

# Technische Richtlinie/ Ergänzende Technische Vorschriften „Grabenlose Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen“

der Leipziger Wasserwerke

vom: 30.09.2022  
verbindlich ab: 01.12.2022

Das Regelwerk besteht aus: 44 Seiten, darin enthalten 5 Anlagen

Ungültigkeitsausweis: Technische Richtlinie/ ETV Grabenlose Sanierung von Kanälen (06/2015)  
Arbeitsanweisung – Fachbereich Kanalnetz Nr. 266/01/19 (09/2018)

Ergänzende Unterlagen: Anlagen 1 bis 5

Kurzbezeichnung: TRL-ETV Sanierung

Herausgeber: Unternehmensbereich Netze

In Kraft gesetzt:

Dr.Ulrich Meyer  
Technischer Geschäftsführer

Mathias Wiemann  
Unternehmensbereichsleiter Netze

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geltungsbereich, Anwendungsgrundsätze</b>	<b>1-5</b>
<b>2</b>	<b>Begriffsdefinition</b>	<b>2-7</b>
<b>3</b>	<b>Vorleistungen</b>	<b>3-9</b>
3.1	Abwasserlenkung	3-9
3.2	Kanalreinigung	3-10
3.3	Inspektion	3-11
3.4	Bestimmung tatsächlicher Abmessungen der Kanäle, Schächte, Sonderbauwerke	3-11
3.5	Statischer Nachweis der Auskleidungsverfahren	3-12
<b>4</b>	<b>Reparatur</b>	<b>4-13</b>
4.1	Allgemeine Anforderungen	4-13
4.1.1	Qualifikationsnachweis	4-13
4.1.2	Material	4-14
4.1.3	Eigenüberwachung	4-14
4.2	Ausbesserungsverfahren	4-15
4.2.1	Ausbesserung von begehbaren Kanälen und Schächten	4-15
4.2.2	Ausbesserung von nicht begehbaren Kanälen (Roboterverfahren)	4-16
4.2.2.1	Spezielle Anforderungen	4-16
4.2.2.2	Vorgaben für die Durchführung von Roboterarbeiten	4-17
4.2.2.3	Ausbesserung der Einbindung von Anschlussleitungen	4-19
4.3	Injektionsverfahren	4-20
4.3.1	Spezielle Anforderungen	4-20
4.3.2	Vorbereitende Maßnahmen	4-21
4.3.3	Vorgaben für den Einbau	4-22
4.3.4	Injektion in nicht begehbaren Kanälen und in einbindenden Anschlusskanälen (Rohrschaft- und Stützenverpressung im Injektionsverfahren)	4-22
4.4	Abdichtungsverfahren	4-23
4.4.1	Spezielle Anforderungen	4-23
4.4.2	Vorbereitende Maßnahmen	4-24
4.4.3	Vorgaben für den Einbau	4-25
<b>5</b>	<b>Renovierung</b>	<b>5-26</b>
5.1	Allgemeine Anforderungen	5-26
5.1.1	Qualifikationsnachweis	5-26
5.1.2	Material	5-27
5.1.3	Eigenüberwachung	5-28
5.2	Auskleidungsverfahren	5-28
5.2.1	Liningverfahren mit vorgefertigten Rohren mit Ringraum (Einzelrohr-Lining)	5-28
5.2.1.1	Spezielle Anforderungen	5-28
5.2.1.2	Vorbereitende Maßnahmen	5-30
5.2.1.3	Vorgaben für den Einbau	5-30
5.2.2	Vor Ort härtende Schlauchliner	5-32
5.2.2.1	Spezielle Anforderungen	5-32
5.2.2.2	Vorbereitende Maßnahmen	5-33

5.2.2.3	Vorgaben für den Einbau	5-34
5.2.2.4	Qualitätssicherung	5-36
5.2.3	Montageverfahren	5-36
5.2.3.1	Spezielle Anforderungen	5-36
5.2.3.2	Vorbereitende Maßnahmen	5-38
5.2.3.3	Vorgaben für den Einbau	5-38
5.2.4	Anbindung von Anschlussleitungen und Schächten	5-39
5.2.4.1	Einbau von Hutprofilen	5-40
5.2.4.2	Einbau von Linerendmanschetten	5-41
5.2.4.3	Verpressen/ Verspachteln	5-41
5.2.4.4	Manuelle Anbindung mit GFK-Laminat	5-41
5.3	Beschichtungsverfahren	5-42
5.3.1	Spezielle Anforderungen	5-42
5.3.2	Vorbereitende Maßnahmen	5-43
5.3.3	Vorgaben für den Einbau	5-43

## Anlagenverzeichnis

### **Anlage 1: Verfahrenszuordnung**

In der **Anlage 1** sind die Verfahren aufgezeigt, die vorzugsweise im Netz der Leipziger Wasserwerke eingesetzt werden sollen (schadens- und geometrieabhängig).

### **Anlage 2: Technische Regelwerke**

In der **Anlage 2** sind die Regelwerke aufgelistet, welche wesentlich für die hier behandelten Sanierungsverfahren sind bzw. welche weiterführende Bedeutung haben.

### **Anlage 3: Übersicht Sanierungsverfahren**

Der **Anlage 3** ist zu entnehmen, wie die Sanierungsverfahren in Anlehnung an die (DIN EN 15885, 2019) in Verfahrensgruppen eingeteilt sind. Für die nicht in dieser ETV behandelten Sanierungsverfahren werden hier die systembedingten Einsatzgrenzen aufgeführt.

### **Anlage 4: Schlauchliner-Schachtanbindungen**

In der **Anlage 4** werden Vorgaben für die Anbindungen von Schlauchlinern an Schächte gemacht.

### **Anlage 5: Manuelle Beschichtung begehbare Kanäle**

In der **Anlage 5** werden Details der Reparatur mittels Ausbesserungsverfahren von begehbaren Kanälen und Schächten auf mineralischer Basis dargestellt.

## 1 Geltungsbereich, Anwendungsgrundsätze

Die vorliegenden „Ergänzenden Technischen Vorschriften“ gelten für die grabenlose Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen im Netz der Leipziger Wasserwerke. Dazu gehören gemäß interner und konkreter Benennung der jeweiligen Kanäle durch die Leipziger Wasserwerke u.a.

- Hauptsammler,
- Vorflutsammler,
- Flächenkanalisationen.

Für die bauliche Sanierung werden im Netz der Leipziger Wasserwerke folgende Verfahren eingesetzt:

1. Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden (Reparaturen)
  - Roboterverfahren ( (DWA-M 143-16, 2019), (DWA-M 144-16, 2020))
  - Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile ( (DWA-A 143-7, 2017), (DWA-M 144-7, 2020))
  - Reparatur durch Innenmanschetten ( (DWA-M 143-5, 2014))
  - Ausbesserungsverfahren an Bauteilen
  - Injektionsverfahren ( (DWA-M 143-8, 2017), (DWA-M 144-8, 2020))
2. Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und -kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz (Renovierung)
  - Vor Ort härtende Schlauchliner ( (DWA-A 143-3, 2014), (DWA-M 144-3, 2012))/ Vor Ort härtendes Schlauchlining ( (DIN EN 15885, 2019))
  - Vorgefertigte Rohre ohne Ringraumverfüllung (Close-Fit-Lining) ( (DWA-M 143-11, 2017))/ Close-Fit-Lining ( (DIN EN 15885, 2019))
  - Vorgefertigte Rohre mit und ohne Ringraumverfüllung - Einzelrohrverfahren ( (DWA-M 143-12, 2008))/ Einzelrohr-Lining ( (DIN EN 15885, 2019))
  - Vorgefertigte Rohre mit und ohne Ringraumverfüllung - Rohrstrangverfahren ( (DWA-M 143-13, 2011))/ Rohrstrang-Lining ( (DIN EN 15885, 2019))
  - Montageverfahren ( (DWA-M 143-4, 2018))/ Rohrsegment-Lining ( (DIN EN 15885, 2019))
  - Beschichtung mit zementgebundenen mineralischen Mörteln ( (DWA-M 143-17, 2018))/ Lining mit Beschichtungsverfahren ( (DIN EN 15885, 2019))

**Nicht Bestandteil dieser ETV (siehe auch Anlage 3):**

- Wickelrohrlining ( (DWA-M 143-9, 2019))
  
- 3. Maßnahmen zur Herstellung neuer Abwasserkanäle und –leitungen in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Abwasserleitungen und -kanäle einbeziehen (Erneuerung)

**Ebenfalls nicht Bestandteil dieser ETV (siehe auch Anlage 3):**

- Berstverfahren ( (DWA-A 143-15, 2019))
  - Pipe-Eating
  - Konventionelle Verlegung in alter und in neuer Trasse ( (DWA-A 139, 2019), (DIN EN 1610, 2015))
  - Rohrvortrieb und verwandte Verfahren ( (DWA-A 125, 2020))
- 
- (1) Kanalsanierungsmaßnahmen im Sinne der ETV sind als besonders überwachungsbedürftige Baumaßnahmen einzustufen und als solche durch die beauftragte Bauüberwachung zu überwachen und zu dokumentieren.
  - (2) Der Bauüberwacher von Sanierungsmaßnahmen muss über das notwendige Fachwissen und die erforderliche Berufserfahrung verfügen, was z. B. mit dem Nachweis des „Zertifizierten Kanalsanierungsberaters“ gegeben ist.

## 2 Begriffsdefinition

- (1) **Sanierung** Alle Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen (Oberbegriff für die Reparatur, Renovierung und Erneuerung).
- Im Rahmen der ETV werden ausschließlich grabenlose Sanierungsverfahren behandelt.
- (2) **Reparatur** Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden.
- (a) Ausbesserungsverfahren:
- Örtlich begrenzte oder abschnittsweise Ausbesserung zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, statischen Tragfähigkeit sowie der Wasserdichtheit (z. B. Roboterverfahren, Ausbesserung von Mauerwerk, Korrosionsschutzmaßnahmen).
- (b) Injektionsverfahren:
- Das Einbringen von Injektionsmitteln in Risse und Hohlräume unter Druck über Einfüllstutzen dient zur Abdichtung örtlich begrenzter Undichtigkeiten bzw. zur Herstellung der statischen Tragfähigkeit.
- (c) Abdichtungsverfahren:
- Örtlich begrenzte Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wasserdichtheit und ggf. zur Stabilisierung der Tragfähigkeit. In der Regel sollte der Kanal oder das Bauwerk standsicher sein.
- (3) **Renovierung** Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und –kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.
- (a) Auskleidungsverfahren:
- Hierzu zählen alle Lining-Verfahren, bei denen haltungsweise vorgefertigte, örtlich hergestellte bzw. örtlich hergestellte und erhärtende Rohre in bestehende Abwasserleitungen und –kanäle eingebaut werden, so dass eine selbsttragende Vollauskleidung entsteht (z. B. Rohrstrang-, Einzelrohr- und Schlauchlining) sowie alle Montageverfahren, welche in begehbaren Kanälen eingesetzt werden (Rohrsegment-Lining). Diese werden in Abhängigkeit des statischen Tragverhaltens unterschieden in selbsttragende und nichtselbsttragende Teil- und Vollauskleidungen.
- (b) Beschichtungsverfahren:
- Aufbringen einer geschlossenen Schicht auf die Kanalinnenwandung oder Schachtwand zur Wiederherstellung oder Erhöhung des Widerstandsvermögens gegen physikalische, biologische, chemische und/ oder biochemische Angriffe von innen, zur Verhinderung einer erneuten Bildung von Inkrustationen, zur Wiederherstellung und/ oder Erhöhung der statischen Tragfähigkeit sowie der Wasserdichtheit (Lining mit Beschichtungsverfahren).

**Nicht Bestandteil dieser ETV:**

- (4) **Erneuerung**      *Herstellung neuer Abwasserleitungen und –kanäle in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ur-sprünglichen Abwasserleitungen und –kanäle einbeziehen.*



### **3 Vorleistungen**

- (1) Alle nachfolgend aufgeführten Vorleistungen gelten allgemeingültig für alle Sanierungsverfahren. Sind für einzelne Sanierungsverfahren zusätzliche Vorleistungen bzw. ergänzende Vorschriften zu den Vorleistungen erforderlich, so sind diese jeweils im zugehörigen Abschnitt des Sanierungsverfahrens aufgeführt.

#### **3.1 Abwasserlenkung**

- (1) Der Auftragnehmer (AN) hat sich vor Baubeginn anhand der vom Auftraggeber (AG) gegebenen Erläuterungen und überlassenen Planunterlagen sowie der mitgeteilten Abwassermengen und ggf. Abwasserstände einen umfassenden Überblick über die Netzsituation im Umfeld der Baustelle zu verschaffen.
- (2) Der AN hat für den Zeitraum der Abwasserlenkung den ordnungsgemäßen Betrieb aller Geräte, Rohre und Installationen zu gewährleisten. Hierzu sind regelmäßige Kontrollen und Wartungen der gesamten Anlage einschließlich der erforderlichen Warneinrichtungen durchzuführen. Auftretende Leckagen müssen umgehend beseitigt werden.
- (3) Mit der Abwasserlenkung hat der AN sicherzustellen, dass über die gesamte Bauzeit die zur Ausführung kommenden Arbeiten ungehindert durchgeführt werden können. Schädlicher Rückstau im bestehenden Kanalnetz ist auszuschließen.
- (4) Bei Planung, Ausschreibung und Durchführung der Abwasserlenkung ist darauf zu achten, dass ausreichend dimensionierte Reservepumpen auf der Baustelle vorgehalten werden, so dass durch den AN eine durchgängige Aufrechterhaltung der Abwasserlenkung gewährleistet werden kann. Entsprechende Havarie- und Maßnahmenpläne sind durch den AN, ggf. mit Unterstützung durch den AG zu erstellen und vom AN umzusetzen.
- (5) Vor Einleitung von Abwasser in das vorhandene Kanalnetz ist die Abstimmung mit dem AG und dem Netzbetreiber unter besonderer Beachtung der Misch- und Regenwasserentlastungen erforderlich.
- (6) Alle Abwasserlenkungen sind, wenn in der Leistungsbeschreibung keine anderen Angaben gemacht werden, nach Beendigung der entsprechenden Arbeiten zurückzubauen. Der ursprüngliche Zustand ist wieder herzustellen.
- (7) Beim Absperren und Überpumpen von Abwasser aus Hausanschlussleitungen hat der AN dafür Sorge zu tragen, dass kein schädlicher Rückstau in die Kellerräume der Anlieger auftreten kann. Der AN haftet für alle Schäden und Folgeschäden, die infolge unsachgemäßer Abwasserlenkung entstehen. Der AN hat sich im Vorfeld zu Sanierungsmaßnahmen mit den Anliegern hinsichtlich der Lenkung des Abwassers von Hausanschlussleitungen und Grundstücksentwässerung abzustimmen (u. a. Rückstausicherungsvorrichtung).
- (8) Bei Planung, Ausschreibung und Durchführung der Abwasserlenkung ist die Kanalnetzsteuerung der Leipziger Wasserwerke zu beachten, welche in definierten Netzbereichen für Haupt-, Vorflutsummler und angrenzende Nebensammler betrieben wird. Diese kann zu lang anhaltenden Rückstauereignissen führen. Die Steuerung kann nur in Ausnahmefällen durch den AG außer Betrieb genommen werden.

### 3.2 Kanalreinigung

- (1) Für die Reinigung der Abwasserkanäle und der zugehörigen Schächte durch ein vorher festzulegendes, geeignetes Reinigungsverfahren ist die Leistung des Gerätes so zu wählen, dass das Reinigungsergebnis den Erfordernissen der nachfolgend durchzuführenden Sanierungsarbeiten genügt. Eine Beschädigung der Kanäle durch die Reinigung ist auszuschließen. Die Spülleistungen sind für die jeweilige Maßnahme mit dem AG vorab abzustimmen.
- (2) Insbesondere bei renovierten Abwasserkanälen sollte mit so wenig Druck wie möglich gereinigt werden und eine Düse mit geringstmöglichem Abstrahlwinkel ausgewählt werden. Der Einsatz von Rotationsdüsen sollte möglichst vermieden werden.
- (3) Die Bereitstellung des benötigten Wassers für die Kanalreinigung ist Sache des AN.
- (4) Die in den entsprechenden Positionen aufgeführten Verschmutzungsgrade verstehen sich pro Haltung und beziehen sich auf die lichte Höhe. Beim Reinigen von Ei-, Maul- oder Sonderprofilen muss eine Umrechnung der Querschnittsfläche auf einen äquivalenten Kreisquerschnitt erfolgen, um den Reinigungsarbeiten die entsprechende LV-Position zuordnen zu können. Der Verschmutzungsgrad ist dann ebenfalls auf die tatsächliche lichte Höhe zu beziehen.
- (5) Im Zweifel (auf Wunsch des AG) sind die Ablagerungshöhen gemeinsam aufzumessen. Gemessen wird bei nicht begehbaren Kanälen (< DN 1200) im Bereich der Zu- und Ablaufrohre zu den Schächten (nicht im Gerinne) und bei begehbaren Kanälen in der Haltung im Abstand von ca. 30 m. Für jede Haltung wird gemeinsam ein Mittelwert aus den gemessenen Ablagerungshöhen gebildet und protokolliert.
- (6) Die Entsorgung des Räumgutes bzw. sonstiger Abfälle hat nach den gesetzlichen Bestimmungen und gemäß VOB/C, (DIN 18299, 2019) durch den AN zu erfolgen.
- (7) Das bei den beschriebenen Arbeiten anfallende Kanalräumgut kann unbelastet (überwachungsbedürftig) oder belastet (besonders überwachungsbedürftig) sein. Unbelastetes Räumgut ist bei allen Reinigungsarbeiten zu Annahmestationen der Leipziger Wasserwerke innerhalb des Reinigungsgebietes der Leipziger Wasserwerke zu transportieren und in Entwässerungscontainern der Leipziger Wasserwerke fachgerecht zu entsorgen (dies ist in die Einheitspreise der entsprechenden Positionen einzurechnen und wird nicht gesondert vergütet).
- (8) Weisen Verdachtsmomente oder makroskopische Auffälligkeiten auf eine Belastung hin, so ist umgehend der AG zu informieren. Das weitere Vorgehen ist zwingend mit dem AG abzustimmen.
- (9) Es ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. Setzen von Blasen und kontinuierliches Absaugen des Spülwassers) zu verhindern, dass verschmutztes Reinigungswasser zur Vorflut gelangt.
- (10) Bei allen Reinigungsarbeiten sind mindestens 2 Mann Personal (entsprechend der Unfallverhütungsvorschrift Abwassertechnische Anlagen) einzusetzen.
- (11) Werden in den Ausschreibungsunterlagen keine anderen Aussagen getroffen, so wird im Rahmen der Baustellenabwicklung:
  - bei Reparaturverfahren eine zweimalige Reinigung
  - bei Renovierungsverfahren eine dreimalige Reinigung

vergütet. Bei Renovierungsverfahren ist hierbei vor Beginn der vorbereitenden Maßnahmen eine Grundreinigung durchzuführen. Direkt vor der Renovierung ist eine Feinreinigung der zu sanierenden Bereiche vorzunehmen. Die Endreinigung erfolgt nach Abschluss aller Arbeiten unmittelbar vor der Abnahme-TV-Inspektion (siehe Pkt. 3.3).

- (12) Eventuell erforderliche, zusätzliche verfahrensbedingte Reinigungen der Kanäle sind in die Einheitspreise einzukalkulieren und werden nicht gesondert vergütet.

### **3.3 Inspektion**

- (1) Die im Rahmen der Sanierungsarbeiten durchzuführenden optischen Inspektionen der Entwässerungsleitungen und -kanäle oder der Schächte und Bauwerke sind gemäß den gültigen Richtlinien der Leipziger Wasserwerke auszuführen: Optische Inspektion Kanalisation, Teil 1 Haltungen sowie Teil 2 Anschlussleitungen (in der jeweils aktuellsten Version), ohne dass an dieser Stelle noch einmal näher darauf eingegangen wird.
- (2) Die Reparatur- und Renovierungsleistungen sind mittels optischer Inspektion lückenlos zu dokumentieren. Werden in den Ausschreibungsunterlagen keine anderen Aussagen getroffen, so wird im Rahmen der Baustellenabwicklung bei Reparatur- und Renovierungsverfahren jeweils eine zweimalige optische Inspektion (davor und danach) vergütet.
- (3) Verfahrensbedingte optische Überwachungen/ Dokumentationen können Bestandteil einzelner Sanierungsverfahren sein (z. B. die Dokumentation von Fräsarbeiten) und werden nicht gesondert vergütet, siehe auch (DIN 18326, 2019).
- (4) Ausnahme ist die Abnahmeuntersuchung. Werden keine anderen Vorgaben gemacht, wird diese wie auch die Dichtheitsprüfung durch die Leipziger Wasserwerke bzw. einen durch die Leipziger Wasserwerke beauftragten Dritten durchgeführt.
- (5) Die optische Abnahme-Inspektion und die Dichtheitsprüfung sind durch den AN so zu koordinieren, dass diese vor der Inbetriebnahme erfolgen. Der AN hat sich mit der von den Leipziger Wasserwerken beauftragten Firma so abzustimmen, dass die Reinigung unmittelbar vor der optischen Inspektion erfolgt (siehe Kapitel 3.2). Der AN versorgt die Inspektionsfirma rechtzeitig mit Plänen (Ausführungspläne in Papierform und digital) zur ständigen Überlassung. Darin sind auch alle, die Sanierung betreffenden, Angaben (Stammdaten) zu übermitteln (z. B. Linermaterial, -Geometrien, Einbau „von/ bis“ usw.).
- (6) Der AN muss mit der von den Leipziger Wasserwerken beauftragten Firma schriftlich mit Angabe der zu untersuchenden Leitungsabschnitte einen Ausführungstermin vereinbaren. Behinderungen, die sich durch eine mangelhafte Koordinierung ergeben, werden nicht anerkannt. Voraussetzung für eine Abnahme ist die durch den AG geprüfte optische Inspektion (und Dichtheitsprüfung).

### **3.4 Bestimmung tatsächlicher Abmessungen der Kanäle, Schächte, Sonderbauwerke**

- (1) Vor Beginn der baulichen Sanierung sind durch geeignete Maßnahmen die entsprechenden Kanäle auf ihre Maßgenauigkeit (Querschnitt und Länge) durch den AN zu prüfen (Kalibrierung).

- (2) Erst nach Durchführung der Kalibrierung dürfen die von Querschnitt und Nennweite abhängigen Materialien (z. B. Rohre, Liner oder Montageelemente) bestellt bzw. produziert werden. Eine vorherige Bestellung bzw. ein vorheriger Arbeitsbeginn liegt im Risiko des AN.
- (3) Die Kalibrierung ist eine Besondere Leistung und wird als solche ausgeschrieben und vergütet (das Einmessen lediglich der Schachteinbindungen ist eine Nebenleistung). Die Kalibrierung ist grundsätzlich als mechanisches (z. B. Kalibermolch, mechanisches Abtastsystem) oder als lasergestütztes System (z. B. in Kamera integrierter Rotationslaser, montierbare Laserdioden) Verfahren auszuführen. Die Kalibrierungsergebnisse sind als Grundlage für die Linerkonfektion und die Linerstatik aufzubereiten und zu übergeben.

### **3.5 Statischer Nachweis der Auskleidungsverfahren**

- (1) Durch den AG erfolgt im Rahmen der Ausschreibung eine statische Vordimensionierung bzw. es werden durch den AG alle erforderlichen Parameter für den statischen Nachweis festgelegt. Beispiele für diese Parameter sind:
  - a) Altrohrgeometrie,
  - b) Altrohrzustand (mit Angabe der Höhe des Grund- und Schichtenwassers, der örtlichen Vorverformung, des Ringspalts und ggf. der Gelenkringvorverformung),
  - c) seitliche Bettung bei Altrohrzustand II, III und IIIa
  - d) Einwirkungen auf die Auskleidung, z. B. Grundwasserlast, Dämmerdruck, Überdeckung über Rohrscheitel bei Altrohrzustand III und IIIa, Werkstoffkennwerte und -wanddicke des Altrohres bei Altrohrzustand III und IIIa, Bodenkennwerte und Verkehrsbelastung bei Altrohrzustand III und IIIa
- (2) Vom AN ist in Abhängigkeit von der Art des Auskleidungsverfahrens vor Beginn der Sanierungsarbeiten eine statische Berechnung nach (DWA-A 143-2, 2015) zu erbringen.
- (3) Der statische Nachweis ist für alle Nennweiten, Altrohrzustände und maßgebenden Lastfälle zu führen.
- (4) Statische Berechnungen sind durch den AN rechtzeitig vor Bauausführung von einem zugelassenen Prüfsachverständigen (z. B. der Ingenieurkammer Sachsen oder gleichwertiger Art) zu prüfen und dem AG zu übergeben. Eine vorherige Bestellung oder Arbeitsbeginn liegen im Risiko des AN.
- (5) Für alle Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen mit Kurz- bzw. Schlauchlinern werden grundsätzlich folgende Material-Mindestdicken unabhängig von der statisch relevanten Verbunddicke verbindlich festgelegt: bis DN 150:  $s_{\min} = 3,0 \text{ mm}$ ;  $\geq \text{DN } 200$ :  $s_{\min} = 3,0 \text{ mm} + \text{Verschleißschicht}$  (jeweils im ausgehärteten Zustand).

## 4 Reparatur

Die Anforderungen an den reparierten Kanal entsprechen denen an ein neues System. Die in den technischen Regelwerken (**Anlage 2**) aufgeführten Mindestanforderungen hinsichtlich Dichtheit, Resistenz gegen kommunales Abwasser, Beständigkeit gegen Wurzeleinwuchs, Abrieb (gemäß Darmstädter Kipprinnenversuch nach (DIN EN 295, 2013) bzw. (DIN CEN/TR 15729, 2010)) und Hochdruckspülung (DIN 19523, 2008)), hydraulisch und statisch ausreichender Dimensionierung, Betriebssicherheit und Umweltverträglichkeit der eingesetzten Materialien sind einzuhalten und nachzuweisen.

### 4.1 Allgemeine Anforderungen

- (1) Die Verarbeitung aller im Leistungsverzeichnis aufgeführten Produkte muss gemäß den Verarbeitungsrichtlinien, Ausführungsanweisungen, technischen Merkblättern und den Sicherheitsdatenblättern der Materialhersteller erfolgen.
- (2) Sämtliche geforderte Nachweise sind von einem Prüflabor zu erbringen, welches im Besitz einer Akkreditierung des Deutschen Akkreditierungsrates ist. Mindestanforderung ist die Akkreditierung nach (DIN EN ISO 17025, 2018) für sämtliche beauftragte Materialprüfungen und damit zusammenhängender national und international gültiger Normen.

#### 4.1.1 Qualifikationsnachweis

- (1) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer muss mit Angebotsabgabe und während der Werkleistung die erforderliche Qualifikation (Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit) nachweisen.
- (2) Die Anforderungen der vom Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. herausgegebenen Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 sind für die nachstehend angegebene(n) Beurteilungsgruppe(n) zu erfüllen und mit Angebotsabgabe nachzuweisen:
  - S10.1 - Roboter-Spachtel-/Verpresssysteme
  - S10.3 - Roboter-Spezial-Systeme
  - S10.4 - Roboter-Injektionssysteme
  - S15.1 - Kurzliner
  - S15.2 – T-Stücke und Hutprofile
  - S16.1 - Innenmanschetten
  - S42.2 - Händische Beschichtung
  - S42.3 – Injektionen
  - S42.4 - Fugensanierung.
- (3) Der Nachweis gilt als erbracht, wenn der Bieter die Erfüllung der Anforderungen und die Gütesicherung des Unternehmens nach Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 mit dem Besitz

des entsprechenden RAL-Gütezeichens Kanalbau für die geforderte(n) Beurteilungsgruppe(n) nachweist.

- (4) Der Nachweis gilt insbesondere als gleichwertig erbracht, wenn der Bieter die Erfüllung der Anforderungen durch einen Prüfbericht entsprechend Güte- und Prüfbestimmungen Abschnitt 4.1 für die geforderte(n) Beurteilungsgruppe(n) nachweist und eine Verpflichtung vorlegt, dass der Bieter im Auftragsfall für die Dauer der Werkleistung einen Vertrag zur Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 entsprechend Abschnitt 4.3 abschließt und die zugehörige "Eigenüberwachung" entsprechend Abschnitt 4.2 durchführt.
- (5) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer hat zur Angebotsabgabe eine Referenzliste mit bereits ausgeführten Objekten des ausgeschriebenen Systems aus den letzten 3 Jahren vorzulegen.
- (6) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer hat zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe nachzuweisen, dass der vorgesehene, namentlich zu benennende, örtliche Baustellenleiter der Firma über einen anerkannten und aktuellen Ausbildungsnachweis verfügt. Das Qualifikationszertifikat muss ausreichende Fachkenntnis hinsichtlich der Ausführung sachgerechter Schutz- und Reparaturmaßnahmen, Fachkenntnisse über einzusetzende Werkstoffe und Arbeitsmittel sowie über Verfahren zur Schadenserkenkung und deren Beseitigung bestätigen.
- (7) Des Weiteren muss der Kolonnenführer den Nachweis erbringen, dass er in das zur Anwendung kommende Verfahren vom System-/ Materialhersteller eingewiesen wurde (schriftliche Bestätigung durch den System-/ Materialhersteller).
- (8) Eine Kopie der Zertifikate ist dem Angebot beizulegen. Sofern der Bieter beabsichtigt, Teilleistungen weiter zu vergeben, sind bei Abgabe des Angebotes die Nachunternehmer schriftlich zu benennen und die notwendigen Zertifikate von diesen einzureichen.

#### **4.1.2 Material**

- (1) Sämtliche zur Verwendung vorgesehenen Materialien und Produkte sind vom AN rechtzeitig vor seiner Bestellung beim AG zur Prüfung und Freigabe einzureichen. Eine Bestellung des AN vor Freigabe durch den AG erfolgt auf Risiko des AN. Mögliche Folgekosten gehen zu seinen Lasten.
- (2) Zur Sicherstellung von gleich bleibenden Qualitäten hat der Bieter bei Angebotsabgabe nachzuweisen, dass die Hersteller der für das Reparaturverfahren maßgebenden Materialien ein Zertifikat gemäß (DIN EN ISO 9001, 2015) für das jeweilige Lieferwerk besitzt. Es sind ausschließlich Materialien zugelassen, deren Produkteigenschaften während der laufenden Fertigung durch interne und/ oder externe Qualitätskontrollen permanent überprüft werden.

#### **4.1.3 Eigenüberwachung**

- (1) Der AN hat eine Eigenüberwachung gemäß Abschnitt 4.2 der RAL-Gütesicherung GZ 961 des Deutschen Institutes für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. oder gleichwertiger Art durchzuführen und dem AG nachzuweisen.

- (2) Der AN oder ggf. sein Nachunternehmer ist verpflichtet, während der gesamten Dauer der Reparaturarbeiten kontinuierlich Eigenüberwachungen durchzuführen. Dies bezieht sich insbesondere auf alle Produkt bestimmenden Prozesse (entsprechend Verfahrenshandbuch) und auf die Kontrolle der zu sanierenden Bauteile (z.B. Zustand und Beschaffenheit der Rohr- oder Schachtwandung), des einzusetzenden Materials und der Witterungsbedingungen. Die Ergebnisse der Eigenüberwachungen sind im Bautagebuch festzuhalten.
- (3) Auf Verlangen des AG sind von allen zum Einsatz kommenden Materialien für Spachtel-, Verpress- und Injektionsarbeiten Rückstellproben herzustellen.

## **4.2 Ausbesserungsverfahren**

### **4.2.1 Ausbesserung von begehbaren Kanälen und Schächten**

- (1) Beim Austausch und Ersatz von Schachtabdeckungen, Schachtbauteilen sowie Schachteinbauten sind die konstruktiven Vorgaben für neu zu errichtende Schachtbauwerke zu beachten.
- (2) Für den Einsatz von kunststoffmodifizierten Zementmörtelsystemen ist deren Eignung durch einen Eignungsnachweis von einem akkreditierten Prüflabor nachzuweisen.
- (3) Vor dem Aufbringen von Betoninstandsetzungssystemen und Reparaturmörteln ist eine Abwasserlenkung gemäß Kapitel 3.1 aufzubauen. Die Reparaturstelle ist mittels Hochdruckspülverfahren gemäß Kapitel 3.2 zu reinigen und undichte Stellen sind abzudichten. Betonflächen, die als Untergrund für eine Reparaturmaßnahme dienen sollen, müssen stets bis auf „gesunde“ Bauwerksteile abgetragen werden. Des Weiteren müssen sie frei von Verschmutzungen, nicht tragfähigen Altanstrichen und allen sonstigen Verbund mindernden Bestandteilen (z. B. schädliche Salze, Öle, Fette usw.) sein.
- (4) Befindet sich die Bewehrung im carbonatisierten Bereich des Betons, muss sie vollständig, umlaufend und in Längsrichtung beidseitig über eine Länge von jeweils 10 cm in den angrenzenden Bereich freigelegt werden. Durch Korrosion des Betons sichtbare Bewehrungsstähle müssen entrostet werden. Bei den Hochdruckreinigungsverfahren ist auf eine ordnungsgemäße Entsorgung des mit Wasser gebundenen oder im Wasser gelösten Strahlgutes entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu achten. Zum Entrosten korrodierter Bewehrungsstähle dürfen nur mechanische Verfahren angewendet werden. Auf die freigelegte Bewehrung ist ein geeignetes Korrosionsschutzmittel aufzutragen.
- (5) Das Korrosionsschutzsystem muss mit dem zugehörigen Beschichtungssystem sowie dem eingesetzten Applikationsverfahren abgestimmt sein.
- (6) In Abhängigkeit vom Betoninstandsetzungssystem ist der Untergrund entsprechend den Vorgaben und dem Verfahrenshandbuch des Materialherstellers vorzubehandeln.
- (7) Die Fugen in gemauerten Kanälen und Schächten sind in einem ersten Schritt bis auf tragfähiges Material auszuräumen und grundzureinigen. Loses Material ist bis auf festes Material, ggf. mechanisch (z. B. mit Bauklammern, Winkelschleifgerät, Strahlgeräten) vollständig auszuräumen (siehe Anlage 5, Abbildung 1). In einem nächsten Schritt sind die Fugen feinzureinigen. Die Verfahren (z. B. Fräsen oder Strahlen), Materialien (z. B. Wasser oder Feststoff bzw. Wasser-Feststoff-Gemisch) und Drücke (z. B. Hochdruck bis 300 bar oder Höchstdruck

bis 800 bar) sind in Abhängigkeit der Festigkeit der vorhandenen Bausubstanz festzulegen und vor Ausführung vom AG bestätigen zu lassen.

- (8) In Abhängigkeit der Ausräumtiefe sind die Fugen lagenweise, ggf. mehrlagig und unter Beachtung der Herstellerangaben des Sanierungsmörtels wieder aufzubauen. Für Fugenmörtel sind sulfatbeständige, kunststoffmodifizierte, Mörtel einzusetzen. Das Material ist mit ausreichend Druck einzubringen, um einen hohlraumfreien Fugenaufbau sowie einen Verbund von Alt- und Neumaterial sicherzustellen. Das abschließende Fugenbild hat klinkerbündig zu erfolgen. Überstehende Mörtelreste sind glattzustreichen. Ein Materialschleier auf den Klinkersteinen wird akzeptiert (siehe Anlage 5, Abbildung 2).
- (9) Für die Ausbesserung von Kanälen und Schächten gelten die Ausführungen aus den Absätzen vorher. Der Bereich des Trockenwetterabflusses + 2 Klinkerhöhen bzw. der Bereich der Wasserwechselzone ist immer mit 10 mm zu beschichten (siehe Anlage 5, Abbildung 3).
- (10) Die vollflächige Beschichtung von Einzelflächen erfolgt nach der Fugensanierung, wie in den Absätzen (7) und (8) beschrieben, mit sulfatbeständigem, kunststoffmodifiziertem Mörtel in einer Wandstärke von 10 mm, wenn nicht anders gefordert (siehe Anlage 5, Abbildung 4). Bis zu einer Fugenausräumtiefe von ca. 10 mm kann das Verfugen und Beschichten in einem Arbeitsgang erfolgen.
- (11) Ausgebrochene Klinkerköpfe sind lagenweise zu egalisieren und flächig bündig zum restlichen Mauerwerk zu verputzen. Fehlende Klinker und größere Fehlstellen sind durch den Einsatz von Teilausklinkerungen auszubessern. Ggf. ist bei fehlenden und / oder losen Klinkern das umliegende Mauerwerk im „Pilgerschrittverfahren“ zu stabilisieren und erst anschließend der Neuaufbau fehlender / loser Klinker durchzuführen.
- (12) Trockenwetterrinnen aus Steinzeug-Halbschalen sind grundsätzlich im Kanal zu belassen, solange diese sicher und fest sitzen. Dies trifft auch bei gerissenen Halbschalen zu.
- (13) Bermen aus Klinkerplatten sind bei festem Sitz und gutem Zustand ebenfalls im Kanal zu belassen. Lockere Klinkerplatten sind zu entfernen. Die Fehlstellen sind mit Mörtel auszugleichen.
- (14) Bei gerissenen Natursteinblöcken in Kanälen und Schächten kann das Ausräumen der Fugen mit anschließendem Verschließen mittels Bewehrungsstäben und Sanierungsmörtel als Ausbesserungsvariante eingesetzt werden. Die Anwendung bedarf einer Einzelfallbetrachtung unter Beachtung des weiteren Schadensbildes im Kanal bzw. Schacht.

#### **4.2.2 Ausbesserung von nicht begehbaren Kanälen (Roboterverfahren)**

##### **4.2.2.1 Spezielle Anforderungen**

- (1) Die Reparatur von Schadstellen mittels Roboterverfahren hat unter den nachfolgenden Randbedingungen ohne Zulage zu erfolgen:
  - Arbeiten vom Hauptkanal aus mit  $\geq$  DN 200
  - Arbeiten in Seitenzuläufen DN 150 bis DN 200
  - Reichweite in den Anschlusskanal:  $\leq$  0,1 m (vom Hauptkanal aus)
  - Arbeiten in einer Entfernung  $\leq$  70 m vom Startschacht



Dies ist in die Einheitspreise einzukalkulieren und wird nicht gesondert vergütet. Bei der Reparatur von Schäden, welche nicht durch die oben angegebenen Randbedingungen abgedeckt werden, sind die Arbeiten auf Nachweis auszuführen.

- (2) Für Spachtel- und Verpressarbeiten sind Harze, Zementmörtel und kunststoffmodifizierte Mörtel zugelassen, welche dauerhaft chemisch beständig gegenüber häuslichem Abwasser sind. Die Eignung ist nachzuweisen.
- (3) Harz bzw. Mörtel müssen schwindfrei aushärten und unter Wasser applizierbar sein. Bei thermischer Reaktionsbeschleunigung ist ein geeigneter Nachweis über das Schwindverhalten zu führen.
- (4) Die physikalischen und umweltrelevanten Eigenschaften der für die Roboterarbeiten verwendeten Materialsysteme müssen durch ein anerkanntes oder akkreditiertes Prüflabor nachgewiesen werden. Hierzu sind rechtzeitig vor Bestellung Eignungsnachweise hinsichtlich des vorgesehenen Harzsystems/ der eingesetzten Materialkomponenten beim AG zur Prüfung und Freigabe einzureichen. Ergänzend zu den allgemeinen Anforderungen für Reparaturverfahren sind die Materialkennwerte und Nachweise für Haftzugfestigkeit, E-Modul, Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit und Formbeständigkeit in der Wärme nach (DIN EN ISO 75, 2020) zu erbringen.
- (5) Die Haftzugfestigkeit muss bei ordnungsgemäßer Vorbereitung der Sanierungsstelle nachweislich mindestens der des vorhandenen Rohrmaterials entsprechen und ist auf feuchtem und trockenem Untergrund sicherzustellen. Des Weiteren sind die Grenzwerte für Haftzugfestigkeiten von Betonersatzsystemen gemäß ZTV-ING einzuhalten.
- (6) Materialien auf Zementbasis bzw. kunststoffmodifizierte Spezialmörtel dürfen aus Gründen der Haftfestigkeit nur auf sandgestrahltem/ vorgefrästem Untergrund appliziert werden. Der AN trägt dabei die volle Haftung für unvollständige oder undichte Verbindungen, insbesondere bei der Verbindung mit Liner- oder Steinzeugmaterialien.
- (7) Sofern andere als vom Robotersystemhersteller empfohlene - und auf deren Eignung geprüfte - Harze oder Materialien zum Einsatz kommen sollen, ist eine Zulassungsbestätigung des Robotersystemherstellers oder durch den Anwender der Eignungsnachweis durch ein akkreditiertes Prüflabor für das vorgesehene Materialsystem zu erbringen. Die vorgenannten Unterlagen sind im Bedarfsfall dem Leistungsverzeichnis beizufügen.

#### **4.2.2.2 Vorgaben für die Durchführung von Roboterarbeiten**

- (1) Das Robotersystem muss mit einer ferngesteuert axial und radial schwenkbaren Farbkamera ausgestattet sein, die jeden Arbeitsgang permanent beobachten und auf Datenträger aufzeichnen kann. Der Nachweis über die erfolgreiche Durchführung der Roboterarbeiten erfolgt durch Videoaufzeichnung gemäß Forderungen nach Kapitel 3.3 in zwei Phasen:
  - vor der Sanierung (Ausgangszustand)
  - nach dem Fräsen (Zwischenzustand)
  - nach dem Spachteln, Schleifen (Endzustand)
- (2) Bei vorgesehenen Fräsarbeiten sind aufgrund ihrer Leistung in der Regel Frässysteme mit hydraulisch betriebenem Fräswerkzeug einzusetzen, sofern eine gleichwertige Leistung bei anderen Antriebsarten nicht nachgewiesen werden kann. Des Weiteren müssen diese die

gesetzlichen Lärmschutzvorgaben einhalten und ggf. entsprechende lärmschutzdämmende Eigenschaften aufweisen..

- (3) Sofern an den zu sanierenden Stellen aktuell infiltrierendes Grundwasser eine sichere, direkte Ausbesserung nicht erwarten lässt oder mit einem kurzfristigen Anstieg des Grundwasserdrucks gerechnet werden muss, ist eine partielle Vorabdichtung durch geeignete Injektion (gemäß Kapitel 4.3) zu veranlassen. Der AG ist hierüber unverzüglich zu unterrichten.
- (4) Die Vorabdichtung ist - wenn sinnvoll möglich - vor den Fräsarbeiten durchzuführen. Bei Erwartung zusätzlicher Undichtigkeiten durch die Fräsarbeiten ist die Vorabdichtung mit Injektionsmaterial nach den Fräsarbeiten durchzuführen. Es muss dann durch Nachfräsen sichergestellt werden, dass die anschließende Verspachtelung bzw. Verpressung nicht durch Injektionsmaterialrückstände behindert wird.
- (5) Die vorbereitenden Fräsarbeiten sind in abzusperrenden Haltungen unmittelbar vor der Sanierung durchzuführen. Zwischen Vorbereitung (Fräsarbeiten) und Sanierung dürfen die zu sanierenden Stellen nicht mehr von Abwasser überströmt werden.
- (6) Sämtliche zu sanierende Schadstellen sind bis auf den ordnungsgemäßen Haftgrund (gesundes Rohrmaterial) auszufräsen (Breite, Tiefe und Form nach den jeweiligen Systemherstellervorgaben) und mittels punktueller Hochdruckreinigung (siehe Kapitel 3.2) in einen haftfähigen Zustand zu versetzen. Die Fräsarbeiten haben kontrolliert und trümmerfrei zu erfolgen. Die zu verbindenden Oberflächen müssen frei von trennenden Stoffen wie Öl und Fett sowie frei von losen Bestandteilen sein.
- (7) Bei Arbeiten im Sohlbereich - bzw. unterhalb des aktuellen Wasserspiegels - sind oberhalb liegende Haltungen und Zuläufe abzusperren. Es darf kein Abwasser über die zu sanierenden Stellen fließen. Geringe temporäre Zuflüsse aus Wohngebäuden innerhalb der abgesperrten Haltung werden nur bei Arbeiten oberhalb des Wasserspiegels akzeptiert.
- (8) Die Rohrwandung darf in schadensfreien Bereichen durch Fräsarbeiten nicht beschädigt werden. Neue Schäden, die durch die Reparaturarbeiten verursacht wurden, sind auf Kosten des AN zu beseitigen.
- (9) Fräsarbeiten für Reparatur von undichten Muffenverbindungen:
  - Entfernen von Ablagerungen, Sinterungen oder Muffenversätzen mittels Plattenfräser. Das Angleichen von Muffenversätzen darf die Stabilität des Kanals nicht gefährden. Der Querschnitt darf durch das Verfahren nicht reduziert werden, scharfe Kanten sind abzuschleifen und es sind Übergänge herzustellen.
  - Ausfräsen der Fugen mittels Nutfräser bis zu einer ausreichenden Tiefe, um eine optimale Haftung des Klebers gewährleisten zu können. Von beiden Flanken der Rohrverbindung muss ca. 1,5 bis 2,5 cm abgetragen werden.
- (10) Fräsarbeiten für Reparatur von Rissbildungen:
  - Verwendung eines Nutfräasers für das Ausfräsen des vorhandenen Risses. Die Tiefe der Nut muss mindestens 2 bis 3 cm (bei Rohrwandungsstärken bis 45 mm mindestens 2/3 der Rohrwandung) betragen. Die Breite der Nut ist mit 2,5 bis 3,5 cm auszuführen.
  - Zunächst sind die Rissenden vorzufräsen. Danach ist der gesamte Riss zwischen den vorgefrästen Rissenden auszufräsen.
  - Bei Näherungen der Risse an die angrenzenden Rohrverbindungen sind die Rohrverbindungen nach Rücksprache beim AG ggf. mit zu verspachteln.

- (11) Die bei den Fräsarbeiten entstandene Fräsnut bzw. Rohrwandfehlflächen sind mit dem vorgegebenen Materialsystem blasenfrei und wasserdicht zu verfüllen.
- (12) Die Sanierungsleistungen sind grundsätzlich arbeitstäglich fertig zu stellen (fräsen und verpressen bzw. verspachteln). Längerfristiges Vorfräsen ohne Verfüllung/ Verpressung ist nicht gestattet.
- (13) Nach Aushärten des Materials sind sämtliche Materialübergänge (Rohrmaterial/ Verpress- bzw. Spachtelmaterial) sauber nachzuschleifen. Überschüssiges Verpress- bzw. Spachtelmaterial ist von schadensfreien Oberflächen grundsätzlich zu entfernen.
- (14) Die Sanierungsstellen sind vor den Vorfräsleistungen und unmittelbar vor Verpressung (Vorfräsleistungen im gesamten räumlichen Umfang sichtbar) auf Datenträger, unter Einblendung der Haltungsnummer, der Station und des Datums aufzuzeichnen. Hierzu kann die Roboterkamertechnik verwendet werden. Den Datenträgern (vor/ nach Fräsarbeiten) ist jeweils ein Verlaufsprotokoll unter Angabe der einzelnen Sanierungsstellenkenndaten und den jeweils zugehörigen Zählerständen beizufügen. Die Abnahmeinspektion wird separat durch den AG durchgeführt.
- (15) Sanierte Stellen mit optischen Auffälligkeiten, die eine Undichtigkeit vermuten lassen, werden dem AN vom AG angezeigt. Erkennt der AN an, dass die von ihm an diesen Punkten ausgeführte Reparatur undicht und somit mangelbehaftet ist, so hat er den Mangel zu beheben. Erkennt er den Mangel nicht an, so wird von einer Fachfirma im Auftrag des Auftraggebers die Reparaturstelle einer partiellen Dichtheitsprüfung unterzogen. Sollte sich die Stelle hierbei als undicht erweisen, so sind die Kosten für die Prüfung vom AN zu tragen. Wird hingegen festgestellt, dass die Reparaturstelle dicht ist, so übernimmt der AG die Kosten für die Dichtheitsprüfung.
- (16) Mangelhaft ausgeführte Sanierungsstellen sind auf Kosten des AN vollständig frei zu fräsen und erneut zu sanieren.

#### **4.2.2.3    Ausbesserung der Einbindung von Anschlussleitungen**

- (1) Die folgenden Vorgaben für die Ausbesserung der Einbindung von Anschlussleitungen sind zu beachten und in die Kalkulation der Einheitspreise des Leistungsverzeichnisses einzurechnen, soweit keine anderen Angaben gemacht werden.
- (2) Wurde vorab im Hauptkanal ein Liner eingezogen, so sind ggf. nach dem Öffnen des Anschlusses sowohl der durch das Fräsen ausgefrante Randbereich des Liners sowie die Innenfolie des Liners im Anbindebereich für die anschließende Anschlusseinbindung abzuschleifen.
- (3) Als Verankerung und zur Vergrößerung der Haftfläche des Klebers wird rund um den Anschluss mit dem Scheibenfräser eine Nut eingefräst. Dem Kleber muss genügend Raum zum Verfließen geschaffen werden (mindestens halbe Breite des Anschlussfräasers).
- (4) Bei zurückliegenden Stützen sind die Anschlussöffnungen im Einzelfall ggf. zu vergrößern. Einragende Teile und Hindernisse im Arbeitsbereich der Anschlussleitung sind zu beseitigen.
- (5) Der Anschlussbereich ist blasenfrei, wasserdicht und Hohlraum stabilisierend zu verpressen. Hierzu ist im Hauptkanal eine zumindest partielle Schalung zu verwenden. Die Injektionsgaben sind dosiert und ggf. mehrfach vorzunehmen, die Reaktionszeiten sind auf die jeweili-

gen Schadensbilder abzustimmen. Ggf. durch Umläufigkeit in den Kanal/ die Leitung einge-  
drungenes Verpressmaterial ist unverzüglich zu beseitigen. Die Materialübergänge zwischen  
Hauptrohroberfläche und Anschlussbereich sind sauber nachzuschleifen.

- (6) Querschnittsreduzierungen in den Anschlussleitungen und hydraulisch ungünstige Einlaufbe-  
reiche dürfen nicht entstehen. Aus diesem Grund sind die Zulaufbereiche im Anschlussquer-  
schnitt ggf. nachzuschleifen.

## **4.3 Injektionsverfahren**

### **4.3.1 Spezielle Anforderungen**

- (1) Für die Durchführung von Injektionen und den Einsatz von Injektionsmitteln sind besonders die  
Anforderungen der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ zu be-  
achten, nachgeordnet die ZTV-ING und (DWA-M 143-8, 2017).
- (2) Risse und Hohlräume müssen durch das gewählte Injektionsmaterial/ -verfahren vollständig  
verfüllt und dicht abgeschlossen werden.
- (3) Der maximale Injektionsdruck ist auf das zu injizierende Bauteil abzustimmen, so dass eine  
Schädigung der vorhandenen Substanz ausgeschlossen werden kann.

#### **Qualifikation**

- (4) Als Qualifikationsnachweis des für die Baumaßnahme vorgesehenen Baustellenleiters (siehe  
Kapitel 4.1.1) wird die Bescheinigung des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e.V. (SIVV-  
Schein) mit aktueller Gültigkeit oder gleichwertig gefordert.

#### **Material**

- (5) Für das Injektionsgut muss der Nachweis der Umweltverträglichkeit erbracht werden. Das In-  
jektionsgut darf keine Stoffe abgeben, die den Kanal, das umgebende Erdreich und Grundwas-  
ser schädigen. Es werden anorganische, zementgebundene Injektionsgüter und organische In-  
jektionsgüter auf Basis von Kunststoffen unterschieden.
- (6) Die Eigenschaften des Füllstoffes müssen für den Anwendungsfall geeignet sein. Es dürfen nur  
Materialien eingesetzt werden, für die ein Eignungsnachweis eines akkreditierten Prüflabors  
vorliegt. Die zur Injektion eingesetzten Materialien müssen grundsätzlich von einem Hersteller  
und im Anwendungssystem für den Anwendungsfall aufeinander abgestimmt und geprüft sein.
- (7) Zur Herstellung einer begrenzt dehnfähigen Verbindung von Rissflanken durch Injektion dürfen  
nur geeignete, zweikomponentige Polyurethanharze (PUR-I gemäß DAfStb-Richtlinie) verwen-  
det werden.
- (8) Bei druckwasserführenden Rissen ist eine vorangehende Injektion mit Polyurethanschaum  
(SPUR-I) zur Herabsetzung des Wasserzutritts erforderlich. Unmittelbar anschließend ist der  
Riss mit einer Polyurethanharzinjektion (PUR-I) dauerhaft abzudichten.
- (9) Für das kraftschlüssige Füllen von Rissen und Hohlräumen durch Injektion sind in der Regel  
Epoxidharze (EP-I) sowie Zementleime (ZI-I) und Zementsuspensionen (ZS-I) einzusetzen.
- (10) Nach vorangegangenen Füllungen mit Kunststoffen (EP-I und PUR-I) in Rissen und Hohlräu-  
men ist die Injektion von Zementleim oder Zementsuspension nicht zulässig.

- (11) Materialien zur Verfüllung von Hohlräumen müssen nach Aushärtung den Hohlraum tragfähig stabilisieren und sicher gegen Einbruch schützen.

- (12) Für im Bauteil verbleibende Packerteile sind nicht rostende Werkstoffe einzusetzen.

#### **Eigen- und Fremdüberwachung**

- (13) Der Kolonnenführer muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.
- (14) Zur Sicherstellung der Qualitätsanforderungen auf der Baustelle sind Rückstellproben des Injektionsmittels (mindestens eine pro Arbeitstag) herzustellen und in Absprache mit dem AG entsprechend (DIN 4093, 2015) und ZTV-ING zu prüfen.
- (15) Der Materialverbrauch an Injektionsgut muss dokumentiert werden, z. B. durch Pumpenhubzähler, Durchflussmengenmessung oder andere Überwachungsmethoden (Bauüberwachung).

#### **4.3.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Sind im Vorfeld der Injektionen Fräsarbeiten zur Beseitigung von Hindernissen oder verfestigten Ablagerungen erforderlich, so sind alle Anforderungen hinsichtlich des einzusetzenden Frässystems und der Durchführung der Fräsarbeiten gemäß Abschnitt 4.2.2.2 zu beachten. Inkrustationen dürfen nur in Absprache mit dem AG beseitigt werden.
- (2) Die zu sanierenden Bereiche sind direkt vor dem Einbringen der Injektionen gründlich durch Hochdruckspülung zu reinigen (siehe auch Kapitel 3.2). Die Rissflanken müssen frei von haftungsmindernden Verunreinigungen sein.
- (3) Bei Arbeiten im Sohlbereich bzw. unterhalb des aktuellen Wasserspiegels sind oberhalb liegende Haltungen und Zuläufe abzusperren. Es darf kein Abwasser über die Bereiche der Injektionsstellen fließen. Geringe temporäre Zuflüsse aus Grundstücken, Straßeneinläufen u.ä. innerhalb der abgesperrten Haltung werden nur bei Arbeiten oberhalb des Wasserspiegels im Kanal akzeptiert.
- (4) Offene Risse sind vorab oberflächlich zu verschließen (verdämmen). Die Verfügung von Mauerwerk ist in Abhängigkeit des vorhandenen Zustandes ggf. vollständig wiederherzustellen. Der Untergrund der zu verdämmenden Bereiche muss ausreichend tragfähig sein.
- (5) Hohlräume im Bettungsbereich von begehbaren Kanälen sind zu injizieren. Dazu sind Bohrungen sowohl zur Verfüllung als auch zur Entlüftung herzustellen. Es ist sicherzustellen, dass die für die Standsicherheit erforderliche Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird.
- (6) Vor Beginn der Injektionsarbeiten ist ein Injektionsplan zu erarbeiten. Die Anordnung der Packer muss dem Bauteil, dem vorgefundenen Schadensbild sowie dem eingesetzten Injektionssystem entsprechen. Der AN hat sich den Injektionsplan vom AG vor Beginn der Arbeiten abnehmen zu lassen. Für Hohlrauminjektionen sind die Injektionsstellen in einem der Art und dem Ausmaß des Gefügeschadens entsprechenden Raster anzuordnen.
- (7) Bei der Verwendung von Zementleim oder -suspension sind trockene Rissflanken grundsätzlich vorzunässen.

#### **4.3.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) Zum Anmischen des Injektionsgutes muss den Forderungen der Anwendungsrichtlinien der Hersteller entsprochen werden. Die Injizierbarkeit des Füllstoffes während der zulässigen Verarbeitungszeit muss, gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen in entsprechenden Anlagen oder im Injektionsgerät, aufrechterhalten werden.
- (2) Die zulässigen Temperaturbereiche für die Anwendung der Injektionsmaterialien und die produktspezifischen Angaben der Hersteller sind grundsätzlich einzuhalten. Dies ist zwingend durch Messungen zu kontrollieren und zu protokollieren.
- (3) Aus wassergesättigten Bauteilgefügen ist das Wasser im Rahmen der Injektion zu verdrängen. Bei druckwasserführenden Rissen ist das Herausspülen des Injektionsmittels wirksam zu verhindern (z.B. Verdämmen oder schnelles Aufschäumen).
- (4) Die Injektion kann über Klebe- bzw. Bohrpacker erfolgen. Die Packer müssen so ausgebildet sein und befestigt werden, dass sie in Verbindung mit dem Bauteil dem Injektionsdruck standhalten.
- (5) Die Injektionen sind dosiert und ggf. mehrfach innerhalb der vorgegebenen Gebindetopfzeit vorzunehmen. Die Packerstandzeiten sind auf das jeweilige Injektionsmittel abzustimmen. Injektionsmaterial, das durch Umläufigkeit in den Kanal eingedrungenes ist, ist unverzüglich zu beseitigen.

#### **4.3.4 Injektion in nicht begehbaren Kanälen und in einbindenden Anschlusskanälen (Rohrschaft- und Stutzenverpressung im Injektionsverfahren)**

- (1) Einsatzbereiche sind
  - bei der Riss- und Scherbensanierung im Rohrschaft des Hauptkanals der Nennweitenbereich DN 150 bis DN 600 und
  - bei der Stützsanierung der Nennweitenbereich DN 200 bis DN 600 (Hauptkanal) und DN 100 bis DN 200 (Anschlusskanal). Die Anschlusskanäle können auch tangential einbinden.
- (2) Typische Anwendungsfälle sind punktuelle (Einzellänge bis 1 m im Rohrschaft bzw. bis 60 cm in den Anschlusskanal) Risse, Scherben, fehlende Wandungsteile und Löcher im Altkanal mit und ohne Grundwassereinbruch. Diese Schäden sind so zu reparieren, dass die Rohre ohne Querschnittsverengung durch die Injektion eine äußere Verstärkung erhalten und die Bettung stabilisiert wird.
- (3) Zugelassen werden nur Verfahren, welche eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) besitzen. Alternativ kann durch den AN eine gleichwertige Zulassung eines akkreditierten Prüfinstitutes vorgelegt werden, wenn der AN damit den Nachweis der vollständigen Gleichwertigkeit erbringen kann.
- (4) Die Deformationen im Kanal dürfen nicht größer als 5 % bezogen auf den Rohrdurchmesser sein.
- (5) Voraussetzung für den Einsatz ist eine Zugänglichkeit der Schadensstelle von zwei Seiten, da die Injektion über ein nicht selbst fahrendes, über eine Seilwinde einzuziehendes, Packersystem erfolgt.

- (6) Für die Vor-, begleitenden und Nacharbeiten gelten die Anforderungen und Festlegungen aus Kapitel 4.2.2. (Roboterarbeiten).
- (7) Für die Injektionsarbeiten am Rohrschaft ist ein Zwei-Komponenten-Polyurethanharz (nach (DIN 16945, 1989)) und für die Injektionsarbeiten am Stutzen ist ein Zwei-Komponenten-Silikatharz einzusetzen. Durch den Anwender sind die entsprechenden Eignungsnachweise durch ein akkreditiertes Prüflabor für das vorgesehene Materialsystem zu erbringen. Die vorgenannten Unterlagen sind vom AN rechtzeitig vor seiner Bestellung beim AG zur Prüfung und Freigabe einzureichen. Die Materialien müssen unter Wasser applizierbar sein.
- (8) Bei Radialrissen, Scherben und Längsrissen im Hauptkanal, die vom Stutzen ausgehen, sind diese bis zu einer Länge von 20 cm in einem Arbeitsgang mit dem Zwei-Komponenten-Silikatharz der Stutzenreparatur mitzusaniern. Die Elastizität des Materials ist dringend erforderlich und zu überprüfen. Bei Aufforderung durch den AG ist ein Muster abzugeben. Im Kolben muss eine Kamera vorhanden sein, die den gesamten Sanierungsprozess, auch im Anschlusskanal, überwacht. Die Ergebnisse sind dem AG im Rahmen der Abschlusssdokumentation zu übergeben.
- (9) Nach erfolgter Injektion darf der Abflussquerschnitt nicht vermindert sein. Materialüberschuss innerhalb des Rohrquerschnitts ist vom AN schonend zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen.

#### **4.4 Abdichtungsverfahren**

##### **4.4.1 Spezielle Anforderungen**

- (1) Zugelassen sind ausschließlich Systeme, für die eine Eignungsprüfung durchgeführt wurde. Hierbei müssen die mechanischen Kennwerte E-Modul, Formverhalten (Schwundverhalten, Kriechneigung) und Abriebbeständigkeit, Beständigkeit gegen Hochdruckreinigung, die chemische Beständigkeit sowie die Wasserdichtheit und Haftzugfestigkeit nachgewiesen worden sein. Der Eignungsnachweis gilt als erbracht, wenn eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das DIBt für das System vorliegt.
- (2) Im Rahmen dieser ETV werden für Abdichtungsverfahren ausschließlich Kurzliner und Innensmanschetten ohne Verklebung betrachtet. Auf Hutprofile, T-Stücke und Linerendmanschetten wird innerhalb der Renovierung unter Anbindung von Anschlussleitungen und Schächten eingegangen.
- (3) Für Kurzliner ist ein guter Stoffschluss zwischen dem Abdichtungsmaterial und dem Rohrmaterial entscheidend für die Qualität, Dichtheit und Langlebigkeit der Reparatur. Die Feuchtigkeitsverträglichkeit, Haftzugfestigkeit sowie die chemische Beständigkeit sind im Rahmen der Eignungsprüfung nachzuweisen. Das eingesetzte Reaktionsharzsystem muss den Anforderungen des Arbeitsblattes (DWA-A 143-7, 2017) entsprechen.

##### **Material**

- (4) Folgende Anforderungen werden an Materialien für Kurzliner gestellt:
  - Korrosionsbeständiges Trägermaterial (z. B. ECR-Glas, in Sonderfällen Synthesefaser),
  - aufkaschierte Folie auf der Innenseite des Kurzliners,

- schrumpfungssarme Reaktionsharze aus Epoxidharz, Polyurethanharz, Methacrylat-Harz oder Silikatharz bzw. in Sonderfällen ungesättigtes Polyesterharz und Venylesterharz.
- (5) Nach Härtung muss der Kurzliner, bestehend aus mehrlagigem Trägermaterial und Harz, eine Wanddicke von mindestens 3 mm aufweisen.
  - (6) Für Innenmanschetten kommen Edelstahl-Manschetten mit elastomerer Abdichtung und Elastomermanschetten mit Edelstahlspannbändern (Abdichtung über Anpressdruck – keine Verklebung!) zum Einsatz, wobei Elastomermanschetten mit Edelstahlspannbändern im nichtbegehbaren Bereich nur in den Anbindungsbereichen zum Schacht eingesetzt werden.

#### **Eigen- und Fremdüberwachung**

- (7) Für die Arbeitsphasen der Herstellung sowie der Applikation der Kurzliner bzw. Innenmanschetten ist eine Eigen- und Fremdüberwachung zur Qualitätssicherung durchzuführen. Abweichungen von den auf Eignung geprüften Materialsystemen des Herstellers, siehe Absatz (1), sind nicht zulässig.

#### **4.4.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Sind im Vorfeld der Abdichtungsarbeiten Fräsarbeiten zur Beseitigung von Hindernissen oder verfestigten Ablagerungen erforderlich, so sind alle Anforderungen hinsichtlich des einzusetzenden Fräsrobotersystems und der Durchführung der Fräsarbeiten gemäß Abschnitt 4.2.2.2 zu beachten.
- (2) Bei mit Reaktionsharz getränkten Kurzlinern müssen die Klebflächen vorab vollständig angefräst bzw. Glasuren abgeschliffen werden. Der Untergrund muss vollständig angeraut werden. In Ausnahmefällen (bei Systemen, die nur an den Enden verklebt werden), muss ein rechnerischer oder experimenteller Beulnachweis geführt werden. Diese Leistungen sind in die Einheitspreise einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.
- (3) Vorhandene Grundwasserinfiltrationen sind verfahrensbedingt vor Einbau des Abdichtungssystems abzudichten. Hierfür sind die Vorgaben zu Injektionsarbeiten (Kapitel 4.3) zu beachten.
- (4) Die Klebeflächen sind unmittelbar vor der Reparatur vorzubereiten. Zwischen Vorbereitung (Fräsarbeiten, Reinigung) und Sanierung dürfen die zu sanierenden Stellen nicht mehr von Abwasser überströmt werden.
- (5) Die Applikationsstelle ist mittels punktueller Hochdruckreinigung (siehe Kapitel 3.2) und ggf. vorherigem zusätzlichem Fräsen (z.B. bei sehr glatten Oberflächen wie Steinzeug) in einen haftfähigen Zustand zu versetzen. Die Oberflächen müssen frei von trennenden Stoffen sowie frei von losen Bestandteilen sein.
- (6) Die vorbereitenden Arbeiten sind vor und nach der Ausführung (Klebeflächenvorbereitung, Grundwasserabdichtung) entsprechend den Vorgaben für Inspektionen (Kapitel 3.3) auf Datenträger aufzuzeichnen. Der Aufwand für diese Aufnahmen ist in die Einheitspreise einzukalkulieren.
- (7) Die Tränkung des Trägermaterials mit Reaktionsharz darf nur an sauberen, witterungsschutzten Arbeitsplätzen unter Einhaltung aller Anforderungen des Verfahrenshandbuches, der Herstellerangaben sowie der sicherheits- und unfalltechnischen Vorschriften erfolgen.



- (8) Beim Einsatz von Reaktionsharzen ist die Reaktionszeit des Harzes so einzustellen, dass die Positionierung des Kurzliners vor Reaktionsbeginn abgeschlossen ist.
- (9) Ist der Kurzliner aus mehreren Lagen aufgebaut, so sind die spezifischen Forderungen des Eignungsnachweises (z. B. DIBt-Zulassung) zu beachten, mindestens ist jedoch pro Lage eine Überlappung von 10 cm einzuhalten.

#### **4.4.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) Der Einbau ist unter ständiger Kamerabeobachtung durchzuführen (Anforderungen siehe Kapitel 3.3).
- (2) Die kleinste Kurzlinerlänge beträgt 0,5 m. Gemäß Regelwerk muss die Schadstelle beidseitig um 20 cm überragt werden. Bei Längsrissen hat eine Auskleidung des gesamten Rohres zu erfolgen (Mindestüberlappung über die Muffen hinaus 20 cm). Empfohlen wird eine maximale Kurzlinerlänge von 1,2 m. Längere Schadensbilder sind über serienversetzte Kurzliner abzubilden. Diese müssen sich jeweils um 20 cm überlappen. Hierbei ist die Fließrichtung zu beachten (siehe Bild 6 des Arbeitsblattes (DWA-A 143-7, 2017)). Da es sich um Reparaturen und damit um örtlich begrenzte Schäden und keinen Linerersatz handelt, wird eine Maximalzahl von drei Kurzlinern hintereinander empfohlen.
- (3) Um die Forderung des DWA-Arbeitsblattes (DWA-A 143-7, 2017) zu erfüllen, den Einbau ohne Abstreifen von Harz vorzunehmen, wird der Einsatz eines Packers mit Rollensatz empfohlen.
- (4) In Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen und des eingesetzten Harzes sind die Härtezeiten zu berücksichtigen. Beheizbare System reduzieren die Härtezeiten.
- (5) Mit Reaktionsharz getränkte Kurzliner müssen mit dem Altrohr sowohl auf feuchtem als auch auf trockenem Untergrund eine dauerhafte, kraftschlüssige Verbindung eingehen. Ein Verkleben auf PE und PP ist nicht möglich. Der Anpressdruck ist in Abhängigkeit vom Altrohrzustand, den Systemanforderungen und dem Sanierungsziel anzupassen und durch geeignete Maßnahmen zu dokumentieren. Der Druck ist solange aufrecht zu halten, bis der Kurzliner eine ausreichende Eigenstabilität besitzt.
- (6) In Anlehnung an (DIN EN ISO 11296-4, 2021) darf der Kurzliner nach dem Einbau keine Falten aufweisen. Die Linerübergänge an den Enden müssen schräg auslaufen und vollständig haften, um Beschädigungen aus dem Betrieb und Verstopfungen zu vermeiden. Das Trägermaterial des Liners muss nach dem Einbau vollständig in Harz eingebettet sein.
- (7) Die kleinste Manschettenlänge beträgt 0,5 m, Ausnahme sind die Linerendmanschetten. Gemäß Regelwerk muss die Schadstelle beidseitig um 20 cm überragt werden. Bei Längsrissen hat eine Auskleidung des gesamten Rohres zu erfolgen (Mindestüberlappung über die Muffen hinaus 20 cm). Empfohlen wird eine maximale Manschettenlänge von 1,2 m. Längere Schadensbilder sind über serienversetzte Innenmanschetten abzubilden. Diese müssen sich jeweils um 10 cm überlappen. Bei einer Hintereinanderreihung mehrerer Einzelmanschetten sind die unterschiedlichen Durchmesser im Überlappungsbereich zu beachten. Hierbei ist die Fließrichtung zu berücksichtigen (siehe Bild 4 des Merkblattes (DWA-M 143-5, 2014)). Da es sich um Reparaturen und damit um örtlich begrenzte Schäden und keinen Linerersatz handelt, wird eine Maximalzahl von drei Innenmanschetten hintereinander empfohlen.

- (8) Die Abnahmeinspektion erfolgt grundsätzlich nur haltungsweise unter Berücksichtigung der Forderungen gemäß Kapitel 3.3.

## 5 Renovierung

- (1) Die Anforderungen an den renovierten Kanal entsprechen denen an ein neues System. Die in den technischen Regelwerken (**Anlage 2**) aufgeführten Mindestanforderungen hinsichtlich Dichtheit, Beständigkeit gegen kommunales Abwasser, gegen Wurzeleinwuchs, Abrieb (gemäß Darmstädter Kipprinnenversuch nach (DIN EN 295, 2013) bzw. (DIN CEN/TR 15729, 2010)) und Hochdruckspülung ( (DIN 19523, 2008)), hydraulisch und statisch ausreichender Dimensionierung (gemäß Kapitel 3.5), Betriebssicherheit und Umweltverträglichkeit der eingesetzten Materialien sind einzuhalten und nachzuweisen.

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

- (1) Die Verarbeitung aller im Leistungsverzeichnis aufgeführten Produkte muss gemäß den Verarbeitungsrichtlinien, Ausführungsanweisungen, technischen Merkblättern und den Sicherheitsdatenblättern der Materialhersteller erfolgen.
- (2) Die Vorgaben der (DIN EN ISO 11296-1, 2018) (Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen –Freispiegelleitungen-, Teil 1: Allgemeines) sind einzuhalten.
- (3) Sämtliche geforderte Nachweise sind von einem hierfür akkreditierten Prüflabor zu erbringen, welches im Besitz einer Akkreditierung des Deutschen Akkreditierungsrates ist. Mindestanforderung ist die Akkreditierung nach (DIN EN ISO 17025, 2018) für sämtliche beauftragte Materialprüfungen und damit zusammenhängender national und international gültiger Normen.

#### 5.1.1 Qualifikationsnachweis

- (1) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer muss mit Angebotsabgabe und während der Werkleistung die erforderliche Qualifikation (Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit) nachweisen.
- (2) Die Anforderungen der vom Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. herausgegebenen Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 sind für die nachstehend angegebene(n) Beurteilungsgruppe(n) zu erfüllen und mit Angebotsabgabe nachzuweisen:
  - S21.1 - Rohrstrangverfahren
  - S21.2 - Close-fit-Verfahren
  - S21.3 - Einzelrohrverfahren
  - S21.7 - Schlauch-Lining, Warmhärtung (Wasser)

- S27.2 - Schlauch-Lining, Warmhärtung (Dampf)
  - S27.3 - Schlauch-Lining, Licht-Härtung (UV)
  - S42.1 - Maschinelle Beschichtung
  - S42.2 - Händische Beschichtung
  - S42.4 - Fugensanierung
  - S45.1 - Montageverfahren (Rohrsegment-Lining)
- (3) Der Nachweis gilt als erbracht, wenn der Bieter die Erfüllung der Anforderungen und die Gütesicherung des Unternehmens nach Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 mit dem Besitz des entsprechenden RAL-Gütezeichens Kanalbau für die geforderte(n) Beurteilungsgruppe(n) nachweist.
- (4) Der Nachweis gilt insbesondere als gleichwertig erbracht, wenn der Bieter die Erfüllung der Anforderungen durch einen Prüfbericht entsprechend Güte- und Prüfbestimmungen Abschnitt 4.1 für die geforderte(n) Beurteilungsgruppe(n) nachweist und eine Verpflichtung vorlegt, dass der Bieter im Auftragsfall für die Dauer der Werkleistung einen Vertrag zur RAL-Gütesicherung GZ 961 entsprechend Abschnitt 4.3 abschließt und die zugehörige „Eigenüberwachung“ entsprechend Abschnitt 4.2 durchführt.
- (5) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer hat zur Angebotsabgabe eine Referenzliste mit bereits ausgeführten Projekten des ausgeschriebenen Systems aus den letzten 3 Jahren vorzulegen.
- (6) Der Bieter oder ggf. sein Nachunternehmer hat zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe nachzuweisen, dass der vorgesehene, namentlich zu benennende, örtliche Baustellenleiter der Firma über einen anerkannten und aktuellen Ausbildungsnachweis verfügt. Das Qualifikationszertifikat muss ausreichende Fachkenntnis hinsichtlich der Ausführung sachgerechter Schutz- und Reparaturmaßnahmen, Fachkenntnisse über einzusetzende Werkstoffe und Arbeitsmittel sowie über Verfahren zur Schadenserkenkung und deren Beseitigung bestätigen.
- (7) Des Weiteren muss der Kolonnenführer den Nachweis erbringen, dass er in das zur Anwendung kommende Verfahren vom System-/ Materialhersteller eingewiesen wurde (schriftliche Bestätigung durch den System-/ Materialhersteller).
- (8) Eine Kopie der Zertifikate ist dem Angebot beizulegen. Sofern der Bieter beabsichtigt, Teilleistungen weiter zu vergeben, sind bei Abgabe des Angebotes die Nachunternehmer schriftlich zu benennen und die notwendigen Zertifikate von diesen einzureichen.

#### **5.1.2 Material**

- (1) Sämtliche zur Verwendung vorgesehenen Materialien und Produkte sind vom AN rechtzeitig vor seiner Bestellung beim AG zur Prüfung und Freigabe einzureichen. Eine Bestellung des AN vor Freigabe durch den AG erfolgt auf Risiko des AN. Mögliche Folgekosten gehen zu seinen Lasten.
- (2) Zur Sicherstellung von gleich bleibenden Qualitäten hat der Bieter bei Angebotsabgabe nachzuweisen, dass die Hersteller der für das Renovierungsverfahren maßgebenden Materialien ein Zertifikat gemäß (DIN EN ISO 9001, 2015) für das jeweilige Lieferwerk besitzen. Es

sind ausschließlich Materialien zugelassen, deren Produkteigenschaften während der laufenden Fertigung durch interne und/ oder externe Qualitätskontrollen permanent überprüft werden.

### **5.1.3 Eigenüberwachung**

- (1) Der AN hat eine Eigenüberwachung gemäß Abschnitt 4.2 der RAL-Gütesicherung GZ 961 des Deutschen Institutes für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. oder gleichwertiger Art durchzuführen und dem AG nachzuweisen.
- (2) Der AN oder ggf. sein Nachunternehmer ist verpflichtet, während der gesamten Dauer der Renovierungsarbeiten eine kontinuierliche Eigenüberwachung durchzuführen. Dies bezieht sich insbesondere auf alle Produkt bestimmenden Prozesse (entsprechend Verfahrenshandbuch) und die Kontrolle der zu sanierenden Bauteile (z.B. Zustand und Beschaffenheit der Rohr- oder Schachtwandung), des einzusetzenden Materials und der Witterungsbedingungen. Die Ergebnisse der Eigenüberwachungen sind im Bautagebuch festzuhalten.

## **5.2 Auskleidungsverfahren**

- (1) In dieser ETV werden ausschließlich die Auskleidungsverfahren:
  - Einzelrohr-Lining,
  - Vor Ort härtendes Schlauch-Lining,
  - Montageverfahren/ Rohrsegment-Liningnäher betrachtet.

### **5.2.1 Liningverfahren mit vorgefertigten Rohren mit Ringraum (Einzelrohr-Lining)**

#### **5.2.1.1 Spezielle Anforderungen**

- (1) Für die zum Einsatz kommenden Systeme sind über die Nachweise gemäß den Kapiteln 5 und 5.1 hinaus die folgenden Nachweise zu erbringen:
  - Schlagzähigkeit des Materials gemäß (DIN EN ISO 179, 2022)
- (2) Beim Einschub- und Einzugverfahren ist zusätzlich der Nachweis zur Aufnahme der zulässigen Schub-/ Zugkräfte vorzulegen.  
**Material**
- (3) Vor Einbau der Rohre sind Werksbescheinigungen und –zeugnisse der Hersteller für die Materialkennwerte der eingesetzten Rohre und der Charge des Ringraumfüllstoffes vorzulegen.
- (4) Es sind die folgenden Rohrmaterialien zugelassen

- PE-HD  
Nach (DIN 8074, 2022) und (DIN 8075, 2018) mit coextrudierter heller Innenschicht (nach RAL 7040).
  - PP  
Nach (DIN 8077, 2008) und (DIN 8078, 2008) mit coextrudierter heller Innenschicht (nach RAL 7040).
  - GFK  
Kreisrunde Rohre nach (DIN EN 14364, 2013), NC-Rohre (nicht kreisrunde) nach (ISO 16611, 2017) und (DIN ISO 16611, 2020), aus ungesättigtem Polyesterharz (UP) gemäß (DIN 16946-2, 1989) und nach (DIN EN 13121-1, 2021), Tabelle 2, geeignet für die chemische Beanspruchung für die Bereiche kommunales Abwasser und Regenwasser, d. h. für den pH-Wertebereich von 4,5 bis 10. Nachweis der Beständigkeit über die Einlagerung in den Medien: 10%ige Schwefelsäure, 1 %ige Natronlauge, 5 %ige Peroxidlösung für 28 Tage bei 23°C. Der Nachweis ist bei folgenden zulässigen Abweichungen in % nach der Einlagerung erbracht: Gewicht/ Masse = 2 %, Biegefestigkeit = 20 %, Biege-E-Modul = 20 %. Alternativ wird der Nachweis der Dehnungskorrosion nach (ISO 10952, 2021) für den pH-Wertebereich von 4,5 bis 10 akzeptiert.  
  
E-CR-Glas gemäß (DIN EN ISO 2078, 2022) und (DIN 1259-1, 2001) und Quarzsand, feuergetrocknet, Korngröße <1,0 mm. Es dürfen nur inerte Füllstoffe verwendet werden. Die Mitverwendung von karbonathaltigen Füllstoffen oder Kalziumkarbonat ist nicht zugelassen.
- (5) Sofern Schweißverbindungen bei PE-HD- und PP-Rohren für Rohrverbindungen und Zulauferverbindungen erforderlich werden, dürfen diese nur nach (DVS 2207, 2015) von nachweislich ausgebildetem Schweißerfachpersonal ausgeführt werden. Qualitätsnachweise, Schulungsmaßnahmen und Unterweisungen sind zu dokumentieren und dem AG zu übergeben.
- (6) Als Ringraumfüllstoff ist ein dichterederter, ausreichend fließfähiger, gleichmäßiger Porenleichtbeton mit einer Wichte zu verwenden, welche der statischen Berechnung der Montagezustände entspricht. Die Schaumstabilität muss über den gesamten Aushärtvorgang und für jede Einzelmischung sichergestellt sein. Die Abbindezeit des Verfüllstoffes sollte nach den örtlichen Gegebenheiten einstellbar sein. Des Weiteren ist auf eine Entmischungsstabilität, eine auf die Randbedingungen abgestimmte Pumpfähigkeit und ein geringes Wasserabsetzverhalten des Verfüllstoffes zu achten. Die Druckfestigkeit nach 28 Tagen muss den Wert erreichen, der der statischen Berechnung des Betriebszustandes entspricht. Das Schwindmaß des Materials darf 1 % nicht überschreiten.

#### **Rohrverbindungen**

- (7) Beim Einschubverfahren ist sicherzustellen, dass bei der Rohrkoppelung ein unbeabsichtigtes Einschieben in die Rohrleitung verhindert wird und die Rohrmodule in der benötigten Tiefe in die Muffen eingesteckt werden.
- (8) Die Rohrverbindungen sind nach (DIN 4060, 2016) und (DIN EN 681-1, 2006) i. d. R. als Steckverbindung mit Profillippendichtring auszubilden. Diese sind so in die Rohrwand zu integrieren, dass sie weder nach innen noch nach außen überstehen. Die Maßgenauigkeit der Steckverbindungen muss durch eine Abnahmebescheinigung des Rohrerstellers dokumentiert werden.

- (9) Die Einzelrohre können auch durch Verschweißen miteinander verbunden werden. In diesem Fall gelten die Forderungen aus (5).
- (10) Die erforderliche Außendruckfestigkeit der Steckverbindung ist in Abhängigkeit der maximal entstehenden Drücke (Verdämmung bzw. Grundwasser) nachzuweisen.

#### **Eigen- und Fremdüberwachung**

- (11) Vor Verfüllung des Ringraums ist die für das Verfüllmaterial vorgesehene Rezeptur unter Angabe aller Massenteile und der erwarteten Gesamtmenge (zuzüglich Verlust) der Bauüberwachung vorzulegen. Die Materialdichte des Verfüllmaterials ist vor dem Verfüllvorgang durch eine Dichtemessung in einem Prüfbehälter zu bestimmen.
- (12) Bei jedem Füllvorgang sind mindestens 2 Rückstellproben des Dämmmaterials zu entnehmen und in geeignete Behältnisse (Würfel oder Zylinder) abzufüllen, zu kennzeichnen und dem AG zu übergeben. Die Entnahme erfolgt am Einfüllstutzen sowie beim Austritt des Dämmmaterials am Entlüftungsstutzen. Bei diskontinuierlichem Anmischen des Verfüllstoffes ist für jede Mischung die Überwachung der Materialdichte sicher zu stellen. Diese Aufwendungen sind in die Kosten für das Verdämmen des Ringraumes einzukalkulieren.

#### **5.2.1.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Scharfkantige, einragende Teile oder Versätze sowie einragende Hindernisse sind vor der Kalibrierung entsprechend den statischen Bedingungen zurück zu fräsen.
- (2) Die Kalibrierung zur Ermittlung des vorhandenen, minimalen Innendurchmessers und zur Konfektionierung der Rohre ist mit einem geeigneten Gerät vorzunehmen. Hierzu zählen z. B. durchziehbare Messkaliber, Deformations- oder Kalibermessgeräte. Rohrreduzierungen, -erweiterungen oder Richtungsänderungen sind exakt einzumessen und zu dokumentieren. Des Weiteren sind alle Vorgaben gemäß Kapitel 3.4 zu berücksichtigen.
- (3) Sämtliche Anschlüsse sind vor Einbau des Liningsystems mit Bezug auf den Startschacht hinsichtlich Entfernung und Lage im Rohrumfang präzise einzumessen und zu dokumentieren.
- (4) Das einzusetzende Fräsrobotersystem zur Hindernisbeseitigung und Einmessung muss die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.2.2 erfüllen.
- (5) Die zu sanierenden Haltungen sind direkt vor dem Einbau des Liningsystems gründlich durch Hochdruckspülung zu reinigen (gemäß Kapitel 3.2).
- (6) Vorhandene Grundwasserinfiltrationen sind verfahrensbedingt vor Einbau des Liningsystems abzudichten. Hierfür sind die Vorgaben zu Injektionsarbeiten (Kapitel 4.3) zu beachten.
- (7) Unmittelbar vor Einbau des Liningsystems sind alle vorbereitenden Maßnahmen sowie die Hindernisfreiheit durch eine TV-Inspektion gemäß den Vorgaben von Kapitel 3.3 zu überprüfen.

#### **5.2.1.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) Die Einschub- bzw. Einziehkkräfte dürfen die maximal zulässigen Kräfte der Rohre nicht überschreiten. Die Kräfte, die auf das Rohrliningsystem wirken, müssen protokollarisch doku-

mentiert und dem AG im Rahmen der Abschlussdokumentation übergeben werden. Zur Vermeidung einer Überschreitung der maximal zulässigen Zugkräfte dürfen nur Maschinen eingesetzt werden, die eine einstellbare Zuglastbegrenzung besitzen.

- (2) Zur Installation des Zugseiles ist ein Zugkopf zu befestigen, der so ausgebildet sein muss, dass er die auftretenden Zugkräfte aufnehmen kann. Wird ein Zugkopf mit Bolzen/ Schrauben am Liner befestigt, sind die auftretenden Flächenpressungen und Scherkräfte zu berücksichtigen.
- (3) Die Rohre sind entsprechend den Herstellerangaben zu transportieren und zu lagern. Rohre mit Transportschäden dürfen nicht eingebaut werden. Rohre aus PE-HD müssen auf der Baustelle grundsätzlich vor Sonneneinstrahlung geschützt gelagert werden.
- (4) Die Rohrkoppelung ist beim Einsatz von Einschubverfahren unter Nutzung einer Stopperplatte vorzunehmen.
- (5) Die Steckverbindungen sind unmittelbar vor und nach dem Zusammenfügen vom Monteur nochmals visuell zu prüfen.
- (6) Der Einbau der Rohrmodule ist so vorzunehmen, dass sich Anschlussöffnungen jeweils mittig in den jeweiligen Einzelrohren (nicht im Verbindungsbereich) befinden. Ggf. ist vorab auf Basis der Zulaufmessung vom AN ein Einbauplan zu erarbeiten.
- (7) Es ist darauf zu achten, dass die Verbindungen vor dem Zusammenfügen keine Verschmutzungen aufweisen.
- (8) Bei der Verbindung von Kunststoffrohren entstandene Schweißwülste sind auf der Rohrinnenseite fachgerecht zu entfernen.
- (9) Die eingebauten Rohre sind mittels Abstandshaltern im Kanal in ihrer Lage zu fixieren und gegen Aufschwimmen beim Verdämmvorgang zu sichern.
- (10) Nach Herstellung des Liners (vor Verdämmung) sind sämtliche Rohrverbindungen und Anschlussöffnungen mittels direkter bzw. indirekter Inspektion auf möglicherweise entstandene Lageabweichungen, Auswinkelungen und Undichtigkeiten hin zu überprüfen (Min/Max-Vermessung konisch verlaufender Rohrverbindungsspalte) und zu dokumentieren.
- (11) Nach der Inspektion ist der Ringspalt an den Schächten mit geeigneten Materialien (Mauerwerk, kunststoffmodifizierter Zementmörtel) zu verschließen. Diese Ringraumabschlüsse müssen den auftretenden Verdämmdrücken standhalten. In die Ringraumabschlüsse sind jeweils Einfüll- und (im Scheitel) Entlüftungsstutzen einzubauen und zu überwachen. Danach ist das Linersystem mit Wasser zu füllen und damit zu beschweren. Der Wasserinnendruck ist an das Maß des zu erwartenden Fülldrucks anzupassen.
- (12) Die Verdämmung kann nach vorheriger Absprache mit dem AG in Abhängigkeit von der Nennweite, der Haltungslänge und den örtlichen Randbedingungen in mehreren Abschnitten erfolgen. Die Unterteilung kann sich sowohl auf die Streckenlänge als auch auf die Hori-zonthöhe im Querprofil beziehen. Das Verdämmen hat entsprechend den Forderungen des statischen Nachweises bzw. der dort gemachten konstruktiven Vorgaben zu erfolgen. Das Produkt aus Dämmerdicke und Dämmerhöhe, welches der statischen Berechnung zugrunde gelegt wurde, darf nicht überschritten werden.
- (13) Die Verfüllgeschwindigkeit ist dem Ringraumvolumen anzupassen. Die rechnerisch ermittelte Verfüllmenge ist vor Beginn der Arbeiten zu protokollieren. Der Verfüllvorgang (vom Tiefpunkt der Leitung aus von unten nach oben, ggf. mit Pumpen) ist bis zur vollständigen

Ringraumverfüllung durchzuführen. Der Verfüllvorgang ist erst abgeschlossen, wenn die gemessene Materialdichte am Füll- und am Entlüftungsstutzen weitgehend übereinstimmt und das Verfüllmaterial an beiden Stutzen bis zum Abbinden sichtbar bleibt. Sofern die erwartete Verfüllmenge nicht ausreicht, ist die Aushärtung des verarbeiteten Füllstoffs abzuwarten und vorsichtig nach zu verfüllen. Der Fülldruck ist beim Pumpen über ein geeignetes Manometer am Einfüllstutzen zu kontrollieren. Parallel hierzu ist der Fülldruck innerhalb des Liners zu überwachen.

- (14) Die dauerhaft wasserdichte Anbindung des Rohrliners an die Schachtbauwerke und Schachtgerinne muss hinterwanderungsfrei sichergestellt werden. Die Schachtgerinne sind an das eingebaute Linersystem anzupassen.

## **5.2.2 Vor Ort härtende Schlauchliner**

### **5.2.2.1 Spezielle Anforderungen**

- (1) Soweit in den Ausschreibungsunterlagen keine anderen Angaben gemacht werden, sind alle Vorgaben und Forderungen des (DWA-A 143-3, 2014) in Verbindung mit dem (DWA-M 144-3, 2012) in der aktuell gültigen Fassung einzuhalten sowie alle geforderten Nachweise zu erbringen. Weichen Vorgaben und Forderungen in der Leistungsbeschreibung von denen der ETV bzw. des (DWA-A 143-3, 2014) und des (DWA-M 144-3, 2012) ab (Widersprüche im Vertrag), so gelten nacheinander:
  - a) Leistungsbeschreibung,
  - b) ETV,
  - c) (DWA-A 143-3, 2014) und (DWA-M 144-3, 2012).
- (2) Zugelassen sind ausschließlich Systeme, für die eine Eignungsprüfung durchgeführt wurde. Hierbei müssen über die Nachweise gemäß den Kapiteln 5 und 5.1 hinaus die folgenden Nachweise erbracht werden:
  - a) die genaue Rezepturbezeichnung bzw. Unterkategorie der Produktbezeichnung,
  - b) die Beschreibung der Materialzusammensetzung des Produktes,
  - c) die Beschreibung der Herstellung des Endproduktes unter Beschreibung der eingesetzten Technik,
  - d) der zulässige Anwendungsbereich des Produktes,
  - e) relevante Materialkennwerte des Produktes.

Der Eignungsnachweis gilt als erbracht, wenn eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das DIBt für das System vorliegt.

- (3) Der AG erhält auf Verlangen Einsicht in die schriftlichen Auswertungen sämtlicher Einzelprüfungen des Eignungsnachweises oder die DIBt-Zulassung für das angebotene Produkt in der jeweils gültigen Fassung.

#### **Material**

- (4) Es sind nur Werkstoffe (Harzsysteme, Trägermaterial, Folien und Beschichtungen) entsprechend den Vorgaben des (DWA-A 143-3, 2014) und (DWA-M 144-3, 2012) zugelassen. Alle



geforderten Materialkenndaten der Ausgangsstoffe und des Schlauchlinersystems sind anzugeben und die zu erbringenden Nachweise rechtzeitig vor Bestellung beim AG zur Prüfung und Freigabe einzureichen.

- (5) Sämtliche vorzulegende Materialkenndaten und Nachweise sind von einem hierfür akkreditierten Prüflabor zu erbringen.

#### **Eigenüberwachung**

- (6) Im Rahmen der Eigenüberwachung hat der AN sicherzustellen, dass für jede Schlauchliner- und Harzlieferrung vom Hersteller/ Lieferanten ein Werkszeugnis vorgelegt werden kann, welches die Kenndaten der Charge, Kontrolle der Harzviskosität und Härtingsdaten aufweist. Misch- und Imprägnierprotokolle sind bei werksseitig getränkten Schlauchlinern nach Vorschrift des Herstellers vor dem Einbau vorzulegen.

#### **Fremdüberwachung**

- (7) Im Rahmen der Qualitätssicherung werden von den vor Ort gehärteten Schlauchlinern Materialprobestücke im Auftrag des AG bei einem akkreditierten Prüflabor untersucht.
- (8) Die Probeentnahme erfolgt durch den AN zu seinen Lasten im Beisein des AG an einer zuvor mit dem AG abgestimmten Probeentnahmestelle (die Mindestprobengröße beträgt 20x Wanddicke in Umfangsrichtung und 35 cm in Längsrichtung). Ein Zwischenschacht ist zur Probenentnahme am besten geeignet, da dieser frei von Einbau-, Aufstell- und / oder Härte-technik ist. Die Materialprobe ist durch den AN in einer styroldichten Verpackung (bei UV-Härtung zusätzlich in UV-Licht-undurchlässiger Folie) dem AG zu übergeben. Der AN erkennt durch seine Unterschrift auf dem Probenbegleitschein an, dass die Materialprobe als repräsentativ betrachtet wird.
- (9) Die Baustellenproben werden grundsätzlich mindestens einmal pro Haltung bzw. Einbauabschnitt (d.h. Einzugs- oder Inversionsabschnitt) entnommen und von einem akkreditierten Prüflabor hinsichtlich Elastizitätsmodul, Biegespannung, Wanddicke und Dichtheit untersucht. Das Prüflabor wird durch den AG festgelegt. Die Beauftragung erfolgt durch den AG.
- (10) Neben der Dichtheitsprüfung an der Materialprobe wird durch den AG eine Dichtheitsprüfung nach Abschluss des Linereinbaus gemäß (DIN EN 1610, 2015) durchgeführt.

### **5.2.2.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Die zu sanierenden Haltungen sind direkt vor dem Schlauchlinereinbau gründlich durch Hochdruckspülung zu reinigen (gemäß Kapitel 3.2).
- (2) Einragende sowie scharfkantige Teile oder Versätze sind im erforderlichen Umfang vor dem Schlauchlinereinbau so anzugleichen, dass Beschädigungen des Schlauchliners ausgeschlossen werden. Jegliche sonstigen Hindernisse sind vorab zu entfernen. Sollten Hindernisse vorab nicht entfernt werden können, ist die Anwendung von separaten Gleitfolien erforderlich.
- (3) Sämtliche Anschlüsse sind vor Schlauchlinereinbau mit Bezug auf den Startschacht hinsichtlich Entfernung und Lage im Rohrumfang präzise einzumessen und zu dokumentieren. Bei nicht begehbaren Kanälen sind diese Einmessarbeiten mit demselben Gerät durchzuführen, welches später für das Öffnen der Anschlüsse verwendet wird.

- (4) Das einzusetzende Fräsrobotersystem zur Hindernisbeseitigung und Einmessung muss die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.2.2 erfüllen.
- (5) In Abhängigkeit des angebotenen Schlauchlinersystems und des Schadensbildes sind ggf. Grundwasserinfiltrationen vor Einbau des Schlauchliners abzudichten. Hierfür sind die Vorgaben zu Injektionsarbeiten (Kapitel 4.3) zu beachten.
- (6) Unmittelbar vor Einbau des Schlauchliners sind alle vorbereitenden Maßnahmen sowie die Hindernisfreiheit durch eine TV-Inspektion gemäß den Vorgaben von Kapitel 3.3 zu überprüfen.
- (7) Bei allen Schlauchliningverfahren 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.
- (8) Da bei begehbaren Haltungen die Materialprobe aus der Haltung zu entnehmen ist, ist eine glatte Kanalwandung an der Entnahmestelle für die Materialprobe z.B. durch Verputzen herzustellen. Die Entnahmestelle ist anschließend fachgerecht mit Handlaminat in Anpassung an das Schlauchlinermaterial zu verschließen.
- (9) Da bei nicht begehbaren Haltungen die Materialprobe aus einem Schacht zu entnehmen ist, ist durch den AN ein Probenstützrohr einzubauen, welches die Entnahme eines repräsentativen Probestückes gewährleistet.

#### **5.2.2.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) Der Umfang des Schlauchliners ist so zu dimensionieren, dass er nach dem Einbau ein form-schlüssiges Anliegen im zu sanierenden Rohr bzw. Kanal gewährleistet. Verfahrensbedingte Längen- und Waddickenänderungen sind bei der Dimensionierung zu berücksichtigen.
- (2) Bei Verfahren, bei denen der Schlauch eingezogen wird, dürfen für den Einzug des Schlauches nur Maschinen eingesetzt werden, die eine einstellbare Zuglastbegrenzung in Höhe der zulässigen Zugbelastung entsprechend der Eignungsnachweise (des Güteschutz-Handbuches bzw. der DIBt-Zulassung oder gleichwertiger Art) besitzen. Die Maschinen müssen eine kontinuierliche Erfassung und Dokumentation der Last ermöglichen. Die Aufzeichnungsprotokolle sind dem AG im Rahmen der Abschlussdokumentation vollständig zu übergeben.
- (3) Zur Inversion von Schläuchen in Kanälen sind Einführhilfen zu verwenden. Beim Einzugsverfahren muss ein Einführschutz zur Vermeidung von Beschädigungen des Schlauchliners installiert werden. Es ist auf schonende, möglichst kontinuierliche Inversion zu achten. Die Inversionsgeschwindigkeiten und -drücke gemäß Herstellerangaben sind einzuhalten.
- (4) Bei Sanierungsabschnitten mit Abwinkelungen im Streckenverlauf ist vor Beginn der Sanierungsmaßnahme die Gefahr des schadhafte Einbaus und einer möglichen Faltenbildung durch den AN zu prüfen. Ist durch das vom AN vorgesehene Einbauverfahren und Schlauchlinersystem eine Überschreitung der zulässigen Grenzwerte nach dem (DWA-M 144-3, 2012)

hinsichtlich der Faltenbildung zu erwarten, so hat der AN den AG zur Angebotsabgabe darüber zu informieren.

- (5) Die Schlauchliner sind vor ihrem Einbau sachgerecht zu lagern und gegen vorzeitige Aushärtung zu schützen.
- (6) Der Aushärtungsvorgang ist messtechnisch genau zu erfassen und zu dokumentieren.
  - Bei Warmhärtung ist der Temperaturverlauf auf der Innen- und Außenseite des Laminates beginnend von der Aufheizphase bis zum Ende der Abkühlphase aufzuzeichnen.
  - Bei Aushärtung mit UV-Licht ist der Druckverlauf, die Position des Lampenzuges, die Durchzugsgeschwindigkeit, der Funktionszustand der UV-Strahler und der Temperaturverlauf an der Innenseite des Laminates zu dokumentieren. Der gesamte Aushärtungsvorgang ist nach den Vorgaben des systemabhängigen Qualitätsmanagementhandbuchs auszuführen. Bei der Sanierung von Profilen, die nicht Bestandteil der Tabellen des Linerherstellers sind, müssen gemeinsam mit dem Linerhersteller auf das Profil abgestimmte Vorgaben zur Härtung erarbeitet werden.
  - Bei der Dampfhärtung sind die Dampftemperaturen sowie die Temperatur zwischen Schlauchliner und Altrohr mittels Temperaturmessgerät zu erfassen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den tiefsten Punkt zwischen Liner und Altrohr zu legen, da sich hier das Kondensat sammelt und das Laminat kühlt. Hier ist für eine kontinuierliche Kondensatabführung zu sorgen.

Die Protokolle sind dem AG im Rahmen der Abschlussdokumentation zu übergeben.

Alle verwendeten Messgeräte müssen regelmäßig kalibriert worden sein.

- (7) Der Druck, mit dem das Material an die Rohrwandung gepresst wird, muss während der gesamten Aushärtephase konstant sein und eine ausreichende Verdichtung des Laminates gewährleisten (mind. 0,5 bar zuzüglich der Differenz zwischen Grundwasser und der Rohrsohle). Ein Eindringen von Luft oder Wasser in das Laminat muss von innen und außen vermieden werden. Eine ausreichende Aushärtung der Harze gemäß den Vorschriften der Harzlieferanten ist zu gewährleisten.
- (8) Leistungen zum Abbau von Spannungen im Lining-Rohr, wie z. B. die Herstellung von Trennschnitten sowie deren Abdichten sind Nebenleistungen gemäß (DIN 18326, 2019).
- (9) Durch den AN ist sicherzustellen, dass kein schadstoffbelastetes Inversionswasser in die Vorflut gelangt.
- (10) Die Ringspalte an Schachtanschlüssen sind entweder vorbereitend durch das radiale Einlegen von quelfähigen Dichtungsbändern im Schachtanbindebereich oder aber nach Abklingen der Längenänderungsprozesse durch den fachgerechten Einbau von Linerendmanschetten (Edelstahl-Manschetten mit elastomerer Abdichtung oder Elastomermanschetten mit Edelstahlspannbändern, siehe auch Kapitel 4.4.1) abzudichten. Die Verspachtelung der Schlauchlineranten zur Schachtwand und zum Bankett ist fachgerecht mit GFK-Handlaminat oder einem dauerelastischen EP-Harz auszuführen. Hierbei handelt es sich um Besondere Leistungen nach (DIN 18326, 2019).
- (11) Ist eine Andübelung des Schlauchliners im Schachtgerinne vorgesehen, so sind hierfür Schrauben und Unterlegscheiben aus Edelstahl, Qualität 1.4571 (Handelsname V4A) zu verwenden. Der Schraubenabstand darf max. 25 cm betragen. Die Schrauben sind versenkt in den Schlauchliner einzubauen und wandungsbündig überzulaminieren.

#### 5.2.2.4 Qualitätssicherung

- (1) Kriterien zur Qualitätssicherung sind neben der Materialzusammensetzung die Kennwerte Elastizitätsmodul, Biegespannung und Wanddicke sowie die Dichtheit des eingebauten Schlauchliners und mögliche Faltenbildungen.
- (2) Nachzuweisen sind die Werte, die der DIBt-Zulassung bzw. den Eignungsnachweisen des Biebers zu Grunde gelegt sind (Sollwerte).
- (3) Die Festlegung von Maßnahmen bei Nichteinhaltung von geforderten Qualitätskriterien erfolgt prinzipiell nach Untersuchung des Liners mittels optischer Inspektion. Der AG kann dann die Auswertung von zusätzlichen Materialanalysen zu Lasten des AN verlangen, um deren Ergebnis in die grundsätzliche Bewertung einbeziehen zu können.
- (4) Die Dichtheit einer Haltung ist sowohl an der Baustellenprobe als auch gemäß (DIN EN 1610, 2015) an der durch vor Ort härtendes Schlauchlining sanierten Rohrleitung zwingend nachzuweisen. Kann die Dichtheit durch den AN nicht nachgewiesen werden, hat der AG grundsätzlich das Recht, den Schlauchliner über die gesamte Haltungslänge durch den AN zu Lasten des AN aus- und neu einbauen zu lassen. Vorher sind jedoch auf der Basis möglicher Ursachen und objektspezifischer Besonderheiten Alternativen zu prüfen (z. B. Einbau eines zweiten Liners, wenn dem nicht hydraulische Gründe entgegenstehen.).
- (5) Für die Bewertung des Renovierungsergebnisses anhand der ermittelten Kennwerte (s. o.) und die daraus abzuleitenden Sanktionen gelten die im (DWA-M 144-3, 2012) unter Kapitel 7.2.2 gemachten Aussagen.
- (6) Sollten die im (DWA-M 144-3, 2012) unter Kapitel 7.1.3 aufgezeigten Grenzen der Faltenbildung durch den AN überschritten werden und
  - eine Verringerung der statischen Tragfähigkeit oder
  - ein Verlust der Dichtheit

damit verbunden sein, hat der AG grundsätzlich das Recht, den Schlauchliner mindestens über die betreffende Länge zuzüglich der Länge zum Einbauschacht, maximal über die gesamte Haltungslänge durch den AN zu Lasten des AN aus- und neu einbauen zu lassen. Der Entscheidung durch den AG sind zusätzlich die Ergebnisse der TV-Inspektion des Altkanals nach allen vorbereitenden Arbeiten (z. B. Reinigen, Fräsen, Spachteln) hinsichtlich Oberflächen-Unregelmäßigkeiten im Altrohr sowie die Resultate der Materialuntersuchungen zugrunde zu legen.

#### 5.2.3 Montageverfahren

##### 5.2.3.1 Spezielle Anforderungen

- (1) Im Rahmen dieser ETV werden sowohl selbsttragende als auch nicht selbsttragende Auskleidelemente betrachtet, welche in begehbaren Kanälen (Rohrsegment-Lining) oder Schächten als Teil- bzw. Vollauskleidung eingebaut werden. Dies kann abschnittsweise, haltungsweise bzw. vollständig für ein Bauwerk erfolgen.
- (2) Für das zum Einsatz kommende Montagesystem sind über die Nachweise gemäß den Kapiteln 5 und 5.1 hinaus die folgenden Nachweise zu erbringen:

- Dichtheit der Materialien (Lamine, Fugenausbildung usw.)
- ausreichende Haftung auf dem Untergrund (systemabhängig)
- statische Berechnung über die Angaben in Kapitel 3.5 hinaus auch für die Fixierung im Altkanal/-Schacht/-Bauwerk.

#### **Qualifikation**

- (3) Sofern Schweißverbindungen zur Verbindung von Kunststoffelementen und Zulaufverbindungen erforderlich werden, dürfen diese nur nach (DVS 2207, 2015) von nachweislich ausgebildetem Schweißerfachpersonal ausgeführt werden. Qualitätsnachweise, Schulungsmaßnahmen und Unterweisungen sind zu dokumentieren und dem AG zu übergeben.

#### **Material**

- (4) Werden in den Ausschreibungsunterlagen keine Angaben zum Material gemacht, so sind die folgenden Materialien für Einzelelemente zugelassen:
- GFK (aus ungesättigtem Polyesterharz (UP) gemäß (DIN 16946-2, 1989) und nach (DIN EN 13121-1, 2021), Tabelle 2, geeignet für die chemische Beanspruchung für die Bereiche kommunales Abwasser und Regenwasser, d. h. für den pH-Wertebereich von 4,5 bis 10. Nachweis der Beständigkeit über die Einlagerung in den Medien: 10 %ige Schwefelsäure, 1 %ige Natronlauge, 5 %ige Peroxidlösung für 28 Tage bei 23 °C. Der Nachweis ist bei folgenden zulässigen Abweichungen in % nach der Einlagerung erbracht: Gewicht/ Masse = 2 %, Biegefestigkeit = 20 %, Biege-E-Modul = 20 %. Alternativ wird der Nachweis der Dehnungskorrosion nach (ISO 10952, 2021) für den pH-Wertebereich von 4,5 bis 10 akzeptiert; E-CR-Glas gemäß (DIN EN ISO 2078, 2022) und (DIN 1259-1, 2001) und Quarzsand, feuergetrocknet, Korngröße <1,0 mm. Es dürfen nur inerte Füllstoffe verwendet werden. Die Mitverwendung von karbonathaltigen Füllstoffen oder Kalziumkarbonat ist nicht zugelassen.)
  - Steinzeug (nach (DIN EN 295, 2013) und (DIN EN 14411, 2016))
  - Polymerbeton (nach (DIN EN 14636, 2010))
  - PE-HD (nach (DIN EN ISO 17855, 2015))
  - PP (nach (DIN EN ISO 19069, 2015))
- (5) Die Auswahl der Materialien muss die gestellten Anforderungen hinsichtlich der baulichen, thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen erfüllen.

#### **Eigen- und Fremdüberwachung**

- (6) Bei der Verwendung von mehrkomponentigen Materialien ist auf Anforderung des AG eine Referenzprobe zur Kontrolle der Reaktionsabläufe und Materialkennwerte zu erstellen.
- (7) Beim Einsatz von GFK-Elementen mit Handlaminat sind auf Anordnung des AG Referenzproben anzufertigen. Die Probestücke sind in einer Abmessung von 20 cm x 20 cm aus zwei Plattenelementen und vollständiger Überlaminierung herzustellen.
- (8) Probeentnahmen sowie das Herstellen von Referenzproben erfolgen durch den AN im Beisein des AG ggf. an einer zuvor festgelegten Probeentnahmestelle. Der AN erkennt durch seine Unterschrift auf dem Probenbegleitschein an, dass die Materialprobe als repräsentativ für das eingebaute Material-/ Montagesystem betrachtet wird.

- (9) Das fachgerechte Entnehmen sowie deren Untersuchung einer Material- oder Referenzprobe werden durch eine gesonderte LV-Position vergütet.

#### **5.2.3.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Die Kanal- bzw. Bauwerkswandung ist in Anpassung an die systemspezifischen Anforderungen des Auskleidungssystems intensiv vorzubereiten. Hierzu zählen eine gründliche Reinigung mittels Hochdruckspülung gemäß Kapitel 3.2 und ggf. eine Reprofilierung des Untergrundes mit mineralischem, kunststoffmodifiziertem Mörtel.
- (2) Einragende Teile und Hindernisse sind im erforderlichen Umfang vor dem Einbau der Montageelemente entsprechend den statischen Gegebenheiten zu entfernen.
- (3) Sämtliche Anschlüsse sind vorab mit Bezug auf den Startschacht hinsichtlich Entfernung und Lage im Rohrumfang präzise einzumessen und zu dokumentieren.
- (4) Vorhandene Grundwasserinfiltrationen sind verfahrensbedingt vor Einbau des Montagesystems abzudichten.
- (5) Nach Abschluss der Untergrundvorbereitung muss der Untergrund frei von allen trennend wirkenden Stoffen und frei von losen Bestandteilen sein. Werden Plattenelemente im Mörtelbett verlegt, so muss der Untergrund eine ausreichende, mit dem AG auf die Materialanforderungen des Beschichtungssystems abgestimmte, Abreißfestigkeit aufweisen.
- (6) Die Elemente des jeweiligen Montagesystems sind in Größe, Form und Biegeradius entsprechend den Gegebenheiten des Kanales oder des Bauwerkes werkseitig zu fertigen.
- (7) Vor dem Einbau der Elemente sind diese auf Unversehrtheit und Maßhaltigkeit der Form- und Einbauteile zu kontrollieren und zu dokumentieren.
- (8) Die Errichtung, Vorhaltung sowie der Abbau von Stützkonstruktionen bzw. Arbeitsgerüsten für die Durchführung der Sanierungsarbeiten bis in eine Höhe von 2 m ist in die jeweiligen Einheitspreise einzukalkulieren und wird nicht gesondert vergütet.

#### **5.2.3.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) Unter Ortlaminaten ist die Auskleidung mit faserverstärkten Harzmassen zu verstehen. Großflächige Ortlamine stellen Sonderfälle dar. Sie sind selbsttragend zu dimensionieren und unter Zuhilfenahme geeigneter Befestigungselemente mit dem Untergrund zu verbinden (siehe unten). Ein Haftverbund mit dem Untergrund ist beim statischen Nachweis nicht anzusetzen.
- (2) Einzelelemente sind entsprechend den Vorgaben aus den statischen Berechnungen zu fixieren.
- (3) Die GFK-Trägermaterialien sind auf der medienzugewandten Seite mit einer Reinharzschicht (Top Coat) mit einer Schichtstärke von 0,5 bis 0,8 mm zu versehen.
- (4) Das Überlaminieren der Stoßverbindungen bei glasfaserverstärkten Bauteilen hat unter Beachtung der DVS-Richtlinien (DVS 2220, 2011) zu erfolgen. Bei der Herstellung von Verbindungslaminaten von GFK-Bauwerksteilen untereinander ist ein Haftverbund erforderlich.

Entsprechend (DIN 18820-2, 1991) sind die interlaminaire Scherfestigkeit mit  $8 \text{ N/mm}^2$  und die interlaminaire Zugfestigkeit (Stirnabzugsfestigkeit) mit  $4 \text{ N/mm}^2$  in Ansatz zu bringen.

- (5) Ist eine Andübelung von Auskleidungselementen (GFK, PE-HD, PP) vorgesehen, so sind hierfür Schrauben und Unterlegscheiben aus Edelstahl, Qualität 1.4571 (Handelsname V4A) zu verwenden. Der Schraubenabstand darf max. 25 cm betragen. Die Schrauben sind versenkt in die jeweiligen Montageelemente einzubauen und wandungsbündig überzulaminieren bzw. überzuextrudieren.
- (6) Keramische Bauteile sind mit abwasserresistentem Profilierungs- oder Klebemörtel auf dem Untergrund zu verlegen. Die Fugen zwischen den einzelnen Elementen müssen gesondert mit geeignetem abwasserresistentem Fugenmörtel verfugt werden. Die Haftzugfestigkeit muss  $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$  betragen und kann anhand von Bohrkernen überprüft werden.
- (7) Die gas- und wasserdichte Verbindung von Montageelementen aus PE-HD untereinander sowie die Einbindung von Formstücken hat durch Verschweißen gemäß der DVS-Richtlinie (DVS 2220, 2011) zu erfolgen.
- (8) Sämtliche Abschlusskanten der Montageelemente sind zur Abdichtung gegen Hinterläufigkeit mit einem dauerelastischen, abwasserresistenten Dichtungsmittel dauerhaft zu verschließen.
- (9) In Abhängigkeit vom Montagesystem kann es erforderlich sein, dass der vorhandene Ringraum zwischen Montageelement und Rohr-/ Bauwerkswandung verfüllt werden muss. Das Material zur Ringraumverdümmung ist den örtlichen Gegebenheiten und dem Montagesystem anzupassen, so dass eine vollständige, tragfähige Verfüllung des Zwischenraumes gewährleistet werden kann.

#### **5.2.4 Anbindung von Anschlussleitungen und Schächten**

- (1) In Abhängigkeit vom eingesetzten Auskleidungsverfahren und Rohrmaterial können im nicht begehbaren Hauptkanal die folgenden Verfahren für die Anbindung eingesetzt werden:
  - Hutprofil (nur Anschlussleitungen)
  - Verpressen/ Verspachteln mit dauerelastischem Epoxidharz
  - Verpressen mit Silikatharz, Polyurethanharz oder kunststoffmodifiziertem Zementmörtel
  - Linerendmanschette (nur Schächte)

Im begehbaren Hauptkanal kommt neben diesen Verfahren noch der Einsatz von GFK-Handlaminat im manuellen Einbau hinzu.

- (2) Ziel ist die Schaffung eines homogenen Überganges vom ausgekleideten Hauptkanal auf das einbindende Rohr bzw. Schacht sowie eine wasserdichte und statisch tragfähige Einbindung. Ein eventuell vorhandener Ringspalt zwischen dem renovierten Altrohr und dem Auskleidungssystem muss hinterwanderungsfrei abgedichtet werden. Fehlende Wandungsteile im Bereich von Stützen, Seitenzuläufen oder Schächten sind grundsätzlich zu verspachteln.
- (3) Die Anbindung der Anschlussleitung sollte in der Regel immer in ausreichender Länge bis über die erste Muffe hinaus erfolgen. Werden in den Ausschreibungsunterlagen keine anderen Aussagen hierzu getroffen, so sollte die Mindestlänge für die Anschlusseinbindung

150 mm betragen. Ist eine fachgerechte und dichte Anbindung in dieser Länge aufgrund der vorliegenden, örtlichen Randbedingung im Einzelfall nicht möglich, so hat der AN dies dem AG anzuzeigen und das weitere Vorgehen mit diesem abzustimmen.

- (4) Für den Einsatz von Robotertechniken und Fräsarbeiten, z.B. bei Grundwasserandrang oder stark zurückversetzten Stutzen, sind die Vorgaben und Ausführungshinweise von Kapitel 4.2.2 zu beachten.
- (5) Beim Schlauchliningverfahren sind die Anschlüsse nach dem Einbau des Schlauchliners und dem Aushärtungsvorgang vom Hauptkanal aus zu öffnen. Das Auffräsen hat bei nicht begehbaren Leitungen mittels Fräsroboter zu erfolgen.
- (6) Beim Liningverfahren mit vorgefertigten Rohren hat die Einbindung der Anschlussleitungen bei begehbaren Profilen in der Regel vor der Ringraumverfüllung zu erfolgen. Die Anschlüsse sind vom Hauptkanal aus zu öffnen.
- (7) Bei nicht begehbaren Leitungen sind die Anschlussleitungen in Abhängigkeit des eingesetzten Rohrliningsystems und der Robotertechnik vor dem Einbau des Liners z. B. mit Blasen zu verschließen. Im Anschluss an den Verdämmvorgang sind die Anschlüsse vom Hauptkanal aus mittels Fräsroboter zu öffnen und anzubinden.
- (8) Die Ränder der Anschlussöffnung und der Anbindebereich im Linersystem sowie die Anschlussleitung sind vollständig abzuschleifen. Beim Schlauchliningverfahren ist die Innenfolie des Schlauchliners im Anbindebereich zu entfernen.
- (9) Vor der Anbindung sind alle betreffenden Flächen mittels Hochdruckspülung gründlich zu reinigen. Der Untergrund muss frei von allen trennend wirkenden Stoffen und frei von losen Bestandteilen sein.
- (10) Die Arbeiten an den Anschlussstellen sind auf Datenträger, unter Einblendung der Haltungsnummer, der Station und des Datums aufzuzeichnen. Hierzu kann im nicht begehbaren Bereich die Roboterkamertechnik verwendet werden. Den Datenträgern (vor/ nach den wichtigsten Arbeitsschritten) ist jeweils ein Verlaufsprotokoll unter Angabe der einzelnen Anschlussstellenkenndaten und den jeweils zugehörigen Zählerständen beizufügen. Die Abnahmeinspektion wird separat durch die Leipziger Wasserwerke durchgeführt.
- (11) Alle Übergänge im Anschlussbereich müssen sauber verklebt sein und einen definierten Übergang (Auslaufkeil) aufweisen. Vorhandene Verkrustungen und Ablagerungen im Bereich der Klebeflächen sind vor der Reinigung und dem Einbau abzufräsen. Die fachgerechte Beseitigung von Verkrustungen und Ablagerungen ist dem AG vor der Ausführung weiterer Schritte anzuzeigen.

#### **5.2.4.1 Einbau von Hutprofilen**

- (1) Die Materialien der Hutprofile sind an die Materialeigenschaften des Auskleidungssystems anzupassen. In der Regel sind Kunstharz getränkte Synthesefasern, Glasfasern (ECR-Glas) oder ähnliche korrosionsbeständige Materialien aus dem Linerrohr in die Anschlussleitung einzusetzen.
- (2) Für die Klempe im Hauptkanal ist das gleiche Material wie der Liner im Hauptkanal zu verwenden, d. h. beim Liningverfahren mit PE-HD-Rohren ein anschweißbarer Kragen (mit integrierter Heizwendel) aus PE-HD.



- (3) Die Krempe des Hutprofils ist im Hauptkanal mit einer Breite von mindestens 50 mm um den Anschluss herum an den Schlauchliner anzupressen/ zu verkleben oder anzuschweißen, so dass eine kraftschlüssige Verbindung entsteht.
- (4) Hutprofile sollen in der Regel nur dann eingebaut werden, wenn der Anschluss etwa achsen- gleich in das Hauptrohr bei einem Anbindungswinkel von 45° oder 90° einbindet und keine Dimensionswechsel im Einbaubereich des Hutprofiles vorliegen.
- (5) Bei starkem Grundwassereintritt muss bei der Hutprofiltechnik eine Vorabdichtung erfolgen.

#### **5.2.4.2 Einbau von Linerendmanschetten**

- (1) Für Linerendmanschetten kommen Edelstahl-Manschetten mit elastomerer Abdichtung und Elastomermanschetten mit Edelstahlspannbändern (Abdichtung über Anpressdruck – keine Verklebung!) zum Einsatz.
- (2) Vor dem Einbau der Linerendmanschette ist der spannungsfreie Liner fachgerecht zurückzu- schneiden.
- (3) Die Länge der Linerendmanschette variiert in Abhängigkeit der Altrohrnennweite und des Schneidmaßes des zurückgeschnittenen Liners.
- (4) Bei starkem Grundwassereintritt muss eine Vorabdichtung erfolgen und es sind zusätzlich vorab quellfähige Dichtungsbänder in das Altrohr einzukleben.

#### **5.2.4.3 Verpressen/ Verspachteln**

- (1) Als Verankerung und zur Vergrößerung der Haftfläche des Klebers wird rund um den An- schluss hinter das Auskleidungssystem mit dem Scheibenfräser eine Nut eingefräst. Dem Verpressmaterial muss genügend Raum zum Verfließen geschaffen werden (mindestens halbe Breite des Anschlussfräasers).
- (2) Bei nicht begehbaren Hauptkanälen ist vor dem Verpressen des Anschlussbereiches eine Blase als Innenschalung zu setzen, welche nach der Aushärtung des Injektionsmaterials wie- der entfernt wird.
- (3) Die Einlaufrundung ist zur Vermeidung von betrieblichen Problemen, wie z. B. Verstopfun- gen, formstückähnlich anzuschleifen.

#### **5.2.4.4 Manuelle Anbindung mit GFK-Laminat**

- (1) Die Materialien des Handlaminates sind in Anpassung an die Werkstoffe des Auskleidungs- systems zu wählen.
- (2) Handlamine sind entsprechend den statischen und konstruktiven Erfordernissen aus min- destens 3 Einzellagen mit Trägermaterial aus ECR-Glasfasermatten (jeweils mindestens 500 g/m<sup>2</sup>) und Harz aufzubauen. Durch eine ausreichend starke (mindestens 0,5 mm), ab- schließende Reinharzschicht ist zu verhindern, dass Glasfasern frei liegen. Das einzusetzende Harz ist auf die betrieblichen Belange des Abwassers abzustimmen.

- (3) Laminatarbeiten sind ausschließlich von (DVS 2220, 2011) geschultem Personal auszuführen.

### 5.3 Beschichtungsverfahren

#### 5.3.1 Spezielle Anforderungen

- (1) Die in den technischen Regelwerken (**Anlage 2**) aufgeführten Mindestanforderungen hinsichtlich Resistenz gegen kommunales Abwasser, Abrieb (gemäß Darmstädter Kipprinnenversuch nach (DIN EN 295, 2013) bzw. (DIN CEN/TR 15729, 2010)) und Hochdruckspülung (DIN 19523, 2008)), Dichtheitsprüfung in Form einer optischen Inspektion, hydraulisch und statisch ausreichender Dimensionierung (gemäß Kapitel 3.5), Betriebssicherheit und Umweltverträglichkeit der eingesetzten Materialien sowie ausreichende Haftung auf dem Untergrund (systemabhängig) sind einzuhalten und nachzuweisen.
- (2) Für den Einsatz von Beschichtungsverfahren sind die Anforderungen an Mörtel gemäß (DWA-M 143-17, 2018) zu berücksichtigen.

#### **Qualifikation**

- (3) Als Qualifikationsnachweis des für die Baumaßnahme vorgesehenen Baustellenleiters wird der SIVV-Schein des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e.V. und zusätzlich bei maschinellem Auftrag des Beschichtungssystems der SPCC-Düsenführerschein (oder gleichwertig) für den Kolonnenführer gefordert.

#### **Material**

- (4) Für die Beschichtung von Kanälen und Bauwerken sind, soweit in den Ausschreibungsunterlagen keine anderen Angaben gemacht werden, zementgebundene Beschichtungsmörtel mit hohem Sulfatwiderstand zu verwenden. Sie müssen der (DIN 19573, 2016) entsprechen. Diese zementgebundenen Beschichtungsmörtel können auch Kunststoffanteile besitzen (PCC).
- (5) Für jede Materiallieferung vom Hersteller/ Lieferanten ist ein Werkszeugnis vorzulegen, welches die Kenndaten der Charge aufweist.
- (6) An den Frischmörtel stellen sich folgende Anforderungen:
- Der Beschichtungsmörtel darf sich bei der Verarbeitung nicht entmischen.
  - Der W/F-Wert ist nach Herstellerangaben einzuhalten.
  - Mörtel für die Verdrängungs-, Anspritz- und Anschleuderverfahren müssen pumpfähig sein.
- (7) Nach Abschluss aller Arbeiten wird eine Dichtheitsprüfung des sanierten Kanals bzw. Bauwerks in Form einer optischen Inspektion gesondert durch den AG durchgeführt.
- (8) Auf Anforderung des AG sind Referenzproben zur Kontrolle der Reaktionsabläufe und Materialkennwerte zu erstellen. Das Herstellen von Referenzproben sowie die Entnahme von Bohrkernen erfolgen durch den AN im Beisein des AG ggf. an einer zuvor vom AG festgelegten Probeentnahmestelle. Der AN erkennt durch seine Unterschrift auf dem Probenbegleitschein an, dass die Materialprobe als repräsentativ für das eingebaute Material-/ Beschichtungssystem betrachtet wird.

- (9) Die Entnahme dieser Materialproben oder Bohrkerns sowie ggf. die Untersuchung des eingebauten Beschichtungssystems werden über eine gesonderte LV-Position vergütet.

### **5.3.2 Vorbereitende Maßnahmen**

- (1) Die Kanal- bzw. Bauwerkswandung ist in Anpassung an die systemspezifischen Anforderungen des Auskleidungssystems intensiv vorzubereiten. Hierzu zählen eine gründliche Untergrundbehandlung mittels Hochdruck- oder Höchstdruckspülung in Abhängigkeit des vorhandenen Untergrundes gemäß Kapitel 3.2 und ggf. eine Reprofilierung des Untergrundes mit mineralischem, kunststoffmodifiziertem Mörtel.
- (2) Fehlende Bauteile (z.B. Risse, Löcher, offene Fugen) in der Konstruktion sind vorzubehandeln. Sie sind in einem ersten Schritt mechanisch vorzureinigen und bis auf tragfähiges Material auszuräumen. In einem zweiten Schritt sind sie mittels Hochdruckwasserstrahlen oder Sandstrahlen zu reinigen. Das Verfahren und der Druck sind in Abhängigkeit der Festigkeit der vorhandenen Bausubstanz festzulegen.
- (3) Absatz (2) gilt analog für Fugen in gemauerten Kanälen und Schächten.
- (4) Für die flächennahe (Haltungsweise) Beschichtung von gemauerten Kanälen und ganzen Schächten gelten die Absätze (7) bis (12) aus dem Punkt 4.2.1 (Ausbesserung von begehbaren Kanälen und Schächten) dieser ETV.
- (5) Vorhandene, korrodierte Putzschichten sind vor dem Aufbringen des Beschichtungssystems fachgerecht zu entfernen. Die vorhandene, tragfähige Bauwerkssubstanz ist hierbei zu schonen und darf nicht beschädigt werden.
- (6) Einragende Teile und Hindernisse sind im erforderlichen Umfang vor dem Auftrag der Beschichtung entsprechend den statischen Gegebenheiten zu entfernen.
- (7) Vorhandene Grundwasserinfiltrationen sind verfahrensbedingt vorab abzudichten. Hierfür sind die Vorgaben zu Injektionsarbeiten (Kapitel 4.3) zu beachten oder schnell abbindende, Wasser stoppende Werk trockenmörtel einzusetzen.
- (8) Nach Abschluss der Untergrundvorbereitung muss der Untergrund frei von allen trennend wirkenden Stoffen und frei von losen Bestandteilen sein. Der Untergrund muss eine ausreichende, mit dem AG auf die Materialanforderungen des Beschichtungssystems abgestimmte, Haftzugfestigkeit aufweisen.
- (9) Der Untergrund sollte eine Rautiefe von mindestens 1 bis 2 mm aufweisen. In Anpassung an die Körnung des Beschichtungssystems kann eine größere Rautiefe erforderlich sein.
- (10) Liegen bei Stahlbetonbauteilen Bereiche mit korrodiertem Bewehrung vor, so sind die Forderungen aus Abschnitt 4.2.1, Absätze (4) und (5) zu erfüllen.
- (11) Der AN hat sich nach Durchführung der Untergrundvorbereitung und vor Auftrag der Beschichtung den vorbereiteten Untergrund durch den AG abnehmen zu lassen.

### **5.3.3 Vorgaben für den Einbau**

- (1) In Abhängigkeit vom Beschichtungssystem und vom zu beschichtenden Untergrund ist vor dem Auftragen der mineralischen Beschichtung ein geeigneter Haftmittler aufzubringen.

- (2) Es ist eine Mindestschichtdicke entsprechend dem Leistungsverzeichnis unter Berücksichtigung der Herstellerangaben aufzutragen. Die Gesamtschichtdicken von Mörtelbeschichtungen betragen in der Regel 8 mm bis 40 mm.
- (3) Nach Auftragen der Beschichtung ist durch den AN sicherzustellen, dass die sanierten Flächen entsprechend den Angaben des Herstellers nachbehandelt werden (z. B. frühester und spätester Zeitpunkt des Beginns, Dauer und Intensität).
- (4) Es wird zwischen wasserrückhaltenden und wasserzuführenden Maßnahmen unterschieden.
- (5) Wasserrückhaltende Maßnahmen können sein:
  - Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auf über 95 %
  - Auflegen wasserspeichernder Abdeckungen (z. B. nasse Jute, gegebenenfalls in Kombination mit Folie)
  - Abdecken mit Folien, die ausreichend hohen Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion besitzen
  - Nachbehandlungsfilme (z. B. auf Wachsbasis)
- (6) Wasserzuführende Maßnahmen können sein:
  - Aufrechterhalten eines sichtbaren Wasserfilms auf der Oberfläche durch Besprühen mit Wasser
  - Fluten
- (7) Während des gesamten Arbeitsfortschrittes müssen die instandgesetzten Flächen feucht bleiben. Starken Temperaturwechseln muss mit wärmedämmenden Maßnahmen begegnet werden.
- (8) Vom AN sind der Bauablauf und die Einbauzeiten so zu gestalten, dass die eingesetzten Beschichtungssysteme vor Inbetriebnahme voll wirksam werden können.

Graphische Darstellung Verfahrenszuordnung, <b>Kreis bis DN 300</b>					
	Reparatur		Renovierung		
	offene Bauweise	geschlossene Bauweise	geschlossene Bauweise		
BCA - Abzweige	punktueller Ersatzneubau	Roboter, Hutprofil	Schlauchliniung <sup>4)</sup>	Rohrstrang-Lining <sup>5)</sup>	Close-Fit-Lining <sup>5)</sup>
BAC - Rohrbrüche		Rohrschaftverpressung im Inj.-verfahren			
BAF - Korrosion		-			
BAA - Deformationen		Rohrschaftverpressung im Inj.-verfahren			
BBA-BBE - Abflusshindernisse		Roboter			
BAJ - Lageabweichungen		Roboter, Kurzliner, Innenmanschette <sup>1)</sup>			
BAB - Risse		Roboter, Kurzliner, Innenmanschette <sup>1)</sup>			
BCA - Stutzen		Roboter <sup>2)</sup> , Hutprofil			
BBF - Undichtigkeiten		Roboter <sup>3)</sup> , Kurzliner, Innenmanschette <sup>1)</sup>			
BAF - mechanischer Verschleiß		-			

**Neben dem Schadensbild ist immer auch die Ausprägung des Schadens bei der Verfahrenszuordnung zu berücksichtigen!**

**Legende:**

- <sup>1)</sup> Manschetten mit elastomerer Abdichtung (keine Verklebung!)
- <sup>2)</sup> Auch Stutzenverpressung im Injektionsverfahren
- <sup>3)</sup> Bei fehlenden Wandungsteilen: Rohrschaftverpressung im Injektionsverfahren
- <sup>4)</sup> Es kommen GFK- und Nadelfilz-Schlauchliner zum Einsatz.  
Als Aushärteverfahren sind die UV-, Kalt-, Dampf- und Warmwasserhärtung zugelassen.
- <sup>5)</sup> Es kommen PE-HD- und PP-Rohre zum Einsatz.

Für alle Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen mit Kurz- bzw. Schlauchliniern werden grundsätzlich folgende Material-Mindestwanddicken unabhängig von der statisch relevanten Verbunddicke verbindlich festgelegt:  
bis DN 150:  $s_{\min} = 3,0 \text{ mm}$ ;  $\geq \text{DN } 200$ :  $s_{\min} = 3,0 \text{ mm} + \text{Verschleißschicht}$  (im ausgehärteten Zustand)

Verschleißschicht ( $\geq$  Abriebwert, ermittelt aus dem Darmstädter Kipprinnenversuch bzw. gemäß DIBt-Zulassung). Liegen keine Werte vor, ist eine Verschleißschicht von 1 mm zu berücksichtigen.

Eine ggf. mit der Renovierung einhergehende Schachtsanierung hat, das Schachtunterteil betreffend, mit Materialien des Renovierungsverfahrens oder mit Kanalklinkern/ Zementmörtel (hochsulfatbeständig) zu erfolgen. Darüber hinaus sind die Schachtobertheile mineralisch zu beschichten. Der Übergang vom Schachtunter- zum Schachtobertheil ist fachgerecht mittels Edelstahlschiene, verdübelt, herzustellen.

Bei ex- oder infiltrierendem Wasser sind die betroffenen Schachtbauteile außen mittels Injektionsverfahren bzw. innen mittels Verpressverfahren abzudichten, zugelassen: Materialien auf PU-, Epoxid- und Silikatharz- sowie mineralischer Basis.

Generell gelten die einschlägigen Gesetze, Normen und Regelwerke in der zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe gültigen Fassung und jeweils mit den aktuellen Teilen.

Im Besonderen soll auf die folgenden Normen, Arbeits- und Merkblätter hingewiesen werden, wobei zwischen **„wesentlich“ (direkter Bezug zur ETV)** und **„weiterführend“ (über ETV hinausgehend)** unterschieden wird

[1]	<b>DIN EN ISO 75</b>	<b>Kunststoffe - Bestimmung der Wärmeformbeständigkeits-temperatur</b>
[2]	DIN EN ISO 175	Kunststoffe - Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien
[3]	<b>DIN EN ISO 179</b>	<b>Kunststoffe - Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften</b>
[4]	<b>DIN EN 197-1</b>	<b>Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement</b>
[5]	<b>DIN EN 295</b>	<b>Steinzeug-Rohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle</b>
[6]	DIN EN ISO 527	Kunststoffe - Bestimmung der Zugeigenschaften
[7]	DIN EN 681	Elastomer-Dichtungen - Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs- Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung
[8]	DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
[9]	DIN EN 998	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau
[10]	DIN 1045	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
[11]	DIN 1053	Mauerwerk
[12]	<b>DIN 1164</b>	<b>Zement mit besonderen Eigenschaften</b>
[13]	DIN EN 1401	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)
[14]	<b>DIN EN 1610</b>	<b>Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen</b>
[15]	DIN EN 1852	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Polypropylen (PP)
[16]	DIN 1986	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
		Bei den im Folgenden aufgeführten DIN-EN-Normen handelt es sich um die sogenannten Eurocodes 0 bis 9. Sie gelten jeweils im Zusammenhang mit aktuellen Ergänzungen und Nationalen Anhängen, ohne dass diese mit aufgeführt sind.
[17]	DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
[18]	DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
[19]	DIN EN 1992	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken
[20]	DIN EN 1993	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
[21]	DIN EN 1994	Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton
[22]	DIN EN 1995	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
[23]	DIN EN 1996	Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

[24]	DIN EN 1997	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
[25]	DIN EN 1998	Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
[26]	DIN EN 1999	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
[27]	DIN 4051	Kanalklinker - Anforderungen, Prüfung, Überwachung
[28]	<b>DIN 4060</b>	<b>Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen mit Elastomerdichtungen - Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen, die Elastomerdichtungen enthalten</b>
[29]	<b>DIN 4093</b>	<b>Bemessung von verfestigten Bodenkörpern - Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren</b>
[30]	DIN 8061	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
[31]	<b>DIN 8074</b>	<b>Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Maße</b>
[32]	<b>DIN 8075</b>	<b>Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen</b>
[33]	<b>DIN 8077</b>	<b>Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT - Maße</b>
[34]	<b>DIN 8078</b>	<b>Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung</b>
[35]	<b>DIN EN ISO 9001</b>	<b>Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen</b>
[36]	DIN EN 10088	Nichtrostende Stähle
[37]	<b>DIN EN ISO 11295</b>	<b>Klassifizierung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Informationen zur Planung</b>
[38]	<b>DIN EN ISO 11296-1</b>	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 1 Allgemeines</b>
[39]	<b>DIN EN ISO 11296-3</b>	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 3 Close-Fit-Lining</b>
[40]	<b>DIN EN ISO 11296-4</b>	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 4 Vor Ort härtendes Schlauchlining</b>
[41]	<b>DIN EN ISO 11296-7</b>	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 7 Wickelrohr-Lining</b>
[42]	DIN EN 12666	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polyethylen (PE)
[43]	DIN EN 12889	Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
[44]	<b>DIN EN 13121</b>	<b>Oberirdische GFK-Tanks und –Behälter</b>
[45]	DIN EN 13380	Allgemeine Anforderungen an Bauteile für die Renovierung und Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden
[46]	DIN EN 14364	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplasti-

		sche Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) - Festlegungen für Rohre, Formstücke und Verbindungen
[47]	DIN EN 14411	<b>Keramische Fliesen und Platten - Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Konformitätsbewertung und Kennzeichnung</b>
[48]	DIN EN 14636	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen – Gefüllte Polyesterharzformstoffe (PRC)</b>
[49]	DIN EN 15383	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von Polyesterharz (UP) - Einsteig- und Kontrollschächte
[50]	DIN EN 15564	<b>Betonfertigteile - Kunstharzbeton - Anforderungen und Prüfverfahren</b>
[51]	DIN 16868/ DIN 16869	<b>Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF)</b>
[52]	DIN 16945	<b>Reaktionsharze, Reaktionsmittel und Reaktionsmassen, Prüfverfahren</b>
[53]	DIN 16946	<b>Reaktionsharzformstoffe; Gießharzformstoffe</b>
[54]	DIN EN ISO 17025	<b>Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien</b>
[55]	DIN EN ISO 17855	<b>Kunststoffe – Polyethylen (PE)-Formmassen</b>
[56]	DIN EN ISO 19069	<b>Kunststoffe – Polypropylen (PP)-Formmassen</b>
[57]	DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten
[58]	DIN 18299 bis DIN 18459	<b>VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), u. a. mit DIN 18326 (Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen)</b>
[59]	DIN 19573	<b>Mörtel für Neubau und Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden</b>
[60]	DIN 25435	Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren
[61]	DIN 61853	<b>Textilglas; Textilglasmatten für die Kunststoffverstärkung</b>
[62]	DIN EN 14654-2	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Management und Überwachung von Maßnahmen Teil 2: Sanierung
[63]	DIN EN 15885	<b>Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen</b>
[64]	DIN CEN/TR 15729	<b>Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Grundlage ungesättigten</b>



		<b>Polyesterharzes (UP) - Bericht über die Bestimmung des mittleren Abriebs nach einer festgelegten Anzahl von Durchläufen</b>
[65]	<b>DIN 19523</b>	<b>Anforderungen und Prüfverfahren zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit und -spülfestigkeit von Rohrleitungsteilen für Abwasserleitungen und -kanäle</b>
[66]	DIN ISO 16611	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen – Nicht-kreisrunde Rohre und Verbindungen aus glasfaserverstärktem Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Abmessungen, Anforderungen und Prüfungen (ISO 16611:2017)
[67]	<b>ISO 10952</b>	<b>Rohre und Formstücke aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) – Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalieneinwirkung an der Innenseite eines Abschnittes im verformten Zustand</b>
[68]	<b>DIN EN ISO 2078</b>	<b>Textilglas – Garne – Bezeichnung</b>
[69]	ATV-DVWK-A 127	Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen
[70]	<b>DWA-A 125</b>	<b>Rohrvortrieb und verwandte Verfahren</b>
[71]	DWA-A 127-1	Statische Berechnungen von Entwässerungsanlagen Teil 1: Grundlagen
[72]	DWA-A 127-10	Statische Berechnungen von Entwässerungsanlagen Teil 10: Werkstoffkennwerte
[73]	DWA-A 139	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
[74]	DWA-A 143-1	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 1: Planung und Überwachung von Sanierungsmaßnahmen
[75]	<b>DWA-A 143-2</b>	<b>Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren</b>
[76]	<b>DWA-A 143-3</b>	<b>Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner</b>
[77]	<b>DWA-A 143-7</b>	<b>Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 7: Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile (Anschlusspassstücke)</b>
[78]	DWA-A 143-14	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 14: Entwicklung einer Sanierungsstrategie
[79]	<b>DWA-A 143-15</b>	<b>Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 15: Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Berstverfahren</b>
[80]	DWA-A 143-21	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 21: Bauliche Sanierungsplanung
[81]	DWA-A 157	Bauwerke der Kanalisation

[82]	DWA-M 143-4	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 4: Montageverfahren für begehbare Abwasserleitungen und -kanäle und Bauwerke
[83]	DWA-M 143-5	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 5: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Innenmanschetten
[84]	DWA-M 143-8	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 8: Injektionsverfahren zur Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen
[85]	DWA-M 143-9	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 9: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Wickelrohrverfahren
[86]	DWA-M 143-10	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 10: Noppenschlauchverfahren
[87]	DWA-M 143-11	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 11: Renovierung mit vorgefertigten Rohren ohne Ringraum als Verformungs- und Reduktionsverfahren (Close-Fit-Lining)
[88]	DWA-M 143-12	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 12: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren mit und ohne Ringraumverfüllung - Einzelrohrverfahren
[89]	DWA-M 143-13	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 13: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren mit und ohne Ringraumverfüllung - Rohrstrangverfahren
[90]	DWA-M 143-16	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 16: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Roboterverfahren
[91]	DWA-M 143-17	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 17: Beschichtung von Abwasserleitungen, -kanälen und Schächten mit zementgebundenen mineralischen Mörteln
[92]	DWA-M 144-2	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 2: Reparaturverfahren

[93]	DWA-M 144-3	<b>Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden</b> <b>Teil 3: Renovierung mit Schlauchliningverfahren (vor Ort härtendes Schlauchlining) für Abwasserkanäle</b>
[94]	DWA-M 144-7	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 7: Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile (Anschlusspassstücke)
[95]	DWA-M 144-8	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 8: Injektionsverfahren
[96]	DWA-M 144-16	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 16: Spachtel- und Verpressarbeiten
[97]	DWA-M 149-6	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 6: Dichtheitsprüfungen bestehender, erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck
[98]	DWA-M 159	Kriterien zur Materialauswahl für Abwasserleitungen und -kanäle
[99]	DWA-M 168	Korrosion von Abwasseranlagen – Abwasserableitung
		Merkblattreihe des Rohrsanierungsverbandes
[100]	RSV 1.1	Renovierung von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
[101]	RSV 1.2	Sanierung von Abwasserdruckleitungen mittels Schlauchlining
[102]	RSV 2.1	Renovierung von Druckrohrleitungen, Entwässerungskanälen und -leitungen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Liningverfahren ohne Ringraum
[103]	RSV 2.2	Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren durch TIP-Verfahren
[104]	RSV 3.1	Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum
[105]	RSV 3.2	Verfüllen von Ringräumen bei der Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren
[106]	RSV 4	Reparatur von drucklosen Abwasserkanälen und -leitungen durch vor Ort härtende Kurzliner (partielle Inliner)
[107]	RSV 5	Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren
[108]	RSV 6.1	Sanierung von begehbaren Abwasserleitungen und -kanälen sowie Schachtbauwerken – Montage- und Beschichtungsverfahren
[109]	RSV 6.2	Sanierung von Bauwerken und Schächten in Entwässerungssystemen – Reparatur/ Renovierung

[110]	RSV 7.1	Renovierung von drucklosen Leitungen/ Anschlussleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
[111]	RSV 7.2	Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlussleitungen – Reparatur/ Renovierung
[112]	RSV 8	Erneuerung von Entwässerungskanälen und –anschlussleitungen mit dem Berstverfahren
[113]	RSV 10.1	Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen – Freigefälleleitungen
[114]	RSV 12.1	Reinigung renovierter Rohrleitungen
[115]		Unfallverhütungsvorschriften (BGV und BGR) im Allgemeinen sowie für den entsprechenden Tätigkeitsbereich und die durchzuführenden Arbeiten im Besonderen
		DAfStb Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
[116]		<b>DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzung-Richtlinie)</b>
[117]	ZTV ING	<b>Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten</b>
		Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V. (DVS)
[118]	DVS 2207	<b>Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen</b>
[119]	DVS 2208	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Maschinen und Geräte
[120]	DVS 2220	<b>Prüfen von Kunststoff-Laminierern und -klebern</b>
[121]	DVS 2227	<b>Schweißen von Halbzeugen aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)</b>
[122]		<b>Technische Richtlinien „Optische Inspektion Kanalisation“, Leipziger Wasserwerke Teil 1 – Haltungen Teil 2 – Anschlussleitungen</b>
[123]	EO-KWL	Einmessordnung der Leipziger Wasserwerke, Dokumentation von Leitungen der Wasserver- und Abwasserentsorgung und Kabeln
[124]	TRW AWABL	Technisches Regelwerk Abwasserableitung der Leipziger Wasserwerke

## 2. Systembedingte Einsatzgrenzen für Sanierungsverfahren außerhalb dieser ETV in Anlehnung an DIN EN 15885/ DWA-M 143-9:

Renovierung

Wickelrohr-Lining

Verfahren A1<sup>2)</sup>

Verfahren A2<sup>3)</sup>

Verfahren B<sup>4)</sup>

Einbaulänge

Nennweiten (DN)

Querschnittsform<sup>1)</sup>

Ringraum

Verstärkung

bis 300 m

400 - 3000  
200 - 750

kreisförmig

mit Ringraum  
ohne Ringraum

mit/ ohne  
ohne

bis 300 m

400 - 3000  
200 - 750

kreisförmig

mit Ringraum  
ohne Ringraum

mit/ ohne  
ohne

bis 300 m

800 - 5500  
800 - 1800

nicht nur kreisförmig  
kreisförmig

mit Ringraum  
ohne Ringraum

mit/ ohne  
ohne

<sup>1)</sup> Nicht kreisrunde Querschnittsformen sind nur mit PVC ausführbar!

<sup>2)</sup> A1: Einbau eines Wickelrohres mit fixem Durchmesser vom Einsteigeschacht aus (stationäre Wickelmaschinen)

<sup>3)</sup> A2: Einbau eines Wickelrohres vom Einsteigeschacht aus mit Aufweitung nach dem Einbau (stationäre Wickelmaschinen)

<sup>4)</sup> B: Einbau eines Wickelrohres durch eine innerhalb der vorhandenen Rohrleitung befindlichen Wickelmaschine (mobile Wickelmaschinen)

Erneuerung

Berstlining statisch

Berstlining dynamisch

Pipe Eating

Einbaulänge

Nennweiten (DN)

Querschnittsform

Mindestüberdeckung

Mindestabstand

bis 250 m

50-1000

kreisförmig

2m oder 3-6facher Rohrdurchmesser

i. d. R. 1m

Wegen der unvermeidbaren Erschütterungen und der Lärmentwicklung wird das dynamische Berstlining nur bei kleineren Querschnitten, außerhalb bebauter Gebiete und bei großer Tiefenlage bzw. nicht befestigten Oberflächen (Zerstörungsgefahr) eingesetzt.

vorhandenes Rohr

bis 80 m

100-750

nicht nur kreisförmig

i. d. R. ab 3m

i. d. R. ab 2m

neues Rohr

bis 100 m

250-800

-

i. d. R. ab 3m

i. d. R. ab 2m

<sup>1)</sup> Nicht kreisrunde Querschnittsformen sind nur mit PVC ausführbar!

<sup>2)</sup> A1: Einbau eines Wickelrohres mit fixem Durchmesser vom Einsteigeschacht aus (stationäre Wickelmaschinen)

<sup>3)</sup> A2: Einbau eines Wickelrohres vom Einsteigeschacht aus mit Aufweitung nach dem Einbau (stationäre Wickelmaschinen)

<sup>4)</sup> B: Einbau eines Wickelrohres durch eine innerhalb der vorhandenen Rohrleitung befindlichen Wickelmaschine (mobile Wickelmaschinen)

## Vorgaben für Schachtanbindungen

**Vorzugsweise ist eine Linerendmanschette einzubauen**, wenn nicht der Zustand des Altrohres dies ausschließt (der Anpressdruck nicht schadensfrei aufzubringen ist, z. B. bei Rissen, Scherben oder starker Korrosion)

**Darüber hinaus sind möglich:**

Zu beachten ist, dass vor Aufbringen des GFK-Handlaminats die Folie des Liners vorher immer abzuschleifen ist!

*Haupt- oder Anschlusskanal: Zu-/ Ablauf an Schachtgerinne und Schachtwand*

Schacht-Material (Gerinne/ Wand):	mineralisch, Klinker oder GFK
Anbindetechnik:	Quellbänder und GFK-Handlaminat (Spiegel) oder Dauerelastisches Epoxidharz

*Durch den Schacht gehender (aufgeschnittener) Liner:*

Schacht-Material (Gerinne):	mineralisch, Klinker	GFK
Anbindetechnik:	Fuge mit dauerelastischem Epoxidharz schließen (ggf. mineralisch aufprofilieren)	GFK-Handlaminat (ggf. mineralisch aufprofilieren)



Querstraße 18  
D - 04103 Leipzig  
Tel.: +49 (0)341 / 269 65 - 0  
E-Mail: leipzig@stein-ingenieure.de

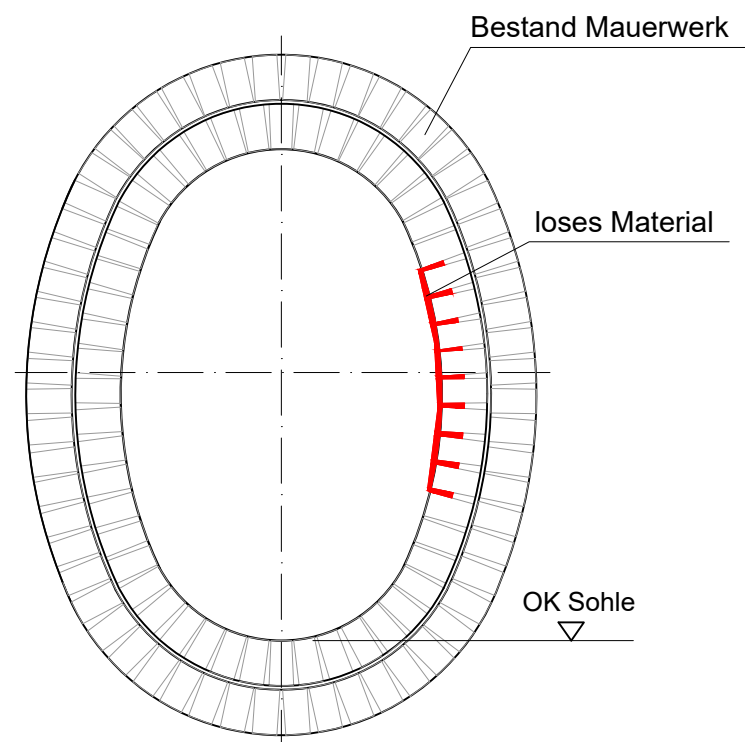


Abbildung 1 - Entfernung von losem Material

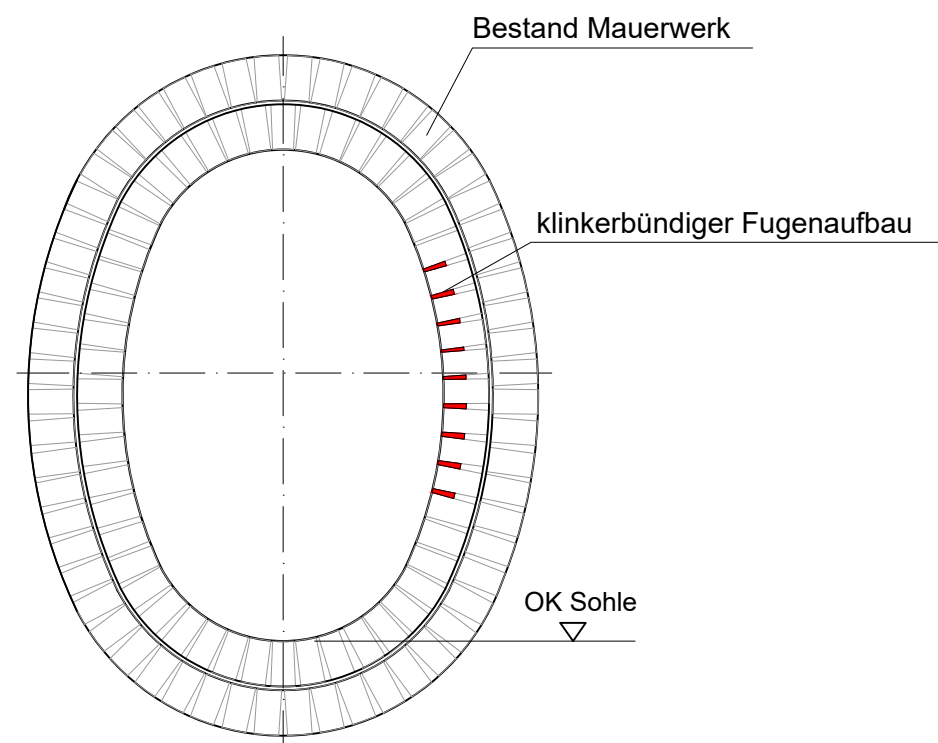


Abbildung 2 - Wiederherstellung der Fugen

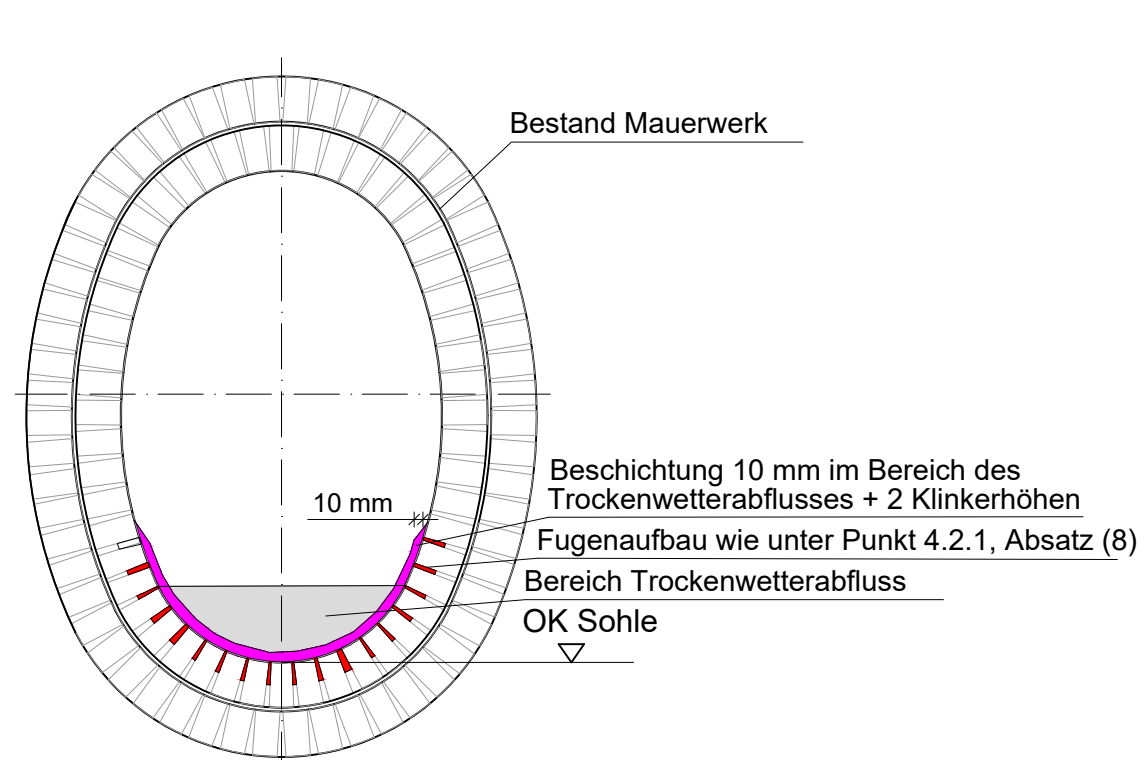


Abbildung 3 - Sanierung der Sohle

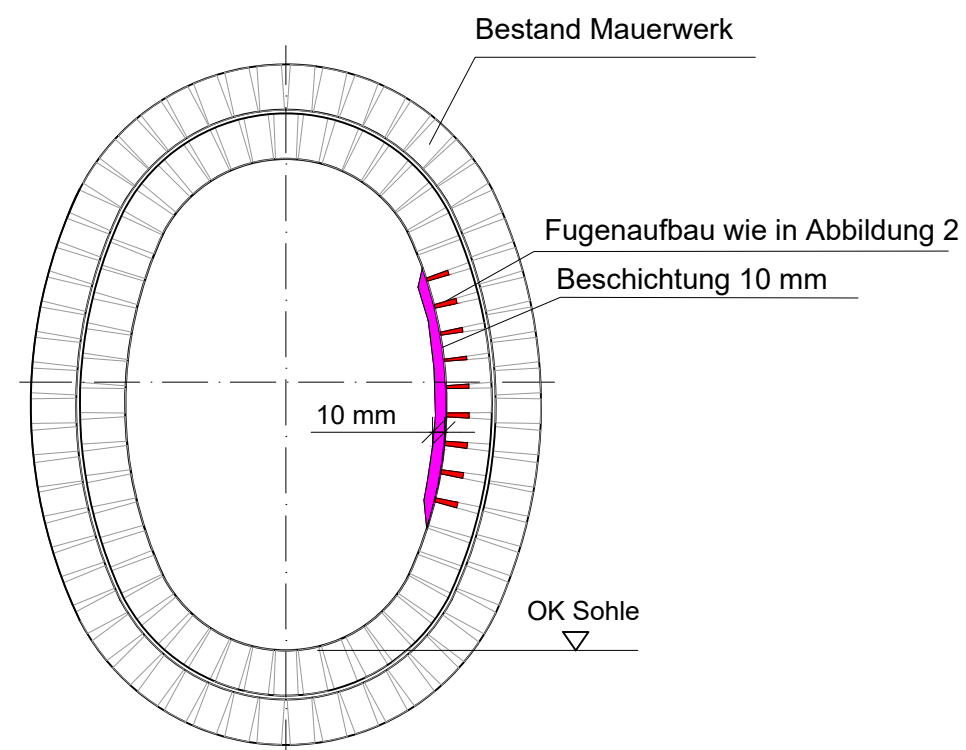


Abbildung 4 - Vollflächige Beschichtung