss der Lieferschein bzw. das Werksprüfzeugnis zumindest folgende Angaben enthalten:

- Wanddicke des gelieferten Liners
  (Hinweis: Die gelieferte Wanddicke des imprägnierten Schlauchliners führt im eingebauten und gehärteten Produkt zur resultierenden Kompositdicke e_c bzw. Verbunddicke e_m. Bei UV-Härtung muss die Angabe der gelieferten Wanddicke mit den Vorgaben der Geschwindigkeitstabellen korrelieren.)
- Schlauchidentifikations- oder -produktionsnummer
- Herstellungsdatum
- DN
- Länge
- Gewicht
- Härtungsverfahren
- ggf. Kunde, Projekt, Baustelle und Einbauort / Sanierungsabschnitt
- ggf. Bedingungen für die Handhabung wie z.B.: „Nicht stapeln", „Keine direkte Sonnenstrahlung oder Frost"

Die Schläuche sind gemäß Vorgaben der abZ bzw. des Herstellers zu lagern und hinsichtlich Einhaltung der Liefer- und Lagerbedingungen zu kontrollieren. Bei Warm- und Kombinationshärtern wird die Einhaltung der Lagertemperaturen mittels Thermorekorder kontrolliert. Bei der Schlauchlieferung in eisgekühlten Transportbehältnissen kann auf die Thermorekorder verzichtet werden. Der Liner muss auch zwischen den Lagen mit Eis gekühlt werden, um einen sicheren Transport zu gewährleisten. Die aktuellen Lagerbedingungen (Temperatur) des Schlauchs sind zu dokumentieren insbesondere bei Start des Einbaus.

Bei UV- oder Kombinationshärtung muss der Schlauchhersteller der ausführenden Baufirma die maximal mögliche Durchzuggeschwindigkeit in Abhängigkeit von Lichtquelle und Schlauch angeben. Dies erfolgt, wenn möglich bzw. notwendig, projektabhängig je Lieferung oder standardmäßig über Tabellenwerte. Bei Warmhärtung sind die erforderlichen Heizvorgaben in Abhängigkeit von der Laminattemperatur (außen) anzugeben

Bei Eingang auf der Baustelle ist der Schlauch mindestens wie folgt zu überprüfen:

- Prüfung der Lieferpapiere
- optische Kontrolle des Schlauchs
- Kontrolle des Flachmaßes auf Übereinstimmung mit angegebenem Durchmesser

Die Dokumentation der Arbeiten auf der Baustelle muss mindestens umfassen:

- Videoaufzeichnungen der optischen Inspektion durch Rohrleitungsbefahrung oder -begehung vor und nach der Renovierungsmaßnahme
- sofern erforderlich: Kalibrierprotokoll
- Einbau- und Härtungsprotokolle, die u.a. folgende Parameter beinhalten:
  - Verfahrensabhängige Dokumentation der Druck-, Temperatur- und / oder UV-Lichtparameter sowie der beim Einziehen des Schlauchs auftretenden Zugkräfte

- UV-Härtung: Dokumentation der Prüfung der Lichtquellen und Leuchtmittel gemäß Kapitel 5.2.3

- Baustellentagesberichte
- sofern beauftragt: Dichtheitsprüfungsprotokoll

Bei Vor-Ort-Imprägnierung zusätzlich

- Dosier- und Mischprotokoll, Imprägnierprotokoll

Es ist sicherzustellen, dass die Einbaurichtlinien des gewählten und geprüften Schlauchliningverfahrens genau befolgt und mit Eigen- und Fremdüberwachungsmechanismen kontrolliert werden.

5.4 Anforderungen an das Schlauchlining

Für das vor Ort härtende Schlauchlining muss eine Erst- und Eignungsprüfung vorliegen. Dies ist über eine gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung abZ z.B. beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) abgedeckt. Für den Einsatz des Schlauchlinings auf privatem Grund ist die abZ Voraussetzung.

Für den öffentlichen Bereich wird empfohlen, nur Systeme mit einer gültigen abZ einzusetzen.

Die abZ umfasst über die Produktanforderungen gemäß DIN EN ISO 11296-4 hinaus weitere Eignungsprüfungen wie z.B. die Hochdruckspülbeständigkeit, Abriebbeständigkeit, chemische Beständigkeit sowie eine vorliegende Eigen- und Fremdüberwachung in Verantwortung des Systemherstellers. Die Eigen- und Fremdüberwachung für die Bereiche Herstellung, Eignungsprüfung und Baustellenbeprobung erfolgen grundsätzlich gemäß Kapitel 11.4.

EXKLUSIV

Im Rahmen der Eignungsprüfung ist die Härtung nachzuweisen und es sind systembezogene Grenzwerte festzulegen. Bei EP-Harzlaminaten erfolgt dies über die Definition von Glasübergangstemperaturen mittels DSC-Analyse (gemäß DWA-A 143-3). Bei UP- und VE-Harzlaminaten ist ein Restmonomerengehalt mittels Gaschromatographie (gemäß DWA-A 143-3) zu ermitteln.
Die Eignungsprüfung muss hier entsprechende Grenzwerte für eine ausreichende Härtung definieren, die am Endprodukt geprüft werden können (vgl. Kapitel 8.3.2).

5.5 Qualifikation der Unternehmen

Bewerber für den Bau, die Renovierung, 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 oder gleichwer-

tige 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 Sanierungsmaßnahme beauftragte Kolonne muss aus Fachkräften und unterwiesenen Personen bestehen. Schulungsmaßnahmen und Unterweisungen für das angewandte Schlauchliningverfahren sind durchzuführen und zu dokumentieren.

6 Planung

6.1 Grundlagen

Das Schlauchliningverfahren eignet sich für einen Großteil der Sanierungssituationen in öffentlichen, gewerblichen und privaten Entwässerungsleitungen. Um festzulegen, inwieweit das Verfahren unter Beachtung der betrieblichen, statischen und hydraulischen Erfordernisse zur Renovierung der vorhandenen Rohrleitung eingesetzt werden kann, ist eine sorgfältige Ist-Aufnahme der vorhandenen Rohrleitung durchzuführen. Alle Planungsunterlagen sind hierfür dem Planer vom Auftraggeber bzw. Netzbetreiber zur Verfügung zu stellen. In diesem Zusammenhang wird auf die DIN EN 752 verwiesen. Was die grundsätzlichen Voraussetzungen sowie die Anforderungen an die Planung betrifft, wird auf die DIN EN 14654-2 und die Arbeitsblätter DWA-A 143-1, -2 und -21 verwiesen.
Im Folgenden werden einige Schwerpunkte näher betrachtet.

6.2 Betriebliche Anforderungen

Im Zuge der Planung ist zu ermitteln, welchen Temperaturen und Abwasserzusammensetzungen der Liner über seine erwartete Lebensdauer ausgesetzt sein wird (vgl. ISO 11296-4: 2018 Abschnitt 8.5.1). Um sicherzustellen, dass der Schlauchliner während seiner geplanten Nutzungsdauer die Leistungsanforderungen erfüllt, sind mindestens folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Die Abwassertemperatur übersteigt nicht dauerhaft 35 °C. Vereinzelt auftretende kurzzeitige Einleitungen von bis zu 50 °C können als unkritisch angesehen werden.
- Das Abwasser entspricht in seiner Zusammensetzung einem kommunalen Abwasser.

Bei abweichenden Anforderungen wie z.B.

- die Abwassertemperatur übersteigt dauerhaft 35 °C,
- die Abwasserzusammensetzung entspricht nicht der eines kommunalen Abwassers, kann der Schlauchliner außerhalb seines Verwendbarkeitsnachweises liegen. Es sind dann nur Linersysteme in der Planung zu berücksichtigen, die eine entsprechende Eignung nachweisen können.

Liegen weitere besondere betriebliche Bedingungen vor, sind diese im Zuge der Planung zu berücksichtigen.

6.3 Inspektion

Die Ist-Aufnahme des gewählten Renovierungsabschnittes beginnt mit einer Auswertung der vorhandenen optischen Inspektion. Diese ist im Hinblick auf Vollständigkeit, Qualität und Alter zu überprüfen. Eine aktuelle optische Inspektion z.B. nach den Vorgaben des Merkblattes DWA-M 149-2 bzw. M 149-5 ist durchzuführen, wenn

- eine unzureichende optische Qualität keine sichere Schadensbeurteilung zulässt.
- ein zu hoher Abwasserspiegel (unzureichende Vorflut) keine ausreichende Beurteilung der Sohle zulässt
- die Inspektionen unvollständig sind
- die Inspektionen älter als 3 Jahre sind. Bei bestimmten Schäden (z.B. Grundwasser- und Bodeneintritt) oder bei geänderten Umgebungsbedingungen (z.B. Bauaktivitäten im Umfeld) kann dieser Zeitraum auch kürzer sein (Schadensentwicklung).

6.4 Vermessung / Kalibrierung

Die Planung wird in der Regel anhand der vorliegenden Bestandsunterlagen durchgeführt. Projektabhängig kann eine Vermessung oder durchgehende Kalibrierung der Rohrleitung im Rahmen der Planung erforderlich werden. Diese wird wie folgt durchgeführt:

- Nicht begehbare Kreisprofile und Eiprofile: Bei normierten Kreis- und Eiprofilquerschnitten ist das in den Kontrollschächten ermittelte Querschnitts- bzw. Umfangsmaß ausreichend. Die Messung muss im Rohr durchgeführt werden, da Einbindungen und Muffen die Werte verfälschen. Es sind zusätzlich bekannte Fertigungstoleranzen des Altrohres in die Beurteilung einzubeziehen. Kann der Planer keine ausreichende Einschätzung der Profilmaße durchführen (z.B. starke Innenkorrosion, Ortbetonkanäle), so ist eine durchgehende Kalibrierung der Haltung zu empfehlen.
- Begehbare Eiprofile: Sofern die Profile gemauert sind, ist aufgrund der zu erwartenden Profilschwankungen eine Kalibrierung mittels 3D-Vermessung zu empfehlen. Alternativ können Umfangsmessungen in sinnvollem Abstand, z.B. alle 5 bis 10 m, vorgenommen werden. Bei anderen Werkstoffen ist der Einsatz einer Kalibrierung abzuwägen z.B. wenn erkennbare Unregelmäßigkeiten vorliegen.

Der Planer muss berücksichtigen, dass die Altrohre materialabhängig andere Fertigungstoleranzen aufweisen können als dies nach heutiger Normung zulässig ist. Bei vor Ort hergestellten Rohren (Mauerwerk, Ortbeton) ist ebenfalls von größeren Toleranzen auszugehen. Bei Mauerwerk kann das stichprobenartige Zählen von Mauerwerkslagen über den Haltungsverlauf Erkenntnisse über Maßtoleranzen geben.

Schlauchlinersysteme weisen unterschiedliche Dehnfähigkeiten auf (vgl. Kapitel 5.1.1). Der Planer muss prüfen, ob diese die vorhandenen Altrohrtoleranzen abdecken. Gegebenenfalls sind andere technische Lösungen zur Überbrückung größerer Maßabweichungen heranzuziehen. So kann beispielsweise ein Stützschlauch das Überdehnen eines Schlauchs in übermaßigen Bereichen verhindern; entstehende Ringräume müssen statisch berücksichtigt oder verfüllt werden.

> **Hinweis:** Bei nicht ordnungsgemäßer Kontrollmessung der Nennweite und des Innenumfanges der Rohrleitung sowie bei fehlender Kalibrierung trotz Variationen des Altrohres kann es zu Falten im Schlauchliner oder zu einem vergrößerten Ringspalt kommen, wenn der gewählte Linertyp dies über seine Dehnung nicht abdecken kann (vgl. Kapitel 5.1.1).

6.5 Beurteilung der Bettungssituation

Gemäß DWA-A 143-2 ist für die statische Berechnung eines Schlauchliners der Altrohrzustand festzulegen. Dafür müssen Festlegungen zur seitlichen Bettung des Altrohres sowie zum Grundwasserstand getroffen werden (vgl. Kapitel 6.5.2).
Beim Altrohrzustand III sind zusätzliche Angaben für die Statik notwendig, da das Altrohr-Bodensystem als langfristig nicht mehr tragfähig eingestuft wird.

6.5.1 Hinweise aus der Örtlichkeit

Im Hinblick auf die Beurteilung der Bettungssituation des Altrohres (vgl. Kapitel 6.5.2) ist bezüglich der Örtlichkeit das Augenmerk auf folgende Punkte zu richten:

- Straßensetzungen entlang der Rohrleitungstrasse
- Lokale Setzungen (Abgleich mit Einzelschäden aus der optischen Inspektion)
- Aufgrabungen anderer Leitungsträger, die das Bettungssystem nachhaltig gestört haben könnten
- Hinweise auf Baumaßnahmen anderer Art (Gebäudekeller, Spezialtiefbau usw.), die das Bettungssystem nachhaltig gestört haben könnten

6.5.2 Baugrunduntersuchung

Die Notwendigkeit und der Umfang der erforderlichen Baugrunduntersuchungen werden anhand bereits vorhandener Untersuchungen aus anderen Maßnahmen in Verbindung mit der optischen Inspektion sowie der örtlichen Situation festgelegt. In der DWA-A 143-2 (z.B. Kap. 4.2.1) ist definiert, dass für den Altrohrzustand II das Altrohr-Boden-System als allein tragfähig angesetzt wird, wenn eine überprüft funktionsfähige seitliche Bettung vorhanden ist. Zur Überprüfung der seitlichen Bettung werden dabei explizit Rammkernsondierungen und / oder Langzeitbeobachtungen genannt. Bestehen aus der Langzeitbeobachtung keine Hinweise auf Störung der Bettung, heißt das folglich, dass bei Altrohrzustand I und II keine Baugrunduntersuchungen erforderlich werden. Von ausreichend guter Bettung aufgrund einer solchen Langzeitbeobachtung kann ausgegangen werden, wenn

- der Grundwasserspiegel unterhalb der Rohrsohle ansteht und keine sonstigen Einflüsse bekannt sind, die auf mangelnde Bettung schließen lassen (z.B. seitliche Aufgrabung, erkennbare Verformung des Altrohrs) oder

- der Grundwasserspiegel oberhalb der Rohrsohle ansteht, aber kein oder nur leichter GW-Eintritt ohne Eintritt von Boden und ohne Deformation des Profils vorhanden ist.

In diesen Fällen ist es ausreichend, den Bemessungswasserstand zu ermitteln.

Bei Kanälen, die im Versagensfall ein hohes Potenzial für Folgeschäden aufweisen, wird auch bei positiver Langzeitbeobachtung empfohlen, umfassende Baugrunderkundungen vorzunehmen, um das Altrohr-Bodensystem ggf. unter Zuhilfenahme eines geotechnischen Berichts ausreichend genau beurteilen und bei Bedarf statisch nachweisen zu können.

EXKLUSIV

Lassen die vorhandenen Beobachtungen eine Störung der Bettung vermuten bzw. lässt sich eine solche nicht ausschließen, sind Baugrunderkundungen notwendig, um eine Einschätzung der tatsächlichen Bettungssituation vornehmen zu können. ***Tabelle 5*** gibt einen Überblick über das mögliche Vorgehen.

***Tabelle 5**: Vorgehen zur Beurteilung der Bettungssituation*

Schadensbild	Einschätzung Bettung	Maßnahme
GW-Eintritt fließend / sichtbar, ohne Bodeneintritt	Kein negativer Einfluss auf die Bettung erwartet	Zur Bestätigung der Bettung ggf. stichprobenartig (alle 1-2 Haltungen) Kleinrammbohrung (KRB; „Rammkernsondierung") und Rammsondierung mit leichter Rammsonde (DPL) bzw. schwerer Rammsonde (DPH)
GW-Inkrustationen ohne GW-Eintritt	Kein negativer Einfluss auf die Bettung erwartet	wie oben zusätzlich aktuelle Aufschlüsse (nicht älter als 10 Jahre) auswerten, um Veränderung des GW-Stands abschätzen zu können
GW-Eintritt mit Bodeneintrag sichtbar	negativer Einfluss auf die Bettung wahrscheinlich	KRB in der Leitungszone und DPL bzw. DPH, vorzugsweise über den gesamten Haltungsverlauf (ca. alle 25 m bis 50 m gemäß DIN EN 1997-2)
Querrisse im Altrohr mit Versatz *	Schadensursache vermutlich aufgrund schlechter Bettung oder Einzeleinfluss im Schadensbereich	KRB und DPL bzw. DPH mindestens am Schaden in der Leitungszone, vorzugsweise über den gesamten Haltungsverlauf (ca. alle 25 m bis 50 m)
Durchgehende Längsrisse / Viergelenkrisse *	Schadensursache vermutlich aufgrund schlechter Rohrbettung	KRB und DPL bzw. DPH in der Leitungszone im Schadensbereich und über den gesamten Haltungsverlauf (ca. alle 2 5m bis 50 m)
Deformation / Ovalisierung *	Überlastung des Rohres, mutmaßlich einhergehend mit schlechter Bettung	KRB und DPL bzw. DPH mind. im Bereich der Deformation und über den gesamten Haltungsverlauf (ca. alle 25 m bis 50 m)

* Liegen Langzeitbeobachtungen vor, die ein konsolidiertes System bestätigen, kann ggf. auf die Baugrundanalysen verzichtet werden. Die Schadensursache kann bspw. schon in einer mangelnden Bauausführung liegen, so dass der Schaden aufgrund von Setzungen direkt eingetreten, eine Verschlechterung über die Zeit aber nicht zu erwarten ist.

Entscheidend zur Beurteilung der Bettung sind die Werte der DPL bzw. DPH. Diese sind nur in Verbindung mit den vorhandenen Bodenarten aufschlussreich, weshalb die Kleinrammbohrungen zusätzlich notwendig werden, um die Bodenschichten zu bestimmen.
Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung sind im Hinblick auf die ausreichende Bettung bzw. die Standsicherheit des Altrohres zu bewerten.

Im Folgenden werden einige Bewertungshilfen gegeben:

- Schäden in optischer Inspektion erkennbar, aber hinreichende Bodenkennwerte: Ergeben sich aus der Rammsondierung gute Lagerungsdichten, können erkennbare Schäden aus der Bauphase stammen oder durch einzelne Ereignisse (z.B. Setzung im Zuge einer benachbarten Baustelle) hervorgerufen sein. Das vorliegende Altrohr-Boden-System ist aber voll tragfähig. Eine Renovierung ist durchführbar.
- Keine Deformationen und unzureichende Bodenkennwerte: Sind trotz unzureichender Bodenkennwerte keine Deformationen feststellbar, ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht von einer Überlastung des Rohres auszugehen. Aufgrund der unzureichenden Bodenkennwerte ist die Tragfähigkeit des Altrohr-Bodensystems statisch nachzuweisen und eine Klassifizierung des Altrohrzustandes vorzunehmen.
- Deformationen (z.B. Ovalisierung beim Kreisprofil, gesenkter Scheitel beim Ei) und unzureichende Bodenkennwerte: Sind in der optischen Inspektion Deformationen des vorhandenen Profils feststellbar und korreliert dies mit schlechten Bodenkennwerten, kann von einer Überlastung des Rohres ausgegangen werden. Die Renovierungsfähigkeit ist in Frage zu stellen und die Tragfähigkeit des Altrohr-Bodensystems statisch nachzuweisen.

EXKLUSIV

6.6 Festlegung eines Altrohrzustandes

Aus den ermittelten Daten ist der Altrohrzustand festzulegen. Wesentliche Kriterien hierbei sind:

- Quer- und Längsrisse
- Scherbenbildung
- Muffenspalte
- Lokale Imperfektionen
- Ovalisierung
- Undichtigkeiten
- Bei Mauerwerk: Schädigungsgrad der Fugen (Auswaschung), Verschiebungen im Steingefüge
- Bodeneintrag
- Bettung des Altrohres
- Bemessungswasserstand (ermittelt aus dem Grundwasserstand zzgl. einem Zuschlag für den GW-Anstieg nach der Renovierung. Ausgeprägte Unregelmäßigkeiten im Profilquerschnitt können weitere Zuschläge für eine höhere Sicherheit erforderlich machen)

Ggf. ist ein rechnerischer Nachweis des Altrohres durchzuführen. Hier wird festgestellt, inwieweit das Altrohrprofil im gegenwärtigen Zustand statisch ausgelastet ist (Standsicherheitsbeurteilung).

6.7 Statische Berechnung

Die Ermittlung einer erforderlichen Designwanddicke für die Angebotskalkulation ist Aufgabe der Planung. Diese kann im Regelfall (Standardprofile, Altrohrzustand II, Standardlastfälle) unter Anwendung der Materialkenngruppen dem DWA-M 144-3 entnommen werden.

Die mechanischen Kennwerte der einzelnen Schlauchliner sind den abZ zu entnehmen. Bei Bedarf ist eine statische Berechnung gemäß DWA-A 143-2 durchzuführen.

> **Hinweis:** Die statische Berechnung kann mit Stabwerksmodellen oder durch die Finite Elemente Methode (FEM) erfolgen. Die FEM-Simulation berücksichtigt die tatsächliche Geometrie des Altrohres und kann die spezifischen Randbedingungen sowie die Bettungssituation detailliert abbilden. Dadurch sind insbesondere bei Altrohrzustand III und IIIa ggf. geringere Linerwanddicken möglich.

Bei Altrohrzustand IIIa gem. DWA-A 143-2 erfolgt die statische Berechnung auf Grundlage der ATV-DVWK-A 127 (erdgebetteter Liner).

Sind Abweichungen im Ringspalt über die im DWA-A 143-2 angegeben Mindestansätze hinaus zu erwarten, so ist dies wegen der geringeren Bettungswirkung (Bettung im Altrohr-Boden-System) in der statischen Dimensionierung zu berücksichtigen. Abhängig von den statischen Anforderungen ist der Ringraum ggf. zu verfüllen. Ein locker sitzender Liner muss lagegesichert sein, so dass keine unzulässigen Kräfte (z.B. infolge Auftrieb) auf Anschlüsse und Anbindungen einwirken können.

Es ist ferner zu beachten, dass überdehnte Laminate, die sich nicht an das Altrohr anlegen, ihre mechanischen Kennwerte aus der Eignungsprüfung nicht sicher erreichen können. Hier sind in der Planung Maßnahmen zur Verhinderung der Überdehnung wie z.B. die Möglichkeit der Anwendung eines Stützschlauches zu berücksichtigen.

Berücksichtigung von Zwangsverformungen

Zwangsverformungen treten auf, wenn dem Schlauchliner nachträgliche Verformungen aufgezwungen werden (zusätzlich zur Vorverformung des Altrohres), z.B. aufgrund von geringen Überdeckungen (< 1,5 m) durch die Einwirkung von Verkehrslasten.
Eine mögliche Zwangsbeanspruchung des Liners ist bei ARZ III gemäß Empfehlung des DWA-A 143-2 stets zu berücksichtigen.
Bei ARZ II ist dies in der Regel nicht erforderlich, da Zwangsverformungen nur bei geringen Überdeckungen (< 1,5 m) und bei Vorhandensein von Verkehrslasten möglich werden. Zur Bewertung dieses Einflusses erfolgten umfassende Vergleichsberechnungen auf Grundlage der im DWA-M 144-3 dokumentierten Materialkenngruppen und Regelstatiktabellen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei Einhaltung der Linerwanddicken und Materialkennwerte des DWA-M 144-3 (MKG 1 bis 26) eine Zwangsverformung von 3 % (relative Durchmesseränderung) immer mit ausreichender Sicherheit aufgenommen werden kann.

EXKLUSIV

6.8 Ausschreibung

Grundsätzlich ist die VOB / C und hier insbesondere die DIN 18326 Kapitel 0 „Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung" zu beachten.

Bei der Ausschreibung von Schlauchlinerverfahren ist die Geometrie der zu sanierenden Rohrleitung zu beschreiben. Ggf. sind Linerhersteller-bezogene Recherchen durchzuführen, um die Eignung der Systeme für die vorliegenden projektspezifischen Gegebenheiten zu beurteilen.

EXKLUSIV

Neben den Kenndaten (Nennweite, Länge, Rohrwerkstoff, Anschlüsse, usw.) sind insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

- **DIN 18326 0.1.2:** Anzahl, Art, Lage, Maße, Stoffe und Anschlusswinkel vorhandener Anschlüsse
  - Anschlüsse (Reparaturverfahren):
    Es sind Angaben zu den vorgesehenen Anbindungstechniken für Anschlüsse (vgl. Kapitel 4.4) in der BB zu machen und diese als LV-Positionen zu erfassen
- **DIN 18326 0.1.4:** Lageabweichungen und Dimensionswechsel innerhalb der bestehenden Kanalhaltung / DIN 18326 0.2.6: Vorgaben für Kalibrierungen und optische Inspektion
  - Wechsel des Rohrinnendurchmessers:
    Liegt ein definierter Durchmesserwechsel vor, wird der Liner i. A. herstellerseitig entsprechend konfektioniert (z.B. Einbau eines Konus'). In kleinen Durchmesserbereichen können flexible Linermaterialien gewählt werden, die gemäß Herstellervorgaben Dimensionswechsel ermöglichen. Der erforderliche Durchmesserwechsel ist in der Ausschreibung zu benennen (in der Baubeschreibung BB und im Leistungsverzeichnis LV).
  - Varianzen des Rohrinnendurchmessers (z.B. durch Innenkorrosion, bei vor Ort hergestellten Rohren wie Ortbeton, Mauerwerk, bei großen Altrohrtoleranzen), Maße der Altrohre, insbesondere Profilformen und Formstücke:
    Zum Umgang mit materialabhängigen Schwankungen im Innendurchmesser des Altrohres sind die Hinweise in Kapitel 5.1.1 zur Dehnung von Linern zu berücksichtigen. Die Planung sollte überprüfen, ob Durchmesserschwankungen durch die Flexibilität des Schlauchs ausgeglichen werden können. Es ist zu beurteilen, ob die Ausführung unter Ausnutzung der Dehnfähigkeit der Schläuche möglich ist oder eine entsprechende Konfektionierung (s.o.) erforderlich ist. Es ist ein entsprechender Hinweis auf die Schwankungen, möglichst unter Angabe der absoluten Schwankungsbreite (min / max), in die Ausschreibung aufzunehmen (BB und LV).
  - Richtungsänderungen:
    Auf Richtungsänderungen im Altrohr wie Bögen oder Rutschen ist in der BB hinzuweisen und diese sollten in ihrer Lage in der Bauzeichnung ersichtlich sein. Hinweis: Bei Richtungsänderungen kommt es zu Stauchungen bzw. Streckungen des Schlauchs.
- **DIN 18326 0.1.6:** Anzahl, Art, Maße und Beschaffenheit der Schadstellen am Entwässerungskanal und dessen Umgebung / DIN 18326 0.2.5: Umfang vorbereitender Arbeiten im Altrohr, insbesondere Anzahl, Art, Lage und Maße zu beseitigender Hindernisse sowie Reparaturstellen

- Rohrversätze, Lageabweichungen (lokale Imperfektionen):
  Es ist zu überprüfen, ob diese mit dem gewählten Tragfähigkeitsnachweis abgedeckt werden und die Durchführung der Sanierung erlauben. Eine Beschreibung in der BB ist hilfreich. Ggf. ist eine gesonderte LV-Position zum Fräsen der Versätze vorzusehen.
- Wurzeleinwüchse, Inkrustationen (Fräsarbeiten):
  Es sind Angaben zu den vorhandenen Hindernissen in der BB zu machen und die Beseitigung als LV-Positionen zu erfassen.
- Grundwasserinfiltrationen:
  Bei starken, drückenden GW-Infiltrationen sollten diese vorab durch geeignete Kurzliner, Verpressungen oder Injektionen abgedichtet werden. Hierfür sind Positionen im LV vorzusehen. In nicht begehbaren Eiprofilen kann eine Abdichtung i.A. nicht aus der Haltung heraus erfolgen.
  Leichter GW-Eintritt (tropfend bis fließend) muss nicht extra abgedichtet werden, hier ist der Umfang des GW-Eintritts in der BB darzustellen und darauf hinzuweisen, dass der Schlauch verfahrensabhängig zusätzlich gegen GW zu sichern ist (z.B. durch eine zusätzliche ggf. verstärkte Außenfolie). In den entsprechenden Positionen im LV ist diese zusätzliche Sicherung zu benennen.
- Abflusshindernisse:
  Ausprägung und Umfang der vorhandenen Hindernisse sind in der BB zu beschreiben und die Beseitigung als LV-Positionen zu erfassen.
- Deformationen (Ovalisierung):
  Deformationen sind in Lage und Ausprägung in der BB zu benennen.
- Unterbögen:
  Ausprägung und Lage der Unterbögen sind anzugeben (BB und LV).
- Schadensbilder:
  Die Schadensbilder sind in der BB zu beschreiben.

- **DIN 18326 0.2.12:** Abwasserüberleitungen oder Abwasserumleitungen für die Kanäle und Anschlussleitungen mit den maßgebenden Durchflussmengen. Besonderheiten z.B. Hebeanlagen, Absperrungen. Ableitungen des Abwassers in geschlossenen Leitungen, gegebenenfalls über besondere Bauwerke, z.B. Rohrbrücken, Rohrüberfahrten
  - Abflusslenkung:
    In der BB sind Trockenwetter- und Regenwetterabfluss zu definieren sowie darzustellen, in welcher Art und für welche Mengen die Abflusslenkung vorzunehmen ist.
- **DIN 18326 0.2.19:** Vorarbeiten an bestehenden Schächten und Bauwerken, Herstellen von Einziehbaugruben, Wiederherstellen von Schachtbauwerken
  - Aufgrabungen zur lokalen Schadensbehebung oder Erneuerung von Anschlussleitungen:
    Baugruben zur Aufrechterhaltung der Vorflut sowie ggf. erforderliche Baugruben zum Linereinbau sind im Rahmen der Planung zu ermitteln, in der BB darzustellen und in LV-Positionen zu berücksichtigen.
- **DIN 18299 0.1.10:** Hydrologische Werte von Grundwasser [...]
  - Grundwasser:
    In der Ausschreibung ist der Bemessungswasserstand über Rohrsohle zur Ermittlung der Designwanddicke des Schlauchliners anzugeben (BB und LV). Zusätzlich zum Bemessungswasserstand sollte der tatsächlich vorhandene Grundwasserstand angegeben werden.

7 Sanierungsablauf

Informationen zum Sanierungsablauf bzw. zur Ausführung von vor Ort härtenden Schlauchliningmaßnahmen sind im DWA-Merkblatt 144-3 im Abschnitt 6 enthalten. In diesem Merkblatt werden die wesentlichen Punkte kurz dargestellt und ggf. zusätzliche Hinweise gegeben.

EXKLUSIV

7.1 Baustellenablaufplanung

Die wesentlichen Punkte für die Vorbereitung der Renovierungsmaßnahme sind:

- Startgespräch mit dem Bauherrn
- Überprüfung der aus der Planung gelieferten Daten durch Aufnehmen der zu sanierenden Leitung. Dabei werden alle notwendigen Daten wie z.B. Länge, Geometrie, Richtungsänderungen, Schadensbild und Hindernisse erfasst
- Ermittlung der zu bestellenden Wanddicke
- Schlauchbestellung: Altrohrinnendurchmesser und -schwankungen, Rohrlänge des zu renovierenden Altrohrs, statisch erforderliche Wanddicke des Schlauchs und Design sind mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf vor dem Einbau dem Hersteller aufzugeben, um die Konfektionierung rechtzeitig vornehmen zu können
- Bestellung weiterer benötigten Materialien (Hilfsmittel, Formteile, Manschetten etc.) anhand der aufgemessenen Werte
- Überprüfung der Anordnung und Größe der vorgesehenen Baugruben
- Erstellung eines Bauzeitenplanes und Abstimmung mit dem Bauherrn
- Erstellung eines Konzeptes zur Abflusslenkung
- Einholung der erforderlichen Genehmigungen
- Verteilen von Bürgerinformationen
- Überprüfung der ausreichenden Baufreiheit
- Eventuelle Vorkehrungen zur Temperierung der Materialien in Abhängigkeit der zu erwartenden Umgebungsbedingungen

Hinweis: Bei Feststellung von zur Planung abweichenden Daten ist der Auftraggeber umgehend zu informieren und ggf. das Sanierungskonzept anzupassen.

7.2 Vorbereitende Arbeiten

Vor Beginn der Arbeiten sind auf der Basis dieser Informationen die nachstehenden Vorleistungen zu erbringen:

7.2.1 Herstellen der Zugänglichkeit

Bei der Anwendung von Schlauchliningverfahren werden die Schlauchliner in der Regel über Schachtbauwerke eingebaut. Eventuell erforderliche Baugruben sind unter Berücksichtigung der gültigen Regelwerke herzustellen.
Der Platzbedarf zum Einbau der Schlauchliner richtet sich nach den unterschiedlichen Einbautechniken. Im Regelfall können Schlauchliner im Bereich nichtbegehbarer

Dimensionen (< DN 800) ohne bauliche Veränderung der Schachtbauwerke eingebaut werden. Bei größeren Dimensionen kann es verfahrens- bzw. örtlich bedingt erforderlich sein, am Einbau- bzw. Startschacht eine Baugrube zu erstellen oder den Schachtkonus abzunehmen.
Zudem kann es je nach Verfahrenstechnik notwendig sein, ein gerade durchlaufendes Gerinne im Schachtbauwerk zu erstellen.

7.2.2 Hindernisse / Hindernisfreiheit

Hindernisse, die eine durchgängige Rohrreinigung verhindern, beim Einstülpen (Inversieren) oder Einziehen des Schlauchliners zu Beschädigungen führen können oder die spätere Betriebssicherheit beeinträchtigen, sind durch geeignete optische Inspektion bzw. durch Begehung festzustellen und wenn erforderlich durch Roboter oder manuell zu entfernen.
Die Art und die Lage der Hindernisse sind in einem Inspektions- oder Begehungsprotokoll zu dokumentieren.
Hindernisse sind beispielsweise:

- Durchmesserreduzierungen, Durchmessererweiterungen
- Inkrustationen
- Querschnittreduzierende Ablagerungen
- einragende Hausanschlüsse, Dichtungen, Scherben, querende Leitungen
- Wurzeleinwüchse
- Einbauten, die in den Rohrquerschnitt einragen, wie z.B. Schieberrahmen, Leitern, Halterungen

7.2.3 Abflusslenkung (Aufrechterhaltung der Vorflut)

Vor Beginn der Arbeiten ist die Vorflut sicherzustellen. Das Eintreten von Abwässern aus dem oberhalb der Sanierungsstrecke befindlichen Abwassernetz sowie Rückstau aus dem unterhalb liegenden Netz in den zu renovierenden Rohrleitungsabschnitt ist durch geeignete Maßnahmen auszuschließen. Die Vorflut kann durch Umleitungen oder Überpumpen gewährleistet werden. Der Rückstau des Abwassers ist mit einem vom Auftraggeber genehmigten Vorflutkonzept zulässig.
Eine Abflusslenkung ist nicht zwingend für jede Anschlussleitung aufzubauen. Die Abflusslenkung aus Anschlussleitungen bei höherem Abwasseranfall und bei längeren Sanierungszeiten ist gemäß Vorgaben der Planung auszuführen.

7.2.4 Reinigung

Die Reinigungsverfahren sind so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung des schadhaften Kanals bzw. der Leitung vermieden wird. In der Praxis haben sich Wasserhochdruck- und hydromechanische Rohrreinigungsverfahren zur Entfernung von Inkrustationen, losen Ablagerungen etc. bewährt.

7.2.5 Optische Inspektion

Das Reinigungsergebnis sowie die weiteren durchgeführten Vorarbeiten sind durch eine optische Inspektion bzw. Begehung zu kontrollieren und zu dokumentieren.
Sollte es in der Vorbereitungsphase notwendig gewesen sein, Hindernisse zu beseitigen, sind – soweit noch nicht durchgeführt – die Ergebnisse dieser Arbeit ebenfalls zu dokumentieren.

7.2.6 Vorabdichtung

Eindringendes Grundwasser ist entsprechend der Einbauvorgaben der Schlauchhersteller zu verhindern. Das Harzsystem kann im Allgemeinen durch die Verwendung von Außenfolien vor eindringendem Grundwasser geschützt werden. Bei stark infiltrierendem Grundwasser ist ggf. eine Vorabdichtung z.B. mittels Injektion notwendig.

7.2.7 Kontrollmessung / Kalibrierung

Die Vorgaben des Auftraggebers zur Nennweite und zum Umfang des Altkanals sind vom Auftragnehmer zu überprüfen. Dies erfolgt mindestens durch Kontrollmessungen in den Schächten. Je nach den örtlichen Randbedingungen kann eine haltungsweise Kalibrierung notwendig werden, vgl. Kapitel 6.4. Die aus der Kontrollmessung oder Kalibrierung ermittelten Umfangswerte des Altrohres sind für die Fertigung des Schlauchliners maßgebend.

7.2.8 Einmessen der Anschlüsse

Die Seitenanschlüsse sind nach Station und Lage einzumessen und zu dokumentieren. Hier ist dasselbe Gerät zu verwenden, das auch zum nachträglichen Öffnen eingesetzt wird. Wenn möglich sollte das Einmessen und Öffnen der Anschlüsse durch dasselbe Personal erfolgen.

7.3 Installation des Schlauchliners

Die Anforderungen an die Anlagentechnik und Bauausführung sind den Kapiteln 5.2 und 5.3 zu entnehmen. Im Folgenden wird der Ablauf einer Schlauchliner-Installation in ihren Grundzügen dargestellt.

7.3.1 Imprägnierung des Liners

Die Dosierung und Mischung der Harzkomponenten sowie die Imprägnierung des Liners mit dem Harzsystem erfolgt im Werk oder vor Ort.

7.3.2 Einbauvorgang

Die Schlauchliner können auf verschiedene Arten eingebaut werden:

- Inversion (Einkrempeln / Umstülpen)
- Einziehen
- Kombination von Einziehen und Inversion

Als Inversions- bzw. Aufstellmedium werden wahlweise Wasser oder Luft verwendet. Der Einbau hat materialschonend unter Anwendung der jeweiligen Verfahrensbeschreibung des Herstellers zu erfolgen. Werden Schläuche per Kran zur Einbaustelle zwischengehoben, ist ein den Liner schädigendes Einschnüren des Schlauches nicht zulässig.

Zum Einbau großer bzw. schwerer Liner (ab ca. DN 800) ist der Einsatz von Förderbändern oder Förderhilfen zu empfehlen.

7.3.2.1 Inversion

Beim Inversionsverfahren wird der Liner unter Berücksichtigung der jeweiligen Einbaubedingungen und Einbauvorschriften unter Druck eingekrempelt (vgl. ***Bild 6 a, b***).

Bei den Inversionsverfahren ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Einbaubedingungen und Einbauvorschriften der zum Einkrempeln benötigte Druck aufrechtzuerhalten, damit jegliche Beulung nach innen, die durch Grundwasserdruck oder den Druck des Abwassers in den Anschlusskanälen verursacht werden kann, vermieden wird und der Liner eingekrempelt werden kann.

7.3.2.2 Einziehen

Beim Einziehverfahren wird der Schlauch mittels Seilverbindung und Winde in die Leitung eingezogen und anschließend mit Druckluft aufgestellt (vgl. ***Bild 6 c, d***). Bei den Einziehverfahren ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Einbaubedingungen und Einbauvorschriften die zulässige Zugkraft nicht zu überschreiten. Die eingesetzten Winden müssen den Vorgaben in Kapitel 5.2.2 entsprechen. Eine Beschädigung der Außenfolien des Schlauchliners ist unbedingt zu vermeiden, z.B. durch die Verwendung von separaten oder am Liner integrierten Gleitfolien.

7.3.2.3 Kombination von Einziehen und Inversion

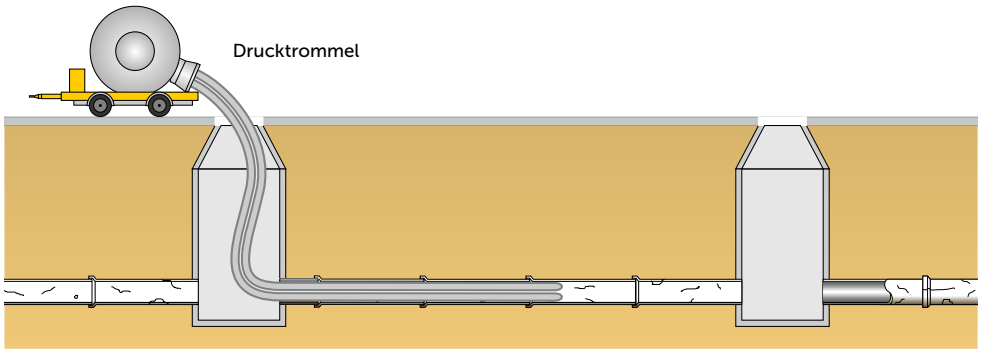
Beim kombinierten Verfahren wird zunächst ein Schlauch in die zu renovierende Leitung eingezogen und im Anschluss ein zweiter Schlauch in den eingezogenen inversiert.
Die einzelnen Arbeitsgänge erfolgen gemäß den obigen Beschreibungen.

7.3.3 Härtung

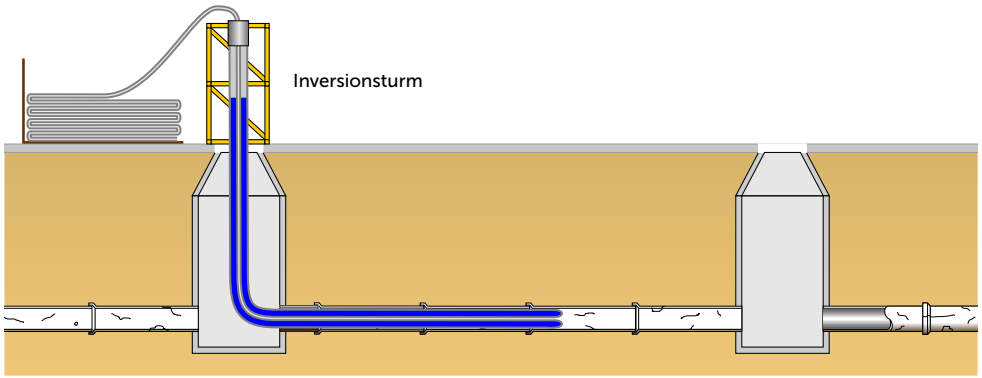
Die Härtung erfolgt entweder durch

- Warmhärtung,
- UV-Lichthärtung oder
- Kombinationshärtung (UV-Lichthärtung und Warmhärtung).

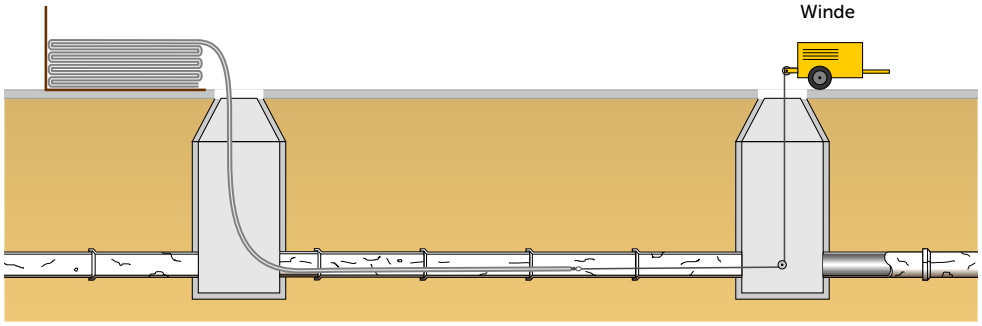
EP-Harzsysteme härten prinzipiell unter Umgebungstemperatur. Die Reaktion muss jedoch durch Wärmezugabe kontrolliert und beschleunigt werden.
Während der gesamten Härtungsphase sind die Prozessparameter zu dokumentieren und müssen den Vorgaben aus der Verfahrensbeschreibung entsprechen. Die Anforderungen zur Härtung sind Kapitel 5.2.3 zu entnehmen.
Bei Harzsystemen mit einem signifikanten Schrumpf (UP, VE) sind bei Synthesefaserlinern evtl. Entlastungsschnitte erforderlich. Diese sind nach Abklingen des Schrumpfs dauerhaft und wasserdicht zu verschließen.



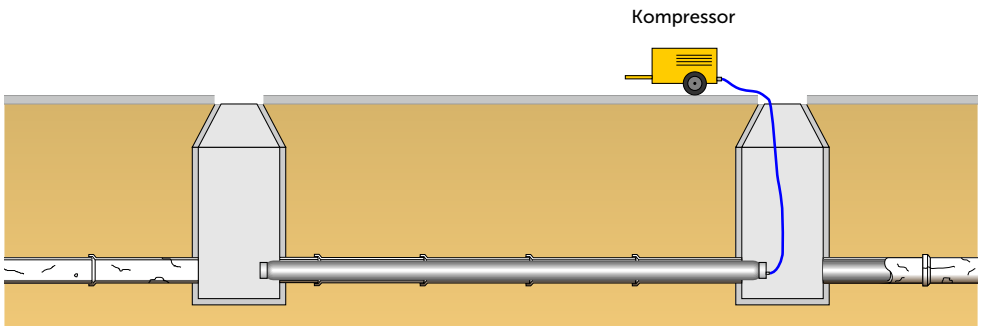
a) Inversion mittels Druckluft



b) Inversion mittels Wasser



c) Einziehen mittels Seilwinde



d) Aufstellen des eingezogenen Schlauchliners mittels Druckluft

***Bild 6**: Schematische Darstellung der Einbauverfahren*

7.4 Nacharbeiten

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten ist der Liner im Schachtbereich abzutrennen, und die Anschlussleitungen sind vollständig zu öffnen. Die Anbindung erfolgt gemäß den Anforderungen der Verfahrensbeschreibung (vgl. Kapitel 4).

> **Hinweis:** Projektabhängig ist es möglich, dass die Anbindungen im Rahmen von nachfolgenden Anschluss- und Schachtsanierungsprojekten durchgeführt werden.

8 Qualitätsprüfung des Endproduktes

8.1 Dichtheitsprüfung

Der sanierte Kanal muss gemäß DIN EN 752 dicht sein. Die Dichtheitsprüfung hat nach dem Stand der Technik zu erfolgen und wird entweder mit Luft oder Wasser durchgeführt. Mindestens ist der Schlauchliner nach der Härtung und vor dem Öffnen der Anschlüsse zu überprüfen.

Die Dichtheitsprüfung erfolgt gemäß den Festlegungen der DIN EN 1610 oder des DWA-A 139. Die Prüfung mittels Luftunterdruck ist gemäß DWA-A 139 zugelassen und insbesondere bei großen Rohrdurchmessern aus Arbeitssicherheitsgründen vorzuziehen. Die Prüfbedingungen für Luftunterdruck sind in dem DWA-A 139: 2009 enthalten und für die Unterdruckprüfung anzuwenden (***Tabelle 6***). Die Vorgaben gelten nur für Prüfobjekte, die sich vollständig oberhalb des Grundwasserspiegels befinden.

EXKLUSIV

__Tabelle 6__: Bedingungen für die Dichtheitsprüfung mit Luftunterdruck [in Anlehnung an DWA-A 139:2009]

Prüfverfahren (alle Rohrwerkstoffe)		p_0	max. Δp	Prüfzeit in Minuten [min]											
				Rohrdurchmesser DN [mm]											
		in kPa		800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1500	1600	1700	1800
Unterdruck	LE_U	-10	1,1	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21,0	22,5	22,5	24,0	25,5	27,0
	LF_U	-20	1,1	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	15,0	16,0	17,0	18,0
p_0 ist bezogen auf den Atmosphärendruck 1 kPa = 10 mbar = 0,1 m Wassersäule *LE_U - Prüfverfahren Unterdruck, Ersatz für Prüfverfahren LC nach DIN EN 1610* *LF_U - Prüfverfahren Unterdruck, Ersatz für Prüfverfahren LD nach DIN EN 1610*															
Berechnung von Prüfzeiten (t) für andere Nennweiten (DN): *Verfahren LE_U: t=0,015 • DN [min] Verfahren LF_U: t=0,01 • DN [min] Runden auf nähere halbe Minute*															

Außerdem ist an einer Baustellenprobe die reine Laminatdichtheit (ohne Innen- und / oder Außenfolie, sofern diese keine permanenten Folien sind) nachzuweisen.
Beide Prüfungen müssen unabhängig voneinander bestanden werden.

8.2 Optische Inspektion

Nach Fertigstellung sämtlicher Arbeiten am Schlauchliner erfolgt eine optische Inspektion. Art und Umfang der Dokumentation sind vom Auftraggeber vorzugeben. Die Inspektion begehbarer Kanäle und Schächte kann durch direkte Inaugenscheinnahme erfolgen. Das Ergebnis ist schriftlich und durch Fotos zu dokumentieren.
Ein Merkmal von vor Ort härtenden Schlauchlinern ist, dass sie formschlüssig an der vorhandenen Altleitung anliegen. Am Rückschnitt des Schlauchliners im Schachtbereich kann der entstandene Ringspalt optisch kontrolliert werden. Liegen größere Ringspalte vor, als in der Linerstatik angenommen, so sind diese zu vermessen und statisch zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6.7).
Bedingt durch den Zustand der Altleitung oder besonderen Randbedingungen kann es vereinzelt zu Faltenbildungen kommen. Als besondere Randbedingungen gelten z.B.

- eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten
- Bögen im Leitungsverlauf
- Rohrversätze
- Schwankungen des Altrohrdurchmessers

Die Regelwerke für das vor Ort härtende Schlauchlining DIN EN ISO 11296-4, DWA-A 143-3 bzw. DWA-M 144-3, definieren unterschiedliche Grenzwerte für die Ausbildung von Falten bzw. Oberflächenunregelmäßigkeiten. Faltenbildungen bzw. Oberflächenunregelmäßigkeiten, die innerhalb dieser Grenzwerte liegen, stellen keinen Mangel dar. Sie führen zu keiner Einschränkung hinsichtlich der Betriebseignung, Standsicherheit oder Dichtheit des sanierten Systems. Bei Faltenbildungen bzw. Oberflächenunregelmäßigkeiten, die größer als die zulässigen Grenzwerte sind, muss eine Einzelfallbewertung durchgeführt werden. Die Anlage 11.4 gibt hierzu Hinweise.

Nachfolgend werden die Definitionen der Regelwerke aufgeführt und kommentiert.

DIN EN ISO 11296-4, Kap. 8.2

- **in geraden Strecken**

  Oberflächenunregelmäßigkeiten ≤ 2 % vom Nenndurchmesser des Altrohres oder 6 mm. Es gilt der größere Wert.

- **in Bögen**

  keine konkreten Angaben

Eiprofile werden nicht gesondert berücksichtigt. Für Leitungsverläufe mit Bögen wird darauf hingewiesen, dass Falten im Allgemeinen auftreten werden.

DWA-A 143-3, Kap. 4.2.4

- **in geraden Strecken und Bögen mit Radius > 10 x DN**

  Falten ≤ 2 % des Nenndurchmessers bzw. bei Eiprofilen des kleineren Durchmessers oder 6 mm. Es gilt der größere Wert.

- **in Bögen mit einem Radius von 5 x DN ≤ R_{Bogen} ≤ 10 x DN**
  Kreisprofile: Falten ≤ 3 % des Nenndurchmessers oder 20 mm. Es gilt der größere Wert.
  Eiprofile: Falten ≤ 3% des hydraulischen Ersatzkreises oder 20 mm. Es gilt bis DN 600 (hydraulischer Ersatzkreis) der kleinere Wert und > DN 600 (hydraulischer Ersatzkreis) der größere Wert.

- **in Bögen mit einem Radius R_{Bogen} < 5 x DN**
  Die Grenzen sind gesondert festzulegen.

Die zulässigen Grenzwerte für Eiprofile in geraden Strecken werden auf den kleineren Durchmesser (Scheitelkreis) bezogen ermittelt. Das führt zu einer besseren Bewertung der Kreisprofile im Vergleich zu Eiprofilen mit ähnlichem Ersatzkreisdurchmesser. Der hydraulische Ersatzkreis bezeichnet den Ersatzdurchmesser auf Basis des Eiprofilumfanges. Die abschließende Bedingung für Eiprofile mit Durchmessern ≤ DN 600 (hydraulischer Ersatzkreis) in Strecken mit Bögen („Es gilt der kleinere Wert.“) führen zu unverhältnismäßig besseren Bewertungen der Kreisprofile im Vergleich zu Eiprofilen mit ähnlichem Ersatzkreisdurchmesser.

DWA-M 144-3, Kap. 7.1.3

- **in geraden Strecken und Bögen mit Radius > 10 x DN**
  Falten ≤ 2 % des Nenndurchmessers bzw. bei Eiprofilen des kleineren Durchmessers oder 6 mm. Es gilt der größere Wert.

- **in Bögen mit einem Radius von 5 x DN ≤ R_{Bogen} ≤ 10 x DN**
  Kreisprofile: Falten ≤ 3 % des Nenndurchmessers oder 20 mm. Es gilt der kleinere Wert.
  Eiprofile: Falten ≤ 3 % des hydraulischen Ersatzkreises oder 20 mm. Es gilt der kleinere Wert.

Die zulässigen Grenzwerte für Eiprofile in geraden Strecken werden auf den kleineren Durchmesser (Scheitelkreis) bezogen ermittelt. Das führt zu einer besseren Bewertung der Kreisprofile im Vergleich zu Eiprofilen mit ähnlichem Ersatzkreisdurchmesser. Der hydraulische Ersatzkreis bezeichnet den Ersatzdurchmesser auf Basis des Eiprofilumfanges. Die abschließende Bedingung für Strecken mit Bögen („Es gilt der kleinere Wert.“), ist nicht praxistauglich. Sie führt dazu, dass ab einem Durchmesser bzw. Ersatzdurchmesser von DN 1000 die zulässigen Faltenhöhen auf max. 20 mm begrenzt werden. In Dimensionen > DN 1000 sind demnach in geraden Strecken höhere Grenzwerte zulässig als in Strecken mit Bögen.

Empfehlung RSV 1.1

Die unterschiedlichen Formulierungen und Wichtungen der Regelwerke führen zu teilweise stark voneinander abweichenden Grenzwerten.

Es wird empfohlen, die Vorgaben der DIN EN ISO 11296-4 anzuwenden. Für Ei- und Sonderprofile ist der Ersatzkreisdurchmesser zu verwenden.

Die Flexibilität und Bogengängigkeit der vor Ort härtenden Schlauchliner stellen einen wesentlichen Verfahrensvorteil dieser Technologie dar. Die Ausbildung von Falten in Bögen ist von vielen Faktoren, wie z.B. Rohrgeometrie, Bogenform, Linerwanddicke usw. abhängig. Vorhersagen zu Form, Lage und Ausprägung der Falten in Bögen sind daher nicht möglich.

8.3 Materialprüfung an Probestücken

8.3.1 Entnahme von Materialproben

Zur Beurteilung des erreichten Härtegrades und der erzielten Schlauchlinerkenndaten wird von jedem Härtungsvorgang in Gegenwart des Auftraggebers bzw. eines von ihm Beauftragten ein entsprechendes Probestück aus dem ausgehärteten Schlauchliner entnommen.
Die Probengröße beträgt gemäß DWA-A 143-3 mindestens:

- 20 x Wanddicke in Umfangsrichtung
- 35 cm in Längsrichtung

Wird eine Kriechneigungsprüfung beauftragt, muss die Länge insgesamt mindestens 40 cm betragen. Eine Teilung der Probe ist möglich. Mindestgröße der Einzelsegmente: 50 mm Breite und 20 x Wanddicke in Umfangsrichtung. Für Scheiteldruckversuche muss ein Kreisringabschnitt von mindestens 40 cm Länge entnommen werden.

Die Probeentnahmestelle ist mit dem Auftraggeber im Vorfeld festzulegen. Bei nicht-begehbaren Kanälen wird die Probe im Regelfall aus dem Schachtbereich (durch Einsatz einer geeigneten, kanalsimulierenden Stützung) entnommen.

Ist keine ausreichende Stützung im Probenentnahmebereich gewährleistet, beispielsweise durch unzureichende Platzverhältnisse, so führt dies zu nicht repräsentativen Proben.

Ein Zwischenschacht ist zur Probenentnahme am besten geeignet, da dieser frei von Einbau-, Aufstell- und / oder Härtetechnik ist. Eine Probenentnahme aus dem Start- oder Zielschacht kann begrenzt repräsentativ sein.

Bei größeren Dimensionen, abweichenden Kanalgeometrien (z.B. Eiprofilen) oder einer nicht möglichen repräsentativen Probenentnahme aus dem Schacht, kann die Probe aus der Haltung entnommen werden. Die gilt ebenso für eventuell notwendige Zweitbeprobungen. Die Entnahmestellen in der Haltung müssen dauerhaft, wasserdicht und in Linerwanddicke verschlossen werden.

Zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer sind außerdem Festlegungen zu treffen, wie:

- Zeit und Ort der Probenentnahme
- gegebenenfalls über den Verschluss der Probenentnahmestelle

Beprobungen aus UV-gehärteten Schlauchlinern müssen umgehend nach der Entnahme beschriftet und lichtundurchlässig verpackt werden, damit eine Nachhärtung vermieden wird.
Die Materialprobe wird wie folgt beschriftet:

- Baustellenbezeichnung
- Datum der Probenentnahme
- Schachtnummer
- Haltungsnummer
- Unterschrift des Auftraggeber- und des Auftragnehmervertreters

Die entnommene Probe gilt für den jeweiligen Einbauabschnitt als repräsentativ, sofern der Auftragnehmer keine Bedenken mitteilt. Nach gemeinsamer Kennzeichnung wird die Probe vom Auftraggeber bis zur Übergabe an ein akkreditiertes Prüfinstitut in Verwahrung genommen. Der Probenbegleitschein wird vor Ort nach Entnahme des Probestücks vom Bauherrn und ausführender Firma gemeinsam ausgefüllt (vgl. Kapitel 11.3). Die durchzuführenden Prüfungen sind hier anzukreuzen und zu beauftragen. Die Richtigkeit der Daten wird nach gemeinsamer Prüfung durch die Unterschrift beider Vertragsparteien bestätigt. Das Original des Probenbegleitscheins verbleibt beim Auftraggeber. Die ausführende Firma erhält eine Kopie. Eine weitere Kopie des Originals wird mit der Probe dem Prüfinstitut zugesandt.

8.3.2 Prüfung einer repräsentativen Probe

An der Probe sind die im Anhang 11.5, Position 3 aufgeführten Prüfungen durchzuführen. Ein Ablaufdiagramm zur Standardprüfung befindet sich im Anhang 11.2. Hin weise zur Durchführung der Materialprüfung liefert das Arbeitsblatt DWA-A 143-3. Die Ergebnisse der Materialprüfung sind mit den systemspezifischen Kennwerten gemäß abZ zu vergleichen.

> **Hinweis:** Bei in der abZ aufgeführten Kennwerten handelt es sich um Quantilwerte. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Kennwerte werden zur Berücksichtigung von Herstellungstoleranzen abgemindert. Für vor Ort hergestellte Produkte (Baustellenbedingungen) empfiehlt sich in Anlehnung an die DIN 18820 ein Quantilfaktor von 0,8. Dieser wird in vielen vorliegenden abZ angewendet.

> **Regulierungslücke:** Das DWA-M 144-3 liefert Vorgaben zur Bewertung der Prüfergebnisse. Das Merkblatt fordert bei Abweichungen des Kurzzeit-E-Moduls und der Biegespannung, die außerhalb eines Rahmens von -10 % bis +20 % gegenüber den in der Eignungsprüfung ermittelten Kennwerten liegen, Zusatzprüfungen vorzunehmen. Diese Forderung steht im Widerspruch zur abZ. Die in der abZ angegebenen Kennwerte sind Mindestwerte. Unterschreitungen der Kennwerte aus der abZ sind im Einzelfall zu bewerten. Überschreitungen der Mindestwerte aus der abZ von ca. +50 % sind systemabhängig typisch. Zusatzprüfungen sind nicht erforderlich.

Entgegen den Vorgaben des DWA-A 143-3, aber in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 11296-4, ist das Abschleifen von überschüssigem Harz auf der Rückseite der Prüfkörper zulässig. Ein rechnerisches Abziehen von Überschussharzdicken ist

nicht zulässig, da dies zu einer Überbewertung der Materialkennwerte der Probe führt. Bei Unterschreitung der in der Eignungsprüfung vorgegebenen mechanischen Materialkennwerte ist eine Überprüfung der Härtung möglich. Bei EP-Harzlaminaten erfolgt dies über die Bestimmung der Glasübergangstemperaturen mittels DSC-Analyse (gemäß DWA-A 143-3). Bei UP- und VE-Harzlaminaten wird ein Restmonomerengehalt mittels Gaschromatographie (gemäß DWA-A 143-3) ermittelt. Die Glasübergangstemperaturen bei EP-Harzen sind Bestandteil der abZ. Der Restmonomerengehalt ist derzeit nicht Bestandteil der abZ.

Regulierungslücke: Das DWA-M 144-3: 2012 gibt einen Grenzwert von 4 % Reststyrolgehalt bezogen auf das Gesamtlaminat an. Die Grenzwertvorgabe des DWA-Merkblattes ist nicht hinsichtlich der Eignungsprüfungen im Rahmen der abZ abgesichert und muss neu bewertet werden. Der Grenzwert ist zu hoch und die vor Ort härtenden Schlauchverfahren weisen in der modernen Sanierungspraxis durchaus geringere Reststyrolgehalte auf. Eine neue Festlegung des Grenzwertes für die Sanierung mit vor Ort härtenden Schlauchlinern wird derzeit in der Praxis diskutiert und seitens des RSV bearbeitet.

Hinweise für Prüflabore: Bei Vermutungen überhöhter Reststyrolgehalte (Geruch, Konsistenz im Außenlaminat) hat das Prüflabor seinen AG zu informieren und ggf. eine Prüfung des Reststyrolgehaltes zu empfehlen. Bei Vermutung einer Unterhärtung bei EP-Harzlaminaten hat das Prüflabor seinen AG zu informieren und ggf. eine DSC-Analyse gemäß DWA-A 143-3 zu empfehlen.

Zur Bewertung des Langzeitverhaltens des Laminates kann die 24h-Kriechneigung herangezogen werden. Ist die ermittelte Kriechneigung kleiner oder gleich des im Eignungsnachweis (bzw. in der abZ) angegebenen Wertes, so kann der Abminderungsfaktor A1 zur Berechnung der Langzeitkennwerte für eine statische Neuberechnung unter Anwendung der ermittelten Materialkennwerte (Ist-Werte) herangezogen werden.

Regulierungslücke: Die genannte Formel zur 24h-Kriechneigung im DWA-A 143-3: 2014 zur Bestimmung der Auflagerkraft ist nur anwendbar, wenn sich die Verformung im linear-elastischen Bereich befindet. Die Auflagerkraft ist so hoch zu wählen, dass sie mindestens 20 % des bei der Eignungsprüfung ermittelten Quantilwertes der Biegespannung entspricht.

8.4 Überwachung der eingesetzten Prüfmittel

Alle Prüfmittel, die dem dokumentierten Nachweis der Qualität der renovierten Rohrleitung dienen, müssen einer regelmäßigen Überprüfung mit Kalibriernormalen oder zertifizierten Referenzmessgeräten unterzogen werden. Hierzu gehören insbesondere Geräte für die Druck-, Temperatur- und Kraftmessung.
Durchführung (Art und Umfang) und Ergebnis der Überprüfungen müssen ebenso wie die Fälligkeit der nächsten Überwachung dokumentiert werden.
Hierfür ist es erforderlich, dass die Messgeräte mit Geräte- bzw. Inventarnummern versehen sind. Es dürfen nur überprüfte Messgeräte verwendet werden. Die Messgeräte-

nummer ist auf den jeweiligen Protokollen zu vermerken oder die Geräte zu kennzeichnen. Die vorgenannten Festlegungen gelten sinngemäß auch für Messgeräte, die fest in Arbeitsgeräte integriert sind und nur im Verbund mit diesen geprüft werden können.

9 Betrieb der renovierten Leitung

Zugelassene Schlauchliner haben den Nachweis zur Beständigkeit gegenüber Hochdruckspülung (gemäß DIN 19523) und mechanischen Abrieb (gemäß DIN EN 295-3) erbracht. Diese Nachweise erfolgen unter Simulation eines 50-jährigen Betriebes.
Die besonderen Anforderungen im Betrieb von Rohrleitungen, die mittels vor Ort härtendem Schlauchlining saniert wurden, müssen im Betriebs- und Unterhaltsplan nach DIN EN 752 berücksichtigt werden. Insbesondere bei Reinigung und optischer Inspektion von sanierten Leitungen sind die spezifischen Bedingungen für Schlauchliner zu beachten. Hierfür ist eine gute Dokumentation des Bestands und entsprechende Kennzeichnung im Kataster wesentlich.
Das Personal muss im Umgang mit Schlauchlinern eingewiesen sein.

9.1 Reinigung der renovierten Leitung

EXKLUSIV

Zur Reinigung von Schlauchlinern sind ausschließlich Hochdruckreinigung bzw. kombinierte Hochdruckreinigung oder die Schwallspülung anzuwenden (siehe DIN EN 14654-1). Aufgrund der geringen hydraulischen Rauheit der Schlauchliner sind niedrige Spülstrahlleistungsdichten zur Reinigung ausreichend.

Das RSV-Merkblatt 12.1 „Reinigung von renovierten Rohrleitungen – Übertragung der DIN 19523 in die Praxis" liefert konkrete Hinweise zur Hochdruckreinigung und gibt beispielhaft Spüldrücke bei Anwendung gängiger Spüldüsen vor.

Bei der Hochdruckreinigung sind die Düse sowie die Spülparameter so zu wählen,

- dass der Wirkungsgrad zur Entfernung der Ablagerungen (Räumgut) auf ein Maximum erhöht wird,
- dass das Risiko von Beschädigungen an der sanierten Leitung auf ein Minimum reduziert wird und
- wie es für die Beschaffenheit der zu entfernenden Ablagerungen angemessen ist.

Es sollte mit so wenig Druck wie möglich gereinigt werden.
Es ist vom Einsatz von mechanischen Geräten zur Reinigung, wie z.B. Kettenschleuder, mechanischer Wurzelschneider, Kratzer usw. in mittels Schlauchlining sanierten Leitungen abzusehen. Derartige Geräte können die Nutzungsdauer von Schlauchlinern erheblich reduzieren (Zerstörung der schützenden Reinharzschicht oder der Innenfolie). Auch eine weitgehende Beschädigung des Schlauchliners ist möglich.

9.2 Einsatz von Roboter- und Kamerasystemen

Beim Einsatz von Roboter- und Kamerasystemen zur optischen Inspektion, nachträglichen Anbindung von Anschlussleitungen oder bei Reparaturen ist darauf zu achten, dass die eingesetzten Geräte keine Beschädigungen am Schlauchliner verursachen. Die Fahrzeuge müssen mit Antriebsrädern ausgestattet sein, die die Lineroberfläche nicht verletzen. Der Einsatz von spitzen oder sehr rauen Radoberflächen (z.B. Granulatbeschichtungen), um die Reibung der Räder zu verbessern, ist nicht zulässig.

10 Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer

In Hinblick auf Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, speziell im Vergleich mit weiteren Sanierungsarten, ist die Betrachtung der Nutzungsdauer des Systems eine relevante Einflussgröße. Der Ansatz der Nutzungsdauer geht in technische Betrachtungen (technische Nutzungsdauer), Kostenvergleichsrechnungen und abschreibungsrelevante Betrachtungen ein. Für diese Betrachtungsbereiche können unterschiedliche Nutzungsdauern zum Ansatz kommen.

10.1 Nutzungsdauer

Für Schlauchliner im Abwasserbereich liegen Erfahrungen aus ca. 35 Jahren bei Glasfaserlinern und nahezu 50 Jahren bei Nadelfilzlinern vor. Unter der Voraussetzung, dass bei der Ausführung die Anforderungen an Material, Technik, Bauausführung und Qualitätsüberwachung eingehalten werden, sind technische Nutzungsdauern von mindestens 50 Jahren anzusetzen. Grund hierfür sind zunächst, die in den einschlägigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen / allgemeinen Bauartgenehmigungen (abZ / aB; DIBt-Zulassung) etablierten Eignungsnachweise, die hinsichtlich der relevanten Abminderungsfaktoren auf diesen Zeithorizont ausgelegt sind.
Analysen an vor über 40 Jahren verbauten Nadelfilzlinern haben kaum Alterungserscheinungen gezeigt und die Materialkennwerte entsprechen nahezu ihren Ausgangswerten. Die positiven Erfahrungen lassen erkennen, dass die 50 Jahre technische Nutzungsdauer, mit der in der Bemessungsgrundlage DWA-A 143-2 zugrunde gelegten Langzeitbetrachtung, eher ein konservativer Ansatz sind. Dies ergibt sich u.a. daraus, dass die in der Standsicherheitsberechnung angenommenen dauerhaft bestehenden Lastfälle (im wesentlichen GW-Druck) häufig nicht permanent auf die Liner einwirken.

Die heute vorliegenden Erfahrungen weisen darauf hin, dass Schlauchlinersysteme höhere technische Nutzungsdauern als 50 Jahre erwarten lassen – unter der Voraussetzung der fachgerechten Vor-Ort-Herstellung im jeweiligen Altrohr.

EXKLUSIV

10.2 Kostenvergleichsrechnung

Eine Kostenvergleichsrechnung wird zur Bewertung mehrerer Sanierungsmöglichkeiten untereinander durchgeführt. Ist eine Renovierung mittels Schlauchlining technisch möglich, so ist eine Kostenvergleichsrechnung gegenüber Erneuerung im Standardfall nicht

erforderlich, da der Kostenvorteil des Schlauchlinings dominiert. Bei der Sanierungsplanung begehbarer Abwasserkanäle auf längeren Strecken und / oder besonderen planerischen Anforderungen an Statik, Hydraulik oder sonstiges kann eine Untersuchung von Alternativen und Varianten im Zuge einer Bedarfsplanung wirtschaftlich sinnvoll sein.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird über eine dynamische Kostenvergleichsrechnung (KVR-Leitlinien, DWA 2012) auf dem Prinzip der Kostenbarwerte durchgeführt. Die dynamische Kostenvergleichsrechnung berücksichtigt mögliche unterschiedliche Nutzungsdauern der vorher ausgewählten technischen Ausführungsmöglichkeiten und Materialien und geht damit deutlich über den einfachen Vergleich unterschiedlicher direkter Kosten hinaus. Bei der wirtschaftlichen Bewertung ist die gewählte bzw. erwartete Nutzungsdauer von entscheidender Bedeutung. Der Betrachtungszeitraum ist abhängig vom Interesse des Kostenträgers (Abschreibung, Nutzungsdauer).

Bei der Kostenvergleichsrechnung wird das Verfahren hinsichtlich des zu erwartenden Projektkostenbarwertes (PKB) untersucht.

$$PKB = IK+RIK\cdot\sum DFAKE\ (ZS,ND)$$

Die wesentlichen Fachbegriffe für die Berechnungsformel sind:

Diskontierungs-faktor Einzelzahlung (DFAKE)	Auch Abzinsungsfaktor genannt, welcher durch Multiplikation mit dem Barwert einer am Ende des n-ten Jahres nach dem Bezugszeitpunkt anfallenden Kostengröße für eine Einzelzahlung ermittelt wird. Der Faktor wird einer Tabelle der KVR-Leitlinie entnommen.
Investitionskosten (IK)	Die IK sind die zum Betrachtungszeitraum erforderlichen Kosten zur einmaligen Realisierung der Maßnahme.
Reinvestitionskosten (RIK)	Die RIK sind die zum Betrachtungszeitraum erforderlichen Kosten zur Wiederholung der Realisierung derselben bzw. abhängiger Maßnahmen.
Betriebskosten (BK)	Betriebskosten sind Kosten, welche aus der Maßnahme für den laufenden Betrieb und den Unterhalt resultieren.
Nutzungsdauer (ND)	Die Nutzungsdauer ist der Zeitraum, in welchem die Maßnahme ihren Nutzen erfüllt bzw. nach deren Ablauf die Maßnahme wiederholt oder eine weitere Ersatzmaßnahme durchgeführt werden muss. Die technische Nutzungsdauer für das Schlauchlining wird mit 50 Jahren angesetzt.
Zinssatz (ZS)	Über den Zinssatz werden die jährlich anfallenden echten oder auch kalkulatorischen Zinsen auf den Anlagenwert – entspricht IK – berechnet.
Projektkostenbarwert (PKB)	Mit dem Projektkostenbarwert werden im Rahmen der dynamischen Kostenvergleichsrechnung alle Zahlungen auf einen Bezugszeitpunkt diskontiert und ermöglicht somit eine Bewertung unterschiedlicher Zahlungszeitpunkte.

Anmerkungen zur Berechnung

Bei der Berechnung können Restwerte entstehen, wenn der Untersuchungszeitraum kein Vielfaches der technischen Nutzungsdauern der zu untersuchenden Sanierungsvarianten darstellt. Der zu betrachtende Zeitraum liegt allgemein nicht über 120 Jahre. Restwerte werden nicht verrechnet, um die geforderte Nutzengleichheit zu gewährleisten.
Bei der Berechnung wird i.d.R. die Inflation nicht mit einbezogen. Die Betriebskosten bleiben unberücksichtigt, da die Betriebskosten i.d.R. für Renovierung und Erneuerung nicht unterschiedlich angesetzt werden. Auch wenn die Nutzungsdauer der Anschlussanbindungstechniken geringer ist, ist dies nicht relevant, da für die Abschreibung die Nutzungsdauer der Renovierung angesetzt wird. Indirekte Kosten, als Vorteile von grabenlosen Verfahren wie die geringere Verkehrs- und Anliegerbeeinträchtigung sowie Bauzeit sind gesondert zu bewerten.
Für eine Verifizierung der Berechnungsergebnisse ist eine Sensitivitätsuntersuchung mit Variierung des Zinssatzes (1 %, 3 % und 5 %) durchzuführen.

10.3 Haushaltsrechtliche Einordnung (Abschreibung)

Bei Schlauchlining-Systemen handelt es sich um Verfahren zur Modernisierung bestehender Abwasseranlagen. Diese kommen regelmäßig einer „grundhaften Erneuerung" im Sinne der Anforderungen des § 60 WHG gleich. Bei sachgerechter Planung und Ausführung werden die Leistungsanforderungen der DIN EN 752 und der weiteren einschlägigen Normen und Regelwerke auf Basis der „allgemein anerkannten Regeln der Technik" berücksichtigt. Diese umfassen unter anderem Aspekte der hydraulischen Leistungsfähigkeit, der Standsicherheit (im Verbund mit dem Altrohr) und der Anforderungen an die Dichtheit.
Die Dichtheitsanforderungen an Abwasserleitungen und -kanäle haben sich mit der Einführung der DIN EN 1610 deutlich erhöht. Damit ist der Modernisierungssachverhalt (Verbesserung, nicht Wiederherstellung) bereits grundsätzlich gegeben.
Im haushaltsrechtlichen Sinne handelt es sich – in Abhängigkeit der jeweiligen Festlegungen der Kommunalabgabengesetze (KAG) der einzelnen Bundesländer – bundeslandübergreifend verbreitet um Investitionen. Die Renovierungsmaßnahmen mit Schlauchliningverfahren können grundsätzlich als „investive Maßnahmen" betrachtet werden, für die eine sachgerechte Abschreibungsdauer als Basis für die Gebührenkalkulation festzusetzen ist.
Die verwaltungsinterne Festsetzung der Abschreibungsdauer für diese Verfahren sollte entsprechend der haushaltsrechtlichen Grundsätze des Neuen Kommunalen Haushaltsrechtes (NKHR) eine hohe Korrelation zu der zu erwartenden durchschnittlichen, technischen Nutzungsdauer aufweisen. Durch das zwischenzeitlich nahezu in allen deutschen Kommunen eingeführte NKHR wird auf die Wertigkeit durchgeführter Maßnahmen ein neues und besonderes Augenmerk gelegt. Nicht mehr der möglichst geringe Mitteleinsatz (billig) ist entscheidend, vielmehr ist der bestmögliche Output (Ergebnis) im Sinne der Nachhaltigkeit der haushaltsrechtliche Kern des öffentlichen Interesses. Insofern scheinen Abschreibungsdauern von 50 Jahren grundsätzlich gerechtfertigt. Hierbei sind die notwendigen Qualitätsvoraussetzungen in der Planung und Bauausführung sicherzustellen.

Insofern gilt es, eine sachgerechte Planung gemäß DWA-A 143-21 und eine Maßnahmenrealisierung gemäß DWA-A 143-3 in Verbindung mit DWA-M 144-3 mit einer durchgängigen Qualitätsüberwachung in allen Bereichen zu gewährleisten. Das vorliegende RSV-Merkblatt 1.1 ergänzt die DWA-Regelwerke um aktuelle Anforderungen und Erkenntnisse sowie gibt zusätzliche Hinweise und sollte Anwendung finden. Hierdurch lassen sich die erwarteten Nutzungsdauern sicher erreichen.

10.4 Restnutzungsdauer und Ausblick

Bisherige Erkenntnisse aus Materialprüfungen und Inspektionen an langjährig in Betrieb befindlichen Schlauchlinern lassen erwarten, dass die tatsächliche technische Nutzungsdauer über die statisch angesetzte technische Nutzungsdauer (i.A. 50 Jahre) hinausgeht. Der Zeitraum, in dem eine Betriebseignung des Liners über die vorgesehene technische Nutzungsdauer hinaus zu erwarten ist, kann als technische Restnutzungsdauer bezeichnet werden.

Es ist zu erwarten, dass die ursprünglichen Kurzzeitkennwerte von Schlauchlinern über die Betriebsdauer erhalten bleiben, sofern keine chemischen, thermischen und mechanischen Schädigungen des Liners aufgetreten sind.

EXKLUSIV

Die Bewertung der möglichen Restnutzungsdauer kann in erster Linie auf Basis einer optischen Inspektion erfolgen. Die technische Nutzungsdauer gilt als beendet, wenn

- die Betriebseignung nicht mehr vorliegt,
- sichtbare Beschädigungen wie Undichtigkeiten, Risse, Laminatschäden vorliegen oder
- Verformungen vorliegen, die einen Hinweis auf eine Verschlechterung des Altrohr-Boden-Systems ergeben.

Zusätzlich kann eine Materialprobe entnommen werden, um zu überprüfen, ob die mechanischen Kennwerte noch den produktspezifischen Eigenschaften entsprechen.

Mit der Restnutzungsdauer ergeben sich für den Netzbetreiber Kostenvorteile durch die längere Nutzungsdauer und verschobene Neuinvestitionen. Dies hat positiven Einfluss auf die Gebührenstruktur.

Langfristige Investitionsplanungen können über die Abschätzung der zu erwartenden Standzeit eines Liners durchgeführt werden. Bei Bedarf ist eine gezielte Restwertanalyse möglich. Anhand einer entnommenen Materialprobe (Bauteilausschnitt) lässt sich über die Materialprüfung im Labor erkennen, inwieweit sich die in der ursprünglichen Statik angenommenen Materialkennwerte verändert haben. Zielsetzung ist es zu bestätigen, dass die ursprünglich in der Statik angesetzten mechanischen Kennwerte inklusive der Abminderungsfaktoren noch gelten und für eine weitere statische Betrachtung verwendet werden können. Die Ergeb-

nisse von Verformungsmessung und Materialprüfung können unter Berücksichtigung, möglicherweise inzwischen veränderter Randbedingungen (Einwirkungen, Bettungsbedingungen, Altrohrzustand, etc.) die Grundlage für eine gegebenenfalls zu erstellende statische Nachberechnung und Bewertung des Liners bilden.
Weitere Betrachtungen zur Nutzungsdauer und Restwertanalyse werden derzeit im Rahmen einer DWA-Arbeitsgruppe („Nutzungsdauerbeeinflussende Faktoren bei der Kanalsanierung“) dezidiert behandelt. Ergebnisse sind voraussichtlich ab 2022 zu erwarten.

11 Anlagen

11.1 Einbauprotokoll Beispiel

1. Angaben zur Baustelle

Baustellen-ID _____ Datum _____ Projektleiter _____
Bauvorhaben _____ Anlagen-ID _____
Auftraggeber _____ Anlagenführer _____
Ort _____ Straße _____

2. Angaben zur Sanierungsstrecke

oberer Schacht _____ unterer Schacht _____ Anzahl Haltungen _____
Profiltyp *(Kreis, Ei, usw.)* DN [mm] _____ Länge [m] _____
Altrohrmaterial *(Stz, B, usw.)* Grundwasser _____ Einbautiefe [m] _____
Streckenverlauf *(gerade, Bögen)* Wetter _____ Außentemp. [°C] _____

3. Vorbereitende Arbeiten

HD-Reinigung *(Datum)* TV-Inspektion *(Datum)* Hindernisfreiheit *(ja/nein)*
Abflusslenkung ☐ nicht notwendig ☐ Rückstau ☐ umleiten ☐ überpumpen
Besonderheiten _____

4. Schlauchliner

Systemhersteller _____ Linerbezeichnung _____
Liner-ID _____ Wanddicke [mm] _____ Harztyp _____
hergestellt am _____ haltbar bis _____ Materialtemp. [°C] _____

4.1 Imprägnierung des Schlauchliners *(nur bei vor Ort getränkten Linern)*

getränkte Länge [m] _____ Imprägnierverantwortlicher _____

	Bezeichnung	Chargen-ID	hergestellt am	haltbar bis	Temp. ist [°C]	Temp. soll [°C]
Harz						
Härter						

	Walzen-abstand [mm]	Mischzeit [min]	Verarbei-tungszeit [min]	Vakuum [bar]	Mischungs-verhältnis [Gew.] Harz : Härter	Mengen [kg] Harz : Härter
soll					:	:
ist					:	:
					Gesamtverbrauch Harzgemisch	

5a. Installation / Härtung *(Warmhärtung, Umgebungstemperaturhärtung)*

Installation *(Inversion, Kombination)* Installationsmedium *(Wasser, Luft)*
Installationsrichtung (in, gegen) Liner-Außenschutz (z.B. Preliner)
Härtung *(Warmwasser, Dampf, Umgebungstemp.)* Beginn Einbau *(Datum, Uhrzeit)*

	Einbaudruck [bar]	Härtedruck [bar]	Härtungsphase [h]
soll			
ist			

Die Druck- und Temperarturverläufe sind während der gesamten Installations- und Härtungsphase (inkl. Abkühlung) kontinuierlich in geeigneten Intervallen zu dokumentieren.Dazu zählt auch die Aufnahme der Temperaturen zwischen Liner und Altrohr in den Schächten.

5b. Installation / Härtung *(Lichthärtung)*

Einzugssrichtung (in, gegen) Liner-Außenschutz *(Gleitfolie, Preliner, usw.)*
Lichtquellentyp _____ Beginn Einbau *(Datum, Uhrzeit)*

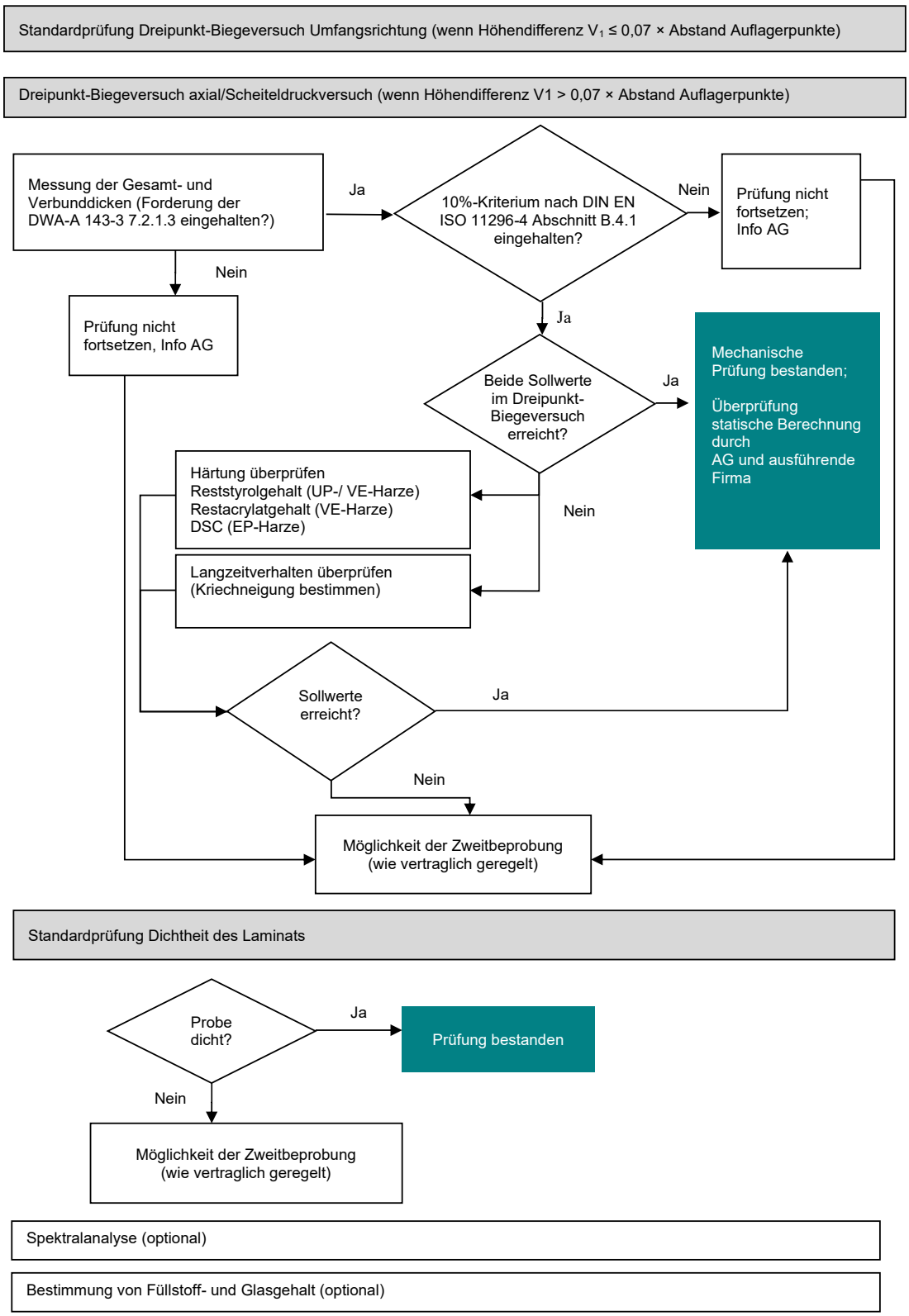
	Härtedruck [bar]	Durchzugsgeschwindigkeit [cm/min]
soll		
ist		

Alle relevanten Parameter wie Druckverlauf, Härtungs-geschwindigkeit, Lampenzustand und Oberflächen-temperatur des LIners sind während der gesamten Kalibrier- und Härtungsphase (inkl. Abkühlung) kontinuierlich in geeigneten Intervallen elektronisch zu dokumentieren.

6. Probenentnahme

Probenbezeichnung _____ Entnahmestelle *(Endschacht, usw)*
Entnahmeposition *(Sohle, Scheitel, usw.)*

11.2 Ablaufdiagramm für Standardprüfung in Anlehnung an DWA-A 143-3



11.3 Probenbegleitschein Beispiel

Probenbegleitschein Materialprüfung

Seite 1 - Standardprüfungen

Versand an: _____

☐ **Erstprüfung** ☐ **Wiederholungsprüfung** zu Prüfbericht-Nr.: _____

Proben-nahme	Datum	Uhrzeit	Einbaudatum

Bestätigung	Name	Unterschrift
ausführende Firma		
Bauherr		

Probenidentifikation				
AG Materialprüfung		DIBt-Zulassungsnr.		
Bauherr		Liner-/ Material-ID		
Bauvorhaben		Haltung		
Ausführende Firma		Rohrgeometrie*		
Systemhersteller		DN [mm]*		
Linertyp*		Entnahme-stelle	Haltung ☐	End-schacht ☐ / ZW-Schacht ☐
Probenbezeichnung*				
Materialien	Träger*:	Harz*:	Entnahme-position	Scheitel ☐ / Kämpfer ☐ / Sohle ☐
Beschichtung ist integrierter Bestandteil	☐ ja ☐ nein	☐ innen ☐ außen	Bemerkungen	

Soll-werte			
Biege-E-Modul E_f [MPa]		Umfangs-E-Modul E_u [MPa]	
Biegespannung σ_{fB} [MPa]		statische erf. Wanddicke [mm]	

Prüfergebnisse (durchzuführende Prüfungen bitte ankreuzen)

Standardprüfungen

Biege-E-Modul, Biegespannung nach DIN EN ISO 178/ DIN EN ISO 11296-4

☐ Prüfdatum	E_f [MPa]	σ_{fB} [MPa]	e_m [mm]	e_c [mm]	e_{tot} [mm]	Prüfrichtung
						○ axial ○ radial

Wasserdichtheit nach DWA-A 143-3

☐ Prüfdatum	Prüfzeit [min]	Prüfdruck [bar]	Prüfergebnis	
			○ dicht	○ undicht

Umfangs-E-Modul, Anfangs-Ringsteifigkeit nach DIN EN 1228 (ISO 7685)

☐ Prüfdatum	E_U [MPa]	S_0 [N/mm²]	e_m [mm]	e_c [mm]	e_{tot} [mm]

☐ **Zusatzprüfungen beauftragt (siehe Seite 2)**

Ergebnisbewertung / -weitergabe

Weitergabe der Prüfergebnisse an: ☐ Bauherr ☐ ausführende Firma ☐ Systemhersteller

Bewertung der Prüfergebnisse vom Prüfinstitut durchzuführen? ☐ ja ☐ nein

	erfüllt	nicht erfüllt
Biege-E-Modul E_f	○	○
Biegespannung σ_{fB}	○	○
Umfangs-E-Modul E_U	○	○
Wanddicke e_m	○	○
Wasserdichtheit	○	○

Bemerkungen

Unterschrift Prüfer/Laborleiter			

*Pflichtangabe zur Ermittlung der Sollwerte

1 / 2

Probenbegleitschein Materialprüfung

Seite 2 - Zusatzprüfungen

Versand an: _____

☐ **Erstprüfung** ☐ **Wiederholungsprüfung** zu Prüfbericht-Nr.: _____

Probenidentifikation

AG Materialprüfung			DIBt-Zulassungsnr.				
Bauherr			Liner-/ Material-ID				
Bauvorhaben			Haltung				
Ausführende Firma			Rohrgeometrie*				
Systemhersteller			DN [mm]*				
Linertyp*			Entnahme-stelle	Haltung	End-schacht	ZW-Schacht	
Probenbezeichnung*				☐	☐	☐	
Materialien	Träger*	Harz*	Entnahme-position	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
				☐	☐	☐	
Bemerkungen							

Sollwerte

Glasübergangstemperatur T_{g1} [°C]		Kriechneigung [%]	
Glasübergangstemperatur T_{g2} [°C]		Glührückstand [%]	
Restmonomergehalt [%]		Dichte ρ [g/cm³]	

Prüfergebnisse (durchzuführende Prüfungen bitte ankreuzen)

Zusatzprüfungen

☐ **Thermische Analyse (EP-Harze)** nach DIN EN ISO 11357-2/ Halbstufenhöhenverfahren (DSC-Messung)

Prüfdatum	Glasübergangstemperaturen T_g [°C]			
	T_{g1}		T_{g2}	

☐ **Restmonomergehalt (UP-/VE-Harze)** nach DIN 53394-2 / ISO 4901 (GC)

Prüfdatum	Einwaage [mg]	Monomertyp	Restmonomergehalt		Einwaage bezogen auf	
			[mg/kg]	[%]	Gesamt	Reinharz
					○	○

☐ **24h-Kriechneigung** in Anlehnung an DIN EN ISO 899-2

Prüfdatum	K_n24 [%]

☐ **24h-Kriechneigung** i. A. an DIN EN 761 (ISO 7684)

Prüfdatum	K_n24 [%]

☐ **Kalzinierungsverfahren** nach DIN EN ISO 1172

Prüfdatum	Harzanteil [%]	Rückstand [%]	Glasanteil [%]	Zuschlag [%]

☐ **Spektralanalyse** in Anlehnung an ASTM D5576 (FT-IR)

Prüfdatum	Harz

☐ **Dichte** nach DIN EN ISO 1183-1

Prüfdatum	Dichte ρ [g/cm³]

Ergebnis-bewertung/ -weitergabe

Weitergabe der Prüfergebnisse an: ☐ Bauherr ☐ ausführende Firma ☐ Systemhersteller

Bewertung der Prüfergebnisse vom Prüfinstitut durchzuführen? ☐ ja ☐ nein

	erfüllt	nicht erfüllt	**Bemerkungen**
Glasübergangstemp. T_{g1}	○	○	
Glasübergangstemp. T_{g2}	○	○	
Restmonomergehalt	○	○	
24h-Kriechneigung	○	○	
Glührückstand	○	○	
Dichte ρ	○	○	

Unterschrift Prüfer/Laborleiter		Proben-ID	

*Pflichtangabe zur Ermittlung der Sollwerte

2 / 2

11.4 Faltentypen, Ursachen und Bewertung

Faltentyp	Schema	Mögliche Ursache(n)	Bewertung
Axiale Falte (Längsfalte), nicht gefüllt		eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten, Querschnittsveränderung, Rohrversätze, Schwankungen des Altrohrdurchmessers, eindringendes Grundwasser (Sohlfalte), überkonfektionierter Schlauch, ungenügender Aufstelldruck, unzureichende Härtung	System statisch geschwächt. Kann bei rein UV-härtenden Systemen zu Härtungsdefiziten führen (Dicke, ungünstiger UV-Einstrahlungswinkel). Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten (außer bei Sohlfalten).
	Sohlfalte		
Axiale Falte (Längsfalte), gefüllt	Gefüllte Falte mit Trennung	eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten, Querschnittsveränderung, Rohrversätze, Schwankungen des Altrohrdurchmessers, überkonfektionierter Schlauch	System statisch geschwächt (Trennung z.B. durch eine Außenfolie wirkt wie eine nicht gefüllte Falte). Kann bei rein UV-härtenden Systemen zu Härtungsdefiziten führen (Dicke, ungünstiger UV-Einstrahlungswinkel). Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten.
	Gefüllte Falte ohne Lagentrennung		Keine Auswirkung auf die statische Tragfähigkeit. Tritt bei UV-härtenden Systemen nicht auf. Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten.
	Oberflächenfalte	eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten, Dehnung der inneren Lage beim Einbau	Keine Auswirkung auf die statische Tragfähigkeit. Tritt bei UV-härtenden Systemen nicht auf. Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten.
	Innere Falte im Laminat	eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten, Rohrversätze, Richtungswechsel (Bögen)	Keine Auswirkung auf die statische Tragfähigkeit. Kann bei UV-härtenden Systemen zu Härtungsdefiziten führen (Dicke). Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten.
Falte in Umfangsrichtung (Querfalte)	nicht gefüllt	eingeschränkte Zugangsmöglichkeiten, Querschnittsveränderung, Rohrversätze, Richtungswechsel (Bögen), Stauchung des Schlauches bei der Installation	Keine Auswirkung auf die statische Tragfähigkeit. Gegebenenfalls Auswirkungen auf die Hochdruckspülbeständigkeit. In Abhängigkeit von der Ausprägung keine Härtungsdefizite bei UV-härtenden Systemen zu erwarten. Keine Härtungsdefizite bei warmhärtenden Systemen zu erwarten.
	gefüllt		

Verdeckte Falte		Stauchung des Schlauches bei der Installation (Druckabfall).	System statisch geschwächt. Die in der statischen Berechnung getroffenen Annahmen treffen nicht mehr zu (z.B. Ringspalt). Kann bei UV-härtenden Systemen zu Härtungsdefiziten führen (Dicke, ungünstiger UV-Einstrahlungswinkel). Kann bei warmhärtenden Systemen zu Härtungsdefiziten führen.
Formfalte		unzureichende Reinigung, unzureichende Reprofilierung des Altrohres	System unter Umständen statisch geschwächt. Überprüfung der in der statischen Berechnung getroffenen Annahmen für die Imperfektionen,
Überdehnung, erhöhter Ringspalt, nicht anliegender Liner (Gegenstück zur Faltenbildung)		Querschnittsveränderung, unterkonfektionierter Schlauch	System statisch geschwächt (mangelnde Kompression des Materials, Ringspalt). Keine Härtungsdefizite zu erwarten. Hinweis: Ist in der optischen Inspektion kaum erkennbar. Indiz dafür können sehr glatte Liner ohne Abbildung des Altrohres und der Zuläufe sein.

11.5 Übersicht der Prüfungen zur Eigen- und Fremdüberwachung

	Nr.	Gegenstand der Prüfung	Nachweis der Eigenschaften	Prüfung gemäß Spezifikation	Normen und Richtlinien	Umfang und Häufigkeit der	
						Eigenüber-wachung	Fremdüber-wachung
Herstellung	1.	Werkstoffe	Werkszeugnis		DIN EN 10204		Mindestens 2 mal pro Jahr gem. DIN 18200
	1.1	Reaktionsharz-massen Reaktionsmittel	Lieferdaten Lagerstabilität Härtungsver-halten	Viskosität Dichte Gelierzeit Brechungsindex	DIN EN ISO 3219 oder DIN EN ISO 2555 DIN 51757 oder DIN EN ISO 2811-1 DIN 16946-1 oder DIN EN ISO 10364 ISO 5661	jede Lieferung	
	1.2	Synthesefaser - Trägermaterial	Bezeichnung / Art	Dicke Flächengewicht Reißfestigkeit Dehnung	DIN EN 29073-3 DIN EN ISO 9864 DIN EN ISO 9863-1	jede Lieferung	
	1.3	Textilglas-Faserverstärkung	Bezeichnung / Art	Glasflächen-gewicht Glasverteilung	DIN 61850 DIN EN 14020-2 i.A. DIN EN ISO 9864 i.A. DIN EN ISO 9863-1	jede Lieferung	
	1.4	Zuschlagstoffe	Stoffart / Bezeichnung	Korngröße Schüttgewicht Dichte Wassergehalt	DIN ISO 3310-1	jede Lieferung	
Eignungsprüfung	2	Vorkonfek-tionierte Linerschläuche	Eignungs-prüfung				Mindestens 2 mal pro Jahr gem. DIN 18200 (stichproben-artig)
	2.1	Linerschläuche ungehärtet einbaufertig	Harzverbrauch Wandaufbau	Imprägniergewicht Reaktionsverhalten	DIN 16946-1	Erstprüfung (1x) und anschlie-ßend jede Herstellung	
	2.2	Linerschläuche ausgehärtetes Rohr	Eignungs-nachweis mechanische und chemische Eigenschaften	Scheiteldruck-versuch (Kurzzeit / Langzeit)	DIN EN 761 DIN EN 1228 ISO 7685 ISO 7684 ISO 10468	Erstprüfung (1x) systemabhän-gig je Wand-aufbau und Dimension	
				Ring-Biegezug-festigkeit Ringsteifigkeit Umfangs-E-Modul	DIN EN 761 DIN EN 1228 ISO 7685 ISO 7684 ISO 10468		
				Längszugfestigkeit	DIN EN ISO 527-2 DIN EN 1393		
				Innendruckver-such (Kurzzeit / Langzeit)	ISO 8521 ISO 7509 / ISO 10928 (nur für Druckleitungen)		
				chemische Tauglichkeit	DIN EN ISO 175 DIN EN 1120		
				Tauglichkeit gegen HD-Spülgeräte	DIN 19523		
				Wasserdichtheit	DIN EN 1610		
				Glas- / Füllstoffgehalt	DIN EN ISO 1172		
				Dichte des aus-gehärteten Schlauchliners	DIN EN ISO 1183		
				Biegefestigkeit Biege-E-Modul als 5 %-Quantilwert	DIN EN ISO 11296-4 DIN EN ISO 178 DIN EN 1228		
				Zugfestigkeit Reißdehnung	DIN EN ISO 527-4		
				Kriechneigung in Abhängigkeit vom Probenalter	DIN EN 761 DIN EN ISO 899-2		

Baustellenbeprobung	3	Baustellenproben	Formstoff-eigenschaften				
			Mechanische Kennwerte gemessen gegen die Rohrkrümmung (in Umfangs-richtung)	Biegefestigkeit Biege-E-Modul Wanddicke	DIN EN ISO 11296-4 DIN EN ISO 178 DIN EN 1228	jede Härtungs-maßnahme	2 mal pro Jahr, alternativ externe Quali-tätssicherung Betrieb: jede Baumaßnahme durch AG
				Dichtheitsprüfung Laminat	Unterdruckprüfung mit Wasser		
				24h-E-Modul Kriechneigung	DIN EN ISO 899-2 DIN EN 761	nach Bedarf / im Einzelfall	
				Ringspaltmessung Liner / Altrohr		jeder begeh-bare Kanal	
				Restmonomeren-gehalt	ISO 4901 i.A. DIN 53394	nach Bedarf / im Einzelfall	

12 Normen und Regelwerke

12.1 Normen

DIN 16946	Reaktionsharzformstoffe; Gießharzformstoffe
DIN 18820	Laminate aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP, GF-PHA
DIN 19523	Anforderungen und Prüfverfahren zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit und -spülfestigkeit von Rohrleitungsteilen für Abwasserleitungen und -kanäle.
DIN 53394	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen
DIN 53765	Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Thermische Analyse; Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK)
DIN 55673	Beschichtungsstoffe und deren Rohstoffe – Nahinfrarotspektrometrische Analyse – Allgemeine Arbeitsgrundlagen
DIN 61853-1	Textilglas; Textilglasmatten für die Kunststoffverstärkung
DIN CEN / TR 15729	Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Grundlage ungesättigten Polyesterharzes (UP) – Bericht über die Bestimmung des mittleren Abriebs nach einer festgelegten Anzahl von Durchläufen
DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
DIN EN 761	Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) – Bestimmung des Kriechfaktors im trockenen Zustand
DIN EN 1228	Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) – Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit
DIN EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
DIN EN 1767	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Infrarotanalyse
DIN EN 1997	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
DIN EN 12127	Textilien – Textile Flächengebilde – Bestimmung der flächenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben
DIN EN 13121	Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter
DIN EN 13380	Allgemeine Anforderungen an Bauteile für die Renovierung und die Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden
DIN EN 14364	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Festlegungen für Rohre, Formstücke und Verbindungen

DIN EN 14654	Management und Überwachung von betrieblichen Maßnahmen in Abwasserleitungen und -kanälen Teil 2: Sanierung
DIN EN 15885	Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen
DIN EN ISO 178	Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften
DIN EN ISO 899	Kunststoffe – Bestimmung des Kriechverhaltens
DIN EN ISO 1172	Textilglasverstärkte Kunststoffe – Prepregs, Formmassen und Laminate – Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts; Kalzinierungsverfahren
DIN EN ISO 1183	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen
DIN EN ISO 9001	Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
DIN EN ISO 11296	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 1: Allgemeines Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining Änderung 1: Aktualisierung von Begriffen, Anforderungen an Kennzeichnungen und Verfahren für die alternative Angabe von Ergebnissen des Biegeversuchs (ISO 11296-4:2018 / AMD 1:2020); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 11296-4:2018 / prA1:2020.
VOB / C ATV DIN 18299	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
VOB / C ATV DIN 18326	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen

12.2 DWA-Regelwerk

ATV-A 139	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
DWA-A 143	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 1: Planung und Überwachung von Sanierungsmaßnahmen Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner Teil 7: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile (Anschlusspassstücke) Teil 21: Bauliche Sanierungsplanung
DWA-M 144	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 3: Renovierung mit Schlauchliningverfahren (vor Ort härtendes Schlauchlining) für Abwasserkanäle

DWA-M 149 Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion
Teil 5: Optische Inspektion

12.3 RSV-Regelwerk

RSV M 5 Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren
RSV M 6.2 Sanierung von Schächten und Bauwerken in Entwässerungssystemen – Reparatur / Renovierung
RSV M 7.1 Renovierung von drucklosen Leitungen / Anschlussleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
RSV M 7.2 Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlussleitungen – Reparatur / Renovierung
RSV M 7.3 Sanierung von Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden mit vor Ort härtenden, reaktionsharzbasierten Systemen

13 Sicherheitsvorschriften und Gesetze

Die bestehenden gesetzlichen Vorschriften im Hinblick auf Arbeitssicherheit, Umweltschutz und Abfallverwertung bzw. -entsorgung sind einzuhalten. Im Folgenden werden wesentliche Sicherheitsvorschriften aufgeführt, diese Aufzählung ist nicht abschließend zu verstehen.

13.1 Unfallverhütungsvorschriften

UVV – BGV A 1 Grundsätze der Prävention in der Fassung vom 01. Januar 2004
UVV – BGV C 5 Abwassertechnische Anlagen in der Fassung vom 01. Januar 1997

13.2 Berufsgenossenschaftliche Regeln

DGUV 103-003 Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen
DGUV 112-190 Benutzung von Atemschutzgeräten
DGUV 112-198 Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz
DGUV 201-052 Rohrleitungsbauarbeiten

13.3 Berufsgenossenschaftliche Information

BGI 594	Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung vom März 2006

13.4 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften zum Umweltschutz

AbfBestV	Abfallbestimmungs-Verordnung
AbfG	Abfallgesetz
AbfRestÜberwV	Abfall- und Reststoffüberwachungs-Verordnung
AVK-TV-Handbuch	Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe-Technische Vereinigung e.V.
BBodSchG	Gesetz zum Schutz von schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz)
GefStoffV	Gefahrstoff-Verordnung
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
RestBestV	Reststoffbestimmungs-Verordnung
TA-Abfall	Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemischen / physikalischen und biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)

14 Abkürzungsverzeichnis

abZ	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
aB	allgemeine Bauartgenehmigung
ATV-DVW	Abwassertechnische Vereinigung e.V. – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (2004 umbenannt in DWA)
CEN / TR	Comité Européen de Normalisation / Technical Report (Europäisches Komitee für Normung / Technische Regel)
DDK	Dynamische Differenzkalorimetrie (engl.: differential scanning calorimetry, DSC)
DIN	Deutsches Institut für Normung (Bezeichnung für eine deutsche Norm) DIN EN: Bezeichnung für eine europäische Norm DIN EN ISO: Bezeichnung für eine als europäische Norm übernommene ISO-Norm
DMA	Dynamisch-Mechanische Analyse
DN	Nenndurchmesser
DPH	Rammsondierung mit schwerer Rammsonde
DPL	Rammsondierung mit leichter Rammsonde
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Wasser und Abfall e.V.
E-CR	Electric Corrosion Resistant (korrosionsbeständiges E-Glas)
EP	Epoxid
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)
KAG	Kommunalabgabengesetz
KRB	Kleinrammbohrung
NKHR	Neues Kommunales Haushalts- und Rechnungswesen
OF	Olefin
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PN	Nenndruck
PP	Polypropylen
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
TPU	Thermoplastisches Polyurethan
UP	Ungesättigtes Polyester
UV	Ultraviolettstrahlung
VE	Vinylester
VOB / C	Verdingungsordnung Bau, Teil C
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

Formelzeichen

d_a	Außendurchmesser
d_i	Innendurchmesser
e	Wanddicke
e_c	Kompositdicke
e_m	Verbunddicke
e_n	Nenn-Wanddicke
e_{tot}	Gesamtwanddicke
t_L	Liner-Wanddicke (Design-Wanddicke)

15 Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Verfahrensgruppen in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-1 6

Bild 2: Typische Wandkonstruktion eines Schlauchs 10

Bild 3: Beispiel für ein Anschlussformstück zur Anbindung in offener Bauweise (Quelle: Funke Kunststoffe) 14

Bild 4: Beispiel für ein Sattelstück zur Anbindung in offener Bauweise (Quelle: Funke Kunststoffe)..... 14

Bild 5: Dehnungszustände von Schlauchlinern 17

Bild 6: Schematische Darstellung der Einbauverfahren (Quelle: Diringer & Scheidel Rohrsanierung)..... 35

16 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technikübersicht der Schlauchliner, Einsatzbereiche und -grenzen ... 11

Tabelle 2: Mindestlängen (Einbautiefen) bei der Anbindung 13

Tabelle 3: Werkstoffe für Bestandteile des Schlauchs 15

Tabelle 4: Vorzugsweise eingesetzte Harztypen [in Anlehnung an DWA-A 143-3: 2014] 18

Tabelle 5: Vorgehen zur Beurteilung der Bettungssituation 26

Tabelle 6: Bedingungen für die Dichtheitsprüfung mit Luftunterdruck [in Anlehnung an DWA-A 139:2009] 36

17 Bearbeitung

Der RSV-Arbeitsgruppe 1.1 „Renovierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining" gehören folgende Mitglieder an:

Obfrau:

Dr. Leddig-Bahls, Susanne	IQS Engineering AG

Mitarbeiter / -innen:

Böhne, Wendelin	BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG
Buchner, Wolfgang	Hamburg Wasser
Burcek, Kai	MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
Dr. Doll, Heinz	Dr. Doll Ingenieurgesellschaft mbH
Ewert, Delia	Hamburg Wasser
Dr. Füchtjohann, Nils	Saertex multiCom GmbH
Haacker, Andreas	Siebert und Knipschild
Horstmann, Frank	Funke Kunststoffe GmbH
Jensen, Stefan	Rohrsanierung Jensen
Jung, Alexander	ISAS GmbH
Jurthe, Christian	Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG
Klar, Hendrik	ISAS GmbH
Mohr, Richard	Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG
Münstermann, Timo	Saertex multiCom GmbH
Reichel, Stefan	Relineeurope AG
Sausgruber, Florian	Günther Sausgruber Kanaltechnik GmbH
Vogel, Markus	Vogel Ingenieure GmbH
Wehner, Daniel	Saertex multiCom GmbH
Will, Daniel	Impreg GmbH
Zinnecker, Jürgen	Aarsleff Rohrsanierung GmbH

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

RSV
Rohrleitungssanierungs-
verband e.V.

Copyright-Hinweis:
Die Informationen aus dem Merkblatt dürfen unter der Angabe von Quellen weitergegeben werden.

Bei Fragen können Sie sich gern an uns wenden!
Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme.

RSV e. V. – Geschäftsstelle
Tel.: +49 40 21074167
info@rsv-ev.de
www.rsv-ev.de