

## **Empfehlung - Baulicher Unterhalt von Entwässerungsanlagen**



Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## Impressum

### Projektteam:

Alain Fallegger (Vorsitz)  
Dominik Börrnert  
Heinz Künzler  
Fabrizio Naro  
Sebastian Würfel

Tiefbauamt der Stadt Bern  
Hunziker Betatech AG, Winterthur  
Aquacon Ingenieure GmbH, Nänikon  
Kanalsanierungsverband KSV  
Tiefbauamt Basel-Stadt

### Hinweise:

Die vorliegende Publikation wurde mit aller Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Sie entspricht dem Stand der Technik im Zeitpunkt der Publikation. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität kann jedoch keine Gewähr übernommen werden. Haftungsansprüche gegen den VSA wegen Schäden materieller und immaterieller Art, welche durch die Benutzung und Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können, werden ausgeschlossen.

### Herausgeber und Bezugsquelle:

VSA, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Europastrasse 3, Postfach, 8152 Glattbrugg  
(Tel. 043 343 70 70)

mit Unterstützung des BAFU

Copyright © 2023 by VSA

# INHALT

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>Anwendungsbereich</b>	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines</b>	<b>6</b>
1.1 Einleitung	6
1.2 Geltungsbereich	6
1.3 Zweck	6
1.4 Abgrenzung zu anderen VSA-Dokumenten	7
1.5 Arbeitssicherheit in Entwässerungsbauwerken	8
1.5.1 Allgemein	8
1.5.2 Gesetze, Normen und Richtlinien	8
1.5.3 Gefahren	8
1.5.4 Schutzmassnahmen	8
1.6 Verantwortung des Eigentümers	9
1.7 Alterungsprozess	9
1.8 Anforderungen an die Entwässerungsanlagen	10
1.8.1 Dichtheit	10
1.8.2 Standsicherheit	10
1.8.3 Betriebssicherheit	10
1.8.4 Nutzungsdauer	11
<b>2 Verfahrensgruppen und Verfahren</b>	<b>12</b>
<b>3 Auswahl Verfahren und Bautechnik</b>	<b>13</b>
3.1 Vorgehen	13
3.2 Grundsätze	13
3.3 Einflussfaktoren	14
3.3.1 Haupteinflussfaktoren	14
3.3.2 Weitere Einflussgrössen	15
3.4 Auswahl Verfahrensgruppe	16
3.5 Auswahl Bautechnik	17
3.6 Bestvariante	17
3.7 Hinweise bzgl. Qualität und Wirtschaftlichkeit	17
<b>4 Reparatur</b>	<b>18</b>
4.1 Ausbesserungsverfahren	19
4.1.1 Roboterverfahren	19

4.1.2	Innenreparatur manuell	22
4.1.3	Kleinbaugrube	23
4.2	Injektionsverfahren	24
4.3	Abdichtungsverfahren	26
4.3.1	Kurzliner	26
4.3.2	Hutprofil	28
4.3.3	Innenmanschetten	30
4.3.4	Manuelle Reparatur von Fugen und Rohrverbindungen	32
4.3.5	Flutungsverfahren	34

## **5 Renovierung 36**

5.1	Auskleidungsverfahren	37
5.1.1	Rohrstrangverfahren (Rohrstrang-Lining)	37
5.1.2	Einzelrohrverfahren (Einzelrohr-Lining)	39
5.1.3	Close-Fit-Verfahren (Close-Fit-Lining)	41
5.1.4	Wickelrohrverfahren (Wickelrohr-Lining)	44
5.1.5	Schlauchliningverfahren (Vor Ort härtendes Schlauch-Lining)	46
5.1.6	Noppenschlauchverfahren (Noppenschlauch-Lining)	48
5.1.7	Auskleidung mit montierten Einzelelementen (Montageverfahren)	50
5.2	Beschichtungsverfahren	52
5.2.1	Aufspritzverfahren	52
5.2.2	Anschleuderverfahren	54
5.2.3	Verdrängungsverfahren	56
5.2.4	Auspressverfahren	57

## **6 Anhänge 58**

6.1	Gesetzliche Grundlagen	58
6.1.1	Allgemein	58
6.1.2	Arbeitssicherheit	58
6.2	Normen, Richtlinien und Merkblätter	58
6.2.1	Allgemein	58
6.2.2	Arbeitssicherheit	58

## **7 Abkürzungsverzeichnis 59**

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

# VORWORT

In den letzten Jahrzehnten sind in der Schweiz, von öffentlichen und privaten Bauherren, grosse Investitionen in den Aufbau der Entwässerungsinfrastruktur getätigt worden. Die Länge des primären öffentlichen Entwässerungsnetzes beträgt heute rund 50'000 km<sup>1</sup>. Diejenige des sekundären privaten Netzes in etwa 80'000 km. Der Wiederbeschaffungswert sämtlicher Entwässerungsanlagen wird auf 80 Mia. Franken geschätzt. Diese Infrastrukturanlagen können ihre Funktion nur erfüllen, wenn sie stetig fachgerecht betrieben und unterhalten werden.

Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) hat erstmals 1992 eine Richtlinie zum Unterhalt von Kanalisationen publiziert.

Die vorliegende Empfehlung „Baulicher Unterhalt von Entwässerungsanlagen“ ersetzt die Richtlinie „Erhaltung von Kanalisationen – Baulicher Unterhalt von nicht begehbaren Entwässerungsanlagen“ aus dem Jahr 2009 und spiegelt den heutigen Stand der Technik sowie die gültigen Normenwerke wider.<sup>2</sup>



Jürg Möckli  
Leiter VSA Centre de Compétence Kanalisation, Glattbrugg, Juli 2023

# ANWENDUNGSBEREICH

Die Empfehlung soll eine Hilfestellung für Bauherren und Planer bei der Projektierung von baulichen Unterhaltsmassnahmen an Kanälen und Schächten bieten sowie bei der Verfahrensauswahl unterstützen. Es wird dabei auf die gültigen Normen und Regelwerke verwiesen, auf die Aufgaben und Zuständigkeiten aller Projektbeteiligten eingegangen sowie ein detaillierter Überblick über die verschiedenen Sanierungsverfahren und deren Einsatzbereiche verschafft.

<sup>1</sup> Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung (2011)

<sup>2</sup> Der VSA hat seinen Leitfaden für die Publikationen überarbeitet. Darin werden auch die Bezeichnungen der Dokumente geregelt. Bei der vorliegenden Publikation handelt es sich gemäss diesem Leitfaden um eine Empfehlung. Stellenwert und Gültigkeit bleiben aber unverändert.

# 1 ALLGEMEINES

## 1.1 Einleitung

Gemäss gültiger Gewässerschutzgesetzgebung ist der Eigentümer einer Entwässerungsanlage verpflichtet, alle den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Umwelt zu vermeiden und die Entwässerungsanlage in funktionstüchtigem Zustand zu halten. Dies bedeutet, dass schadhafte Anlagen durch den Eigentümer zeitnah zu sanieren sind. Die Zustandserfassung, das gezielte Planen und Realisieren von baulichen Unterhaltsmassnahmen sowie die zeitgerechte Massnahmenumsetzung tragen diesem Umstand Rechnung. Die VSA-Empfehlung „Baulicher Unterhalt von Entwässerungsanlagen“ soll dazu beitragen, dass die zu realisierenden Massnahmen wirtschaftlich und qualitativ korrekt gewählt und geplant werden.

Entwässerungsanlagen erfüllen die Aufgabe, anfallendes Schmutz- und Regenabwasser sicher und gefahrlos zu sammeln und abzuleiten. Die Anlagen müssen dicht, standsicher und betriebssicher sein und dienen damit der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit sowie dem Umweltschutz. Für ihren einwandfreien und ordnungsgemässen Betrieb wurden sie auf Grundlage eines umfangreichen Normenwerks erstellt. Die Anforderungen dürfen durch die Ausführung der Sanierungsmassnahmen und/oder die Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe nicht negativ beeinflusst werden.

Entwässerungssysteme müssen die genannten Eigenschaften über die vorgesehene Nutzungsdauer erfüllen. Hierzu müssen alle Anlagen im erforderlichen Umfang untersucht und bewertet werden. Sofern die geforderten Eigenschaften nicht eingehalten werden, muss eine Sanierung vorgesehen werden. Das Ziel der Sanierung ist es, festgestellte Schäden zu beseitigen und so den baulichen Soll-Zustand der Entwässerungssysteme zu erhalten oder wiederherzustellen bzw. ihn entsprechend neuen oder geänderten Anforderungen zu verbessern.

## 1.2 Geltungsbereich

Die vorliegende Empfehlung gilt für den baulichen Unterhalt von Entwässerungsanlagen ausserhalb von Gebäuden. Dabei handelt es sich um erdverlegte, drucklose nicht begehbare und begehbare Entwässerungsleitungen und /-kanäle, Ortbetonschächte und Schächte aus vorgefertigten Bauteilen.

Sie gilt nicht für den Neubau und die Erneuerung von Entwässerungsanlagen. Diese werden u.a. in der SIA-Norm 190:2017 „Kanalisationen“, der SN 592'000:2000 „Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung – Planung und Ausführung“ sowie der SIA-Norm 195:2019 „Rohrvortrieb“ behandelt.

## 1.3 Zweck

Die vorliegende Empfehlung soll es den Behörden, Eigentümern, Betreibern und Planern von Entwässerungsanlagen ermöglichen, den baulichen Unterhalt von Entwässerungsanlagen unter Berücksichtigung der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte optimal zu wählen, zu planen sowie auszuführen.

Sie soll weiter dazu beitragen, dass das wirtschaftlichste Sanierungsverfahren bzw. die wirtschaftlichste Bautechnik zur Behebung der bei der Zustandskontrolle festgestellten Mängel gewählt wird. Weiter definiert sie einheitliche Empfehlungen und Kriterien für die Umsetzung von Sanierungsmassnahmen. Insbesondere wird empfohlen:

- Wie und mit welchen Verfahren ein baulicher Mangel behoben werden kann;
- Welche Kontrollen und Prüfungen bei baulichen Sanierungsmassnahmen notwendig sind;

## 1.4 Abgrenzung zu anderen VSA-Dokumenten

Bei der Erhaltung der Entwässerungsanlagen sind verschiedene Vorgehensschritte zu unterscheiden, siehe Abbildung 1. Die Zustandserfassung umfasst die optische Inspektion der Entwässerungsanlagen mit Codierung der erfassten Feststellungen. Für die optische Inspektion gilt die VSA-Richtlinie "Zustandserfassung von Entwässerungsanlagen". Das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" macht Vorgaben für die Codierung der Feststellungen und deren Transfer in die relevanten Datensysteme.

Danach beschäftigt sich die Richtlinie "Zustandsbeurteilung von Entwässerungsanlagen" mit der Zustandsklassifizierung und Zustandsbewertung. Resultat dieses automatisch berechneten Prozesses sind die Zustandsnote sowie die Dringlichkeitszahl als Mass für die Dringlichkeit von Sanierungsmassnahmen aus baulich-betrieblicher Sicht.

Diese Ergebnisse der Zustandsbeurteilung fliessen nun als Grundlage in die Massnahmenplanung ein. Für diesen Entscheid soll die vorliegende Empfehlung eine Hilfestellung sein. Die Massnahmenfestlegung erfolgt durch den Fachingenieur oder die Fachingenieurin. Diese bezieht nicht nur die baulichen Aspekte mit ein, sondern auch weitere Randbedingungen wie hydraulische Aspekte aus dem Generellen Entwässerungsplan (GEP) oder solche, die sich bei der Koordination mit anderen Infrastrukturbereichen ergeben.

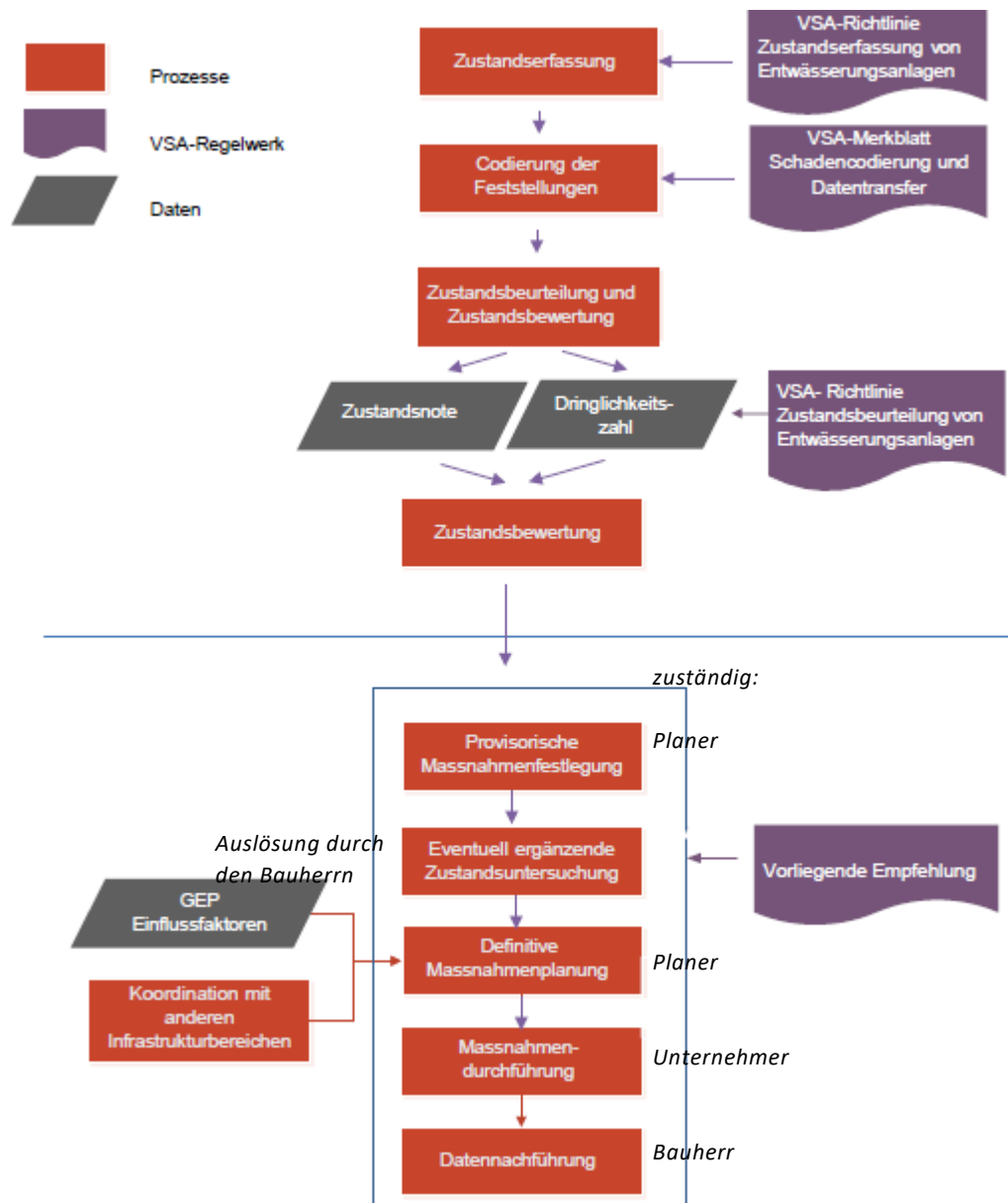


Abbildung 1: Bearbeitungsschritte bei der Erhaltungsplanung für Entwässerungsanlagen

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

Die bei der Umsetzung baulicher Unterhaltsmassnahmen zu Grunde liegenden Qualitätsziele basieren auf der VSA-Richtlinie „Qualität in der Kanalsanierung (QUIK)“. Diese Richtlinie definiert verbindliche Vorgaben für die Qualitätssicherung von Materialien, Produkten und Systemen, welche in Reparatur- und Renovierungsverfahren eingesetzt werden und beschreibt, was eine Sanierungsunternehmung erfüllen muss, um ein VSA-Eignungsattest für ihre Reparatur- und Renovierungsverfahren erlangen zu können.

Der VSA empfiehlt allen Eigentümern von Entwässerungsanlagen, bei der Vergabe von Sanierungsaufträgen nur Unternehmer mit gültigen VSA-Eignungsattesten zu berücksichtigen.

## **1.5 Arbeitssicherheit in Entwässerungsbauwerken**

### **1.5.1 Allgemein**

Bei Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen kann es zu verschiedenen Gefährdungen kommen.

Durch geeignete Massnahmen und Einhaltung sämtlicher Sicherheitsvorschriften muss das Gefährdungspotential entsprechend minimiert werden.

### **1.5.2 Gesetze, Normen und Richtlinien**

Die für Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen geltenden Grundlagen zur Arbeitssicherheit sind im Anhang dieser Empfehlung aufgeführt.

### **1.5.3 Gefahren**

Nachfolgend werden Gefahren aufgezeigt, welche bei Arbeiten in Entwässerungsbauwerken auftreten können:

- Organisatorische Mängel
- Gefahren durch gesundheitsgefährdende Stoffe
- Gefahren durch Absturz
- Gefahren durch Ausrutschen
- Gefahren durch Einrichtungen
- Gefahren durch bauliche Defizite
- Ertrinken
- Erhöhte körperliche Belastung
- Elektrischer Strom
- Brände und Explosion
- Gefahren auf Verkehrsflächen
- Unzureichende oder fehlerhafte Rettungsmassnahmen

### **1.5.4 Schutzmassnahmen**

Gegen die ermittelten Gefährdungen und Belastungen sind technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen zu treffen (keine abschliessende Aufzählung).

#### **Organisatorische Massnahmen**

- Unterweisung aller an den Arbeiten beteiligten Personen
- Instruktion über die persönliche Schutzausrüstung
- Durchführung von Materialsicherheitskontrollen
- Einsatz Sicherheitsposten
- Regelmässiges Training der Rettung
- Verkehrslenkungsmassnahmen
- Arbeitsbereich absperren/sichern
- Erstellung Sicherheitskonzept und Notfallorganisation

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023



### **Personenbezogene Massnahmen**

- Geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- Impfungen und arbeitsmedizinische Vorsorge
- Ausrüstung Arbeitsgruppe (Kommunikation etc.)

### **Technische Massnahmen**

- Ausreichende Belüftung
- Geeignete Massnahmen für die provisorische Wasserhaltung
- Zündquellen sicher ausschliessen
- Nur intakte und geprüfte Geräte benutzen
- Absturzsicherungen
- Sicherung von beweglichen Einrichtungen
- Einsatz von Sicherungsleinen und Sicherungsnetzen
- Alarmanlage, Alarmierung durch Niveaumessung
- Beobachten der Wetterlage, Einrichten von Niederschlagswarnsystemen

## **1.6 Verantwortung des Eigentümers**

Entsprechend des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (GSchG) ist jedermann verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden. Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittel- oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen. Die Deckung der Kosten für die Erstellung und den Unterhalt der öffentlichen Entwässerungsanlagen hat über Gebühren nach dem Verursacherprinzip zu erfolgen. Dem Inhaber einer Anlage wird die Kontroll- und Unterhaltspflicht auferlegt.

Diese Unterhaltspflicht besteht ebenfalls für die private Liegenschaftsentwässerung durch die beteiligten Grundeigentümer, wobei die Finanzierung aus privaten Mitteln erfolgt. Der Kostenteiler für diese Massnahmen ist privatrechtlich zu regeln und, zum Vorteil aller, im Grundbuch niederzuschreiben.

Gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) muss der Inhaber eines Entwässerungsbauwerkes die Anlagen nicht nur in funktionstüchtigem Zustand halten, sondern auch Abweichungen vom Normalbetrieb feststellen, deren Ursachen abklären und diese unverzüglich beheben.

Um die Forderungen der Gesetzgebung zu erfüllen, sind bauliche und betriebliche Unterhaltsmassnahmen also zwingend erforderlich.

Ein wichtiges Instrument für öffentliche Kanalnetzbetreiber ist der Generelle Entwässerungsplan (GEP). Der GEP ist das Planungsinstrument der Siedlungsentwässerung unter den Aspekten des Gewässerschutzes, der Betriebssicherheit, der Werterhaltung und der Entwässerungssicherheit (Hydraulik). Mit dem in den Zustandsberichten Kanalisation, Fremdwasser und Gewässer ausgewiesenen Handlungsbedarf für den baulichen Unterhalt ist der GEP ein zentrales Instrument für die Werterhaltung und bildet die Grundlage zur baulichen und betrieblichen Unterhaltsplanung.

## **1.7 Alterungsprozess**

Sämtliche Bauwerke unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess. Der Verlauf wird durch verschiedene Faktoren wie Planungsqualität, Erstellungsqualität, Nutzungsintensität, betrieblichen sowie baulichen Unterhalt wesentlich beeinflusst. Die Alterung der Entwässerungsanlagen ohne Unterhalt erfolgt in der Regel erheblich schneller. Die effektive Nutzungsdauer hängt daher stark von einer gezielten Unterhaltsplanung, der nachhaltigen Massnahmenwahl und der rechtzeitigen Umsetzung von baulichen Unterhaltsmassnahmen ab.

Die folgende Grafik zeigt das typische Alterungsverhalten eines Abwasserbauwerkes mit bzw. ohne betrieblichen und baulichen Unterhalt.

Vernehmlassungssystem  
Mitte September 2023

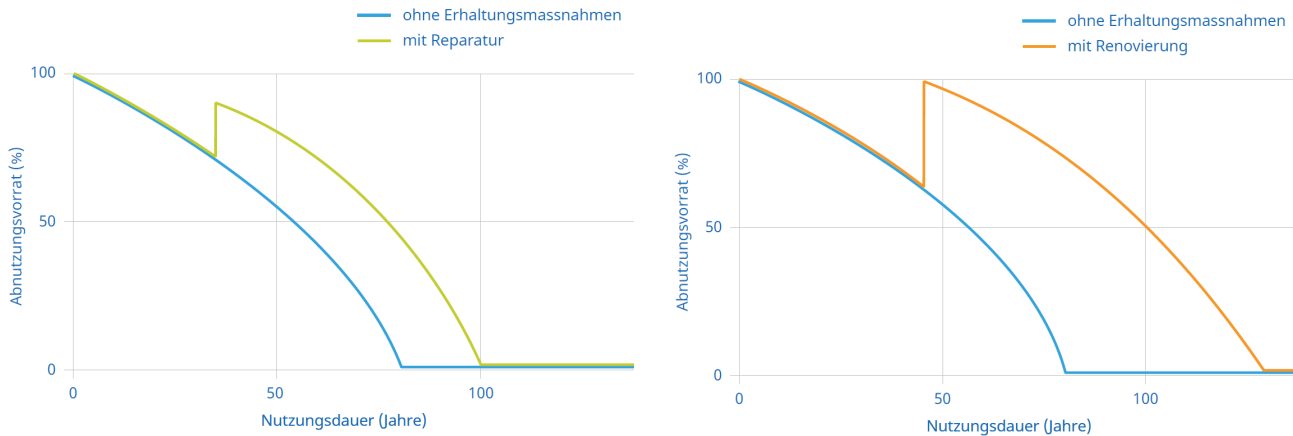


Abbildung 2: Abbildungen zum Abnutzungsvorrat: Links mit Reparaturverfahren, Rechts mit Renovierung

## 1.8 Anforderungen an die Entwässerungsanlagen

### 1.8.1 Dichtheit

Alle Entwässerungsanlagen müssen von wo das Abwasser anfällt bis zur Einleitstelle in das Gewässer dicht sein und dies während ihrer gesamten Nutzungsdauer. Es dürfen keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt stattfinden. Diese Anforderungen lassen sich nur erfüllen, wenn alle aufgrund der Zustandsüberprüfung festgestellten dichtheitsrelevanten Mängel zeitgerecht behoben werden.

Ist die Dichtheit nicht gegeben, kann verschmutztes Abwasser ins umgebende Erdreich gelangen und dadurch das Grundwasser verunreinigen (Exfiltration). Andersherum kann Grundwasser ins Kanalnetz eindringen (Infiltration), was zu Problemen in der Kläranlage und zu erhöhten Betriebskosten und letztendlich zu höheren Gebühren führt. Je nach umgebendem Erdreich und Stärke der Infiltration können Feinanteile aus dem Erdreich ausgewaschen werden, was sich negativ auf die Rohrbettung auswirken kann. Setzen sich diese Auswaschungen fort, können Senken oder Löcher an der Oberfläche, sogenannte Tagbrüche, entstehen.

### 1.8.2 Standsicherheit

Entwässerungsanlagen müssen zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit während ihrer gesamten Nutzungsdauer tragfähig sein. Der bauliche Zustand muss es ermöglichen, dass jederzeit alle einwirkenden äusseren und inneren Lasten übernommen werden können. Dazu gehören insbesondere:

- Lasten aus Erdüberdeckung
- Verkehrslasten
- Lasten aus äusserem und innerem Wasserdruck
- Auflasten (Gebäude, Pfeiler, etc.)
- Zwängungen (thermische Einwirkungen, Bodenbewegungen)

Ist die Tragfähigkeit nicht mehr gewährleistet, so sind unverzüglich entsprechende Sanierungsmaßnahmen auszuführen und mittels statischer Berechnung nachzuweisen. Abklärungen in der Projektierungsphase führen zum optimalen Werkstoffeinsatz.

### 1.8.3 Betriebssicherheit

Entwässerungsanlagen müssen für die ausgelegte Abwassermenge jederzeit funktionsfähig sein und über eine ausreichende Betriebssicherheit verfügen.

- eine ausreichende Kapazität zur schadlosen Ableitung des anfallenden Abwassers,
- ein konstruktiver Allgemeinzustand, welcher die Risiken von Unfällen, das Auftreten von Ablagerungen und von Geruchs- und Geräuschemissionen minimiert.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die häufigsten Schadensbilder und deren mögliche Folgen.

*Tabelle 1: Schadensbilder und häufige Folgen*

Schadensbild	Folgen (nicht abschliessend)
Ablagerungen	Verminderung des Durchflussquerschnitts, Rückstau, Verstopfung, Fäulnis, Korrosion von Beton und Metall, Gerüche und erhöhter Betriebsaufwand
Wurzeleinwuchs	Verminderung des Durchflussquerschnitts, Rückstau, mangelnde Dichtheit, erhöhter Betriebsaufwand, Ablagerungen
Bauliche Mängel, Risse, Scherben, Verformungen und Lageabweichungen	Funktionsfähigkeit und/oder Tragfähigkeit sowie die Dichtheit sind ganz oder teilweise nicht mehr sichergestellt
Exfiltration	Gefährdung des Grundwassers, mögliche Gewässerverschmutzung, Beeinträchtigung der Rohrbettung
Fremdwassereintritt, Infiltration	Überlastung der Kanalisation und der ARA

#### 1.8.4 Nutzungsdauer

Die vorgesehene Nutzungsdauer von Entwässerungsanlagen kann nur erreicht werden, wenn neben einem geregelten betrieblichen Unterhalt auch bauliche Unterhaltsmassnahmen wie Reparaturen, Renovierungen und Erneuerungen rechtzeitig geplant und ausgeführt werden.

Die folgende Tabelle enthält Richtwerte der mittleren Nutzungsdauer der einzelnen Teile von Entwässerungsanlagen bzw. der geforderten Nutzungsdauer einzelner baulicher Unterhaltsmassnahmen.

*Tabelle 2: Nutzungsdauern von Entwässerungsanlagen und Baulichen Unterhaltsmassnahmen*

Objekt / Entwässerungsanlage	Empfohlene Nutzungsdauer (Zielgrösse)
Entwässerungsleitungen im Freispiegelabfluss	80 Jahre
Schachtbauwerke	50 bis 80 Jahre
Spezial- und Sonderbauwerke (tragende Konstruktion)	50 Jahre
Maschinelle Einrichtungen (Pumpen etc.) bzw. Schieber/ Pegel	15 bzw. 30 Jahre
Druckrohrleitungen	50 Jahre
Bauliche Unterhaltsmassnahme	Nutzungsdauer (Zielgrösse)
Reparatur	20 Jahre
Renovierung	50 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 2 VERFAHRENSGRUPPEN UND VERFAHREN

Im Bereich der Sanierung von Entwässerungsanlagen gibt es drei Verfahrensgruppen. Es handelt sich dabei um die Reparatur, die Renovierung und die Erneuerung. Abhängig von der Schadensart und Schadensdichte sowie hydraulischen, ökologischen und wirtschaftlichen Randbedingungen können projektspezifisch verschiedene Verfahren zur Behebung der Mängel eingesetzt werden.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Verfahrensgruppen und die Verfahren zum baulichen Unterhalt von Entwässerungsanlagen.

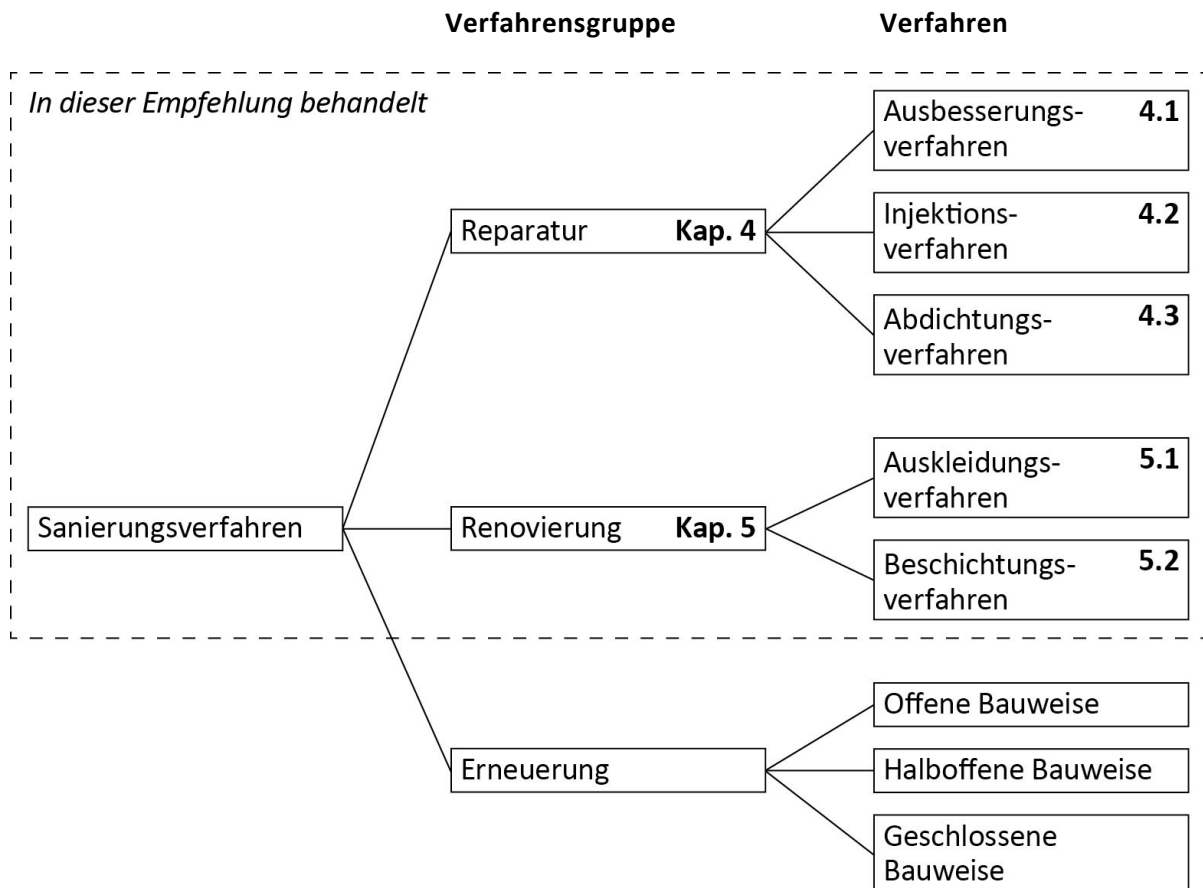


Abbildung 3: Übersicht über die Verfahrensgruppen und Verfahren im Bereich der Sanierung von Entwässerungsanlagen

## 3 AUSWAHL VERFAHREN UND BAUTECHNIK

### 3.1 Vorgehen

Eine der schwierigsten Aufgaben für den Planer und den Netzbetreiber im Rahmen des baulichen Unterhalts ist die Auswahl des geeigneten Verfahrens und der geeigneten Bautechnik.

Die Wahl der technisch, rechtlich und wirtschaftlich optimalen Bautechnik zur Schadensbehebung erfolgt in der Regel basierend auf der Zustandsbeurteilung (Berechnung der Zustandsnote) sowie der Bewertung der Schäden hinsichtlich Dringlichkeit einer Behebung der Schäden (Berechnung der Dringlichkeitszahl).

**Phase 1:** Umfassende Grundlagenanalyse betreffend Schäden, deren Ursachen und sämtlicher Einflussfaktoren.

**Phase 2:** Aufgrund der Zustandsbeurteilung wird entschieden, ob die betreffenden Leitungsabschnitte repariert, renoviert oder erneuert werden sollen. Der Entscheid ist auf die Vorgaben des Generellen Entwässerungsplans abzustimmen und hängt u.a. von der hydraulischen Auslastung, der geplanten Nutzungsdauer oder der Wirtschaftlichkeit ab.

Gleichzeitig wird die Dringlichkeitszahl bestimmt. Daraus leitet sich die Priorität ab, mit der die Schäden im betreffenden Abwasserbauwerk behoben werden. Hier sind die Abwasserart, der Grundwasserstand und die Lage in einer Gewässerschutzzone zentrale Kriterien, die es zu berücksichtigen gilt. Nebst der optischen Inspektion können auch ergänzende Untersuchungen, z.B. Dichtheitsprüfungen für die Priorisierung hinzugezogen werden.

**Phase 3:** Ist der Grundsatzentscheid zur Verfahrensgruppe getroffen, so muss in der dritten Phase die geeignete Bautechnik ermittelt werden. Dabei ist neben den bereits erwähnten Einflussgrößen eine Vielzahl zusätzlicher Faktoren zu berücksichtigen. Bei komplexeren Schäden empfiehlt sich ein sorgfältiger Variantenvergleich zur Evaluation. Nicht zu vergessen sind dabei mögliche Anwendungseinschränkungen bei Grundwasserschutzzonen.

### 3.2 Grundsätze

Bei der Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens und der Bestimmung der Bautechnik für die Schadensbehebung sind folgende Grundsätze zu beachten:

#### *Mittel gezielt einsetzen*

- Die integral geplante Bewirtschaftung basiert auf der präzisen Kenntnis des Bestandes sowie auf der sorgfältigen Früherkennung und dem frühzeitigen Disponieren der notwendigen Massnahmen und finanziellen Mittel.

#### *Effizientere Bewirtschaftung durch ganzheitliche Verantwortung*

- Die integrale Planung, die durch das Zusammenlegen verschiedener Planungsbereiche kostengünstiger zum Ziel kommt, verlangt nach einer ganzheitlichen Verantwortung.

#### *Anzahl Baustellen reduzieren*

- Durch Koordination der verschiedenen Werkeigentümer lassen sich Baustellen zusammenfassen. Auch mit der Auswahl moderner Bauverfahren und Bautechniken lassen sich Unannehmlichkeiten seitens der Anwohner oder des Verkehrs verringern.

#### *Zukünftige Bedürfnisse einbeziehen*

- Eine rechtzeitige und gründliche Vorbereitung erlaubt es, die Bedürfnisse der Zukunft rechtzeitig zu erkennen und in der Massnahmen- und Finanzplanung zu berücksichtigen.

#### *Moderne Bauverfahren und Bautechniken wählen*

### 3.3 Einflussfaktoren

Die folgenden Hauptfaktoren und diverse weitere Einflussgrößen und Randbedingungen bei der Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahren und der Bestimmung der Bautechnik zu beachten.

#### 3.3.1 Haupteinflussfaktoren

Als Haupteinflussfaktoren sind folgende Punkte zu erwähnen:

- Zustandserfassung und -beurteilung (Art und Umfang der Schäden)
- Deformationen (Altrohrzustand), Beurteilung der statischen Tragfähigkeit
- Hydraulische Verhältnisse, Auslastung und Rückstauenebene (GEP)
- Grundwasserstand
- Änderung der Funktion (Freispiegelleitung -> Speicherkanal)
- Geplante Nutzungsdauer des zu sanierenden Entwässerungsbauwerks (Geplante Umzonungen o.ä.)
- Dauerhaftigkeit der Sanierungsmassnahme
- Umweltverträglichkeit der Massnahme
- Gesamtkosten
- Wirtschaftlichkeit der Massnahme (Prüfung Gesamtkosten und Kosten-Nutzen-Verhältnis)
- Koordination mit weiteren Infrastrukturprojekten (Strassenbau, EW, Wasser, Gas etc.)

Bei der Beurteilung der Schäden und Mängel ist zudem die Ermittlung der möglichen Ursachen von zentraler Bedeutung. Diese können sein:

Planung:

- Mangelhafte Planung, Bauausführung und Bauüberwachung
- Nichtbeachten von Normen und Richtlinien
- Bodenverhältnisse nicht berücksichtigt
- Veränderung der Infrastruktur (Industrie → Wohngebiet)
- Einsatz ungeeigneter Baumaterialien (Beständigkeit)

Ausführung:

- Einsatz fehlerhafter Baumaterialien
- nicht fachgerechtes Verlegen und Betten der Rohre (nicht Beachten der Verlegevorschriften)
- unsachgemässe Verwendung von Verdichtungsgeräten
- unsachgemässer Rückbau des Grabenverbaus
- Temperatureinwirkungen
- Einsatz ungeeigneter Reinigungsverfahren

Überwachung:

- Zunahme der Verkehrsbelastung
- Alterung der Bauwerke

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 3.3.2 Weitere Einflussgrößen

Neben den bereits erwähnten Haupteinflussfaktoren ist eine Vielzahl zusätzlicher Einflussgrößen und Randbedingungen zu berücksichtigen:

#### *Ausgangslage*

- Rohrmaterial, Nennweite, Gefälle, Querschnittsform und Länge des Kanalabschnittes
- Nutzungsart, Menge und Belastung des Abwassers (chemisch, biochemisch, biologisch)
- Mechanische und physikalische Beanspruchung (Nutzung und betrieblicher Unterhalt)
- Anzahl, Lage und Zustand der seitlichen Anschlüsse und Grundstücksentwässerungsleitungen
- Beurteilung Altrohrzustand und Statik (statischer Nachweis hinsichtlich Tragsicherheit)

#### *Lage und Umfeld*

- Geologie, Baugrund, Boden- und Grundwasserverhältnisse, Gewässerschutzbereich bzw. Grundwasserschutzzone
- Verlauf der Kanalisation in Situation und Längenprofil, Tiefenlage, Position zu Werkleitungen
- Räumliche Verhältnisse, Oberflächenbeschaffenheit und Lage im Verkehrsraum
- Überbauung, Zugänglichkeit Schächte und sonstige Infrastruktur (benachbarte Leitungen, Kabel)
- Störung der Öffentlichkeit (Verkehr, Einschränkungen für Anwohner, Wasserhaltung)
- Mögliche Auswirkungen auf Umwelt (Abwasser in Vorfluter und Emissionen auf Anwohner)

### 3.4 Auswahl Verfahrensgruppe

Der Entscheidungsprozess zur Auswahl der Verfahrensgruppe (Reparatur, Renovierung, Erneuerung) kann entsprechend nachfolgendem Schema erfolgen.



Abbildung 4: Flussdiagramm Massnahmenfestlegung



### 3.5 Auswahl Bautechnik

Bei der Suche nach einer geeigneten Bautechnik zur Reparatur und Renovierung einer Entwässerungsanlage sind in erster Linie technische Randbedingungen bestimmend. Handelt es sich um vereinzelte, örtlich begrenzte Einzelschäden werden in der Regel Reparaturen durchgeführt. Renovierungen werden dagegen bei sich wiederholenden örtlich begrenzten oder bei umfangreichen Schäden angewendet.

Bei der Wahl der Bautechnik ist es äusserst wichtig, die Schadensursachen zu kennen. Nebst der Schadenursachen sind bei der Auswahl der Bautechnik auch Schadenskombinationen zu berücksichtigen. Sind beispielsweise statische Schäden mit einem sekundären Grundwassereintritt vorhanden, so wird mit dem Abdichtungsverfahren zwar die Undichtigkeit behoben, jedoch die statische Tragkraft nur unwesentlich verbessert. Die Abdichtung als Einzelmassnahme würde hier also nicht zum gewünschten Resultat führen.

### 3.6 Bestvariante

Neben den rein technischen Randbedingungen kann die Bestvariante durch eine objektspezifische Bewertung der einzelnen Bautechniken gefunden werden. Mögliche Kriterien zur Auswahl der Bestvariante (nicht abschliessend):

- erwartete Nutzungsdauer der Bautechnik
- Hydraulik, Abflusskapazität
- Betrieb und Unterhalt
- Kosten/Nutzen-Verhältnis
- Risiken
- Wasserhaltung
- Auswirkungen auf Verkehr, Umwelt, Anlieger etc.

Es ist die Aufgabe des Fachingenieurs, in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der vorgängig aufgeführten Kriterien, für jeden Einzelfall eine Gewichtung festzulegen, mit welcher die beste Variante ermittelt wird.

### 3.7 Hinweise bzgl. Qualität und Wirtschaftlichkeit

- Grabenlose Sanierungsverfahren sind meist wirtschaftlicher als Erneuerungen in offener Bauweise, sofern keine hydraulischen und betrieblichen Belange oder gravierende Substanzmängel eine Rolle spielen.
- Bei der Kostenermittlung sind neben den direkten Kosten (Bau, Planung) auch indirekte Kosten, Folgekosten für Oberflächeninstandstellungen, Verkehrsumleitungen, Umweltbeeinträchtigungen, etc., einzurechnen.
- Neben der richtigen Wahl der Bautechnik, ist insbesondere die Qualität der Arbeitsausführung bzw. die Kontrolle der Ausführung, sowie entsprechende Qualitätsprüfungen entscheidend.
- Die Qualität kann durch klare Vorgaben bei der Ausschreibung und konsequente Kontrolle bei der Ausführung gewährleistet werden.

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 4 REPARATUR

Unter Reparatur werden Massnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden bzw. zur Wiederherstellung des Sollzustandes verstanden. In der Regel handelt es sich um Schäden, die durch mangelhafte Ausführung, durch unsachgemässe Ausführung neuer seitlicher Anschlüsse oder durch äussere Einflüsse (Beschädigungen) entstanden sind. Das Ziel der Reparatur ist, dass die Entwässerungsanlagen nach der Schadensbehebung bezüglich Nutzung und Sicherheit wieder den gestellten Anforderungen wie Standsicherheit, Betriebssicherheit und Dichtheit entsprechen.

In der Verfahrensgruppe Reparatur kann zwischen den Ausbesserungs-, Injektions- und Abdichtungsverfahren unterschieden werden.

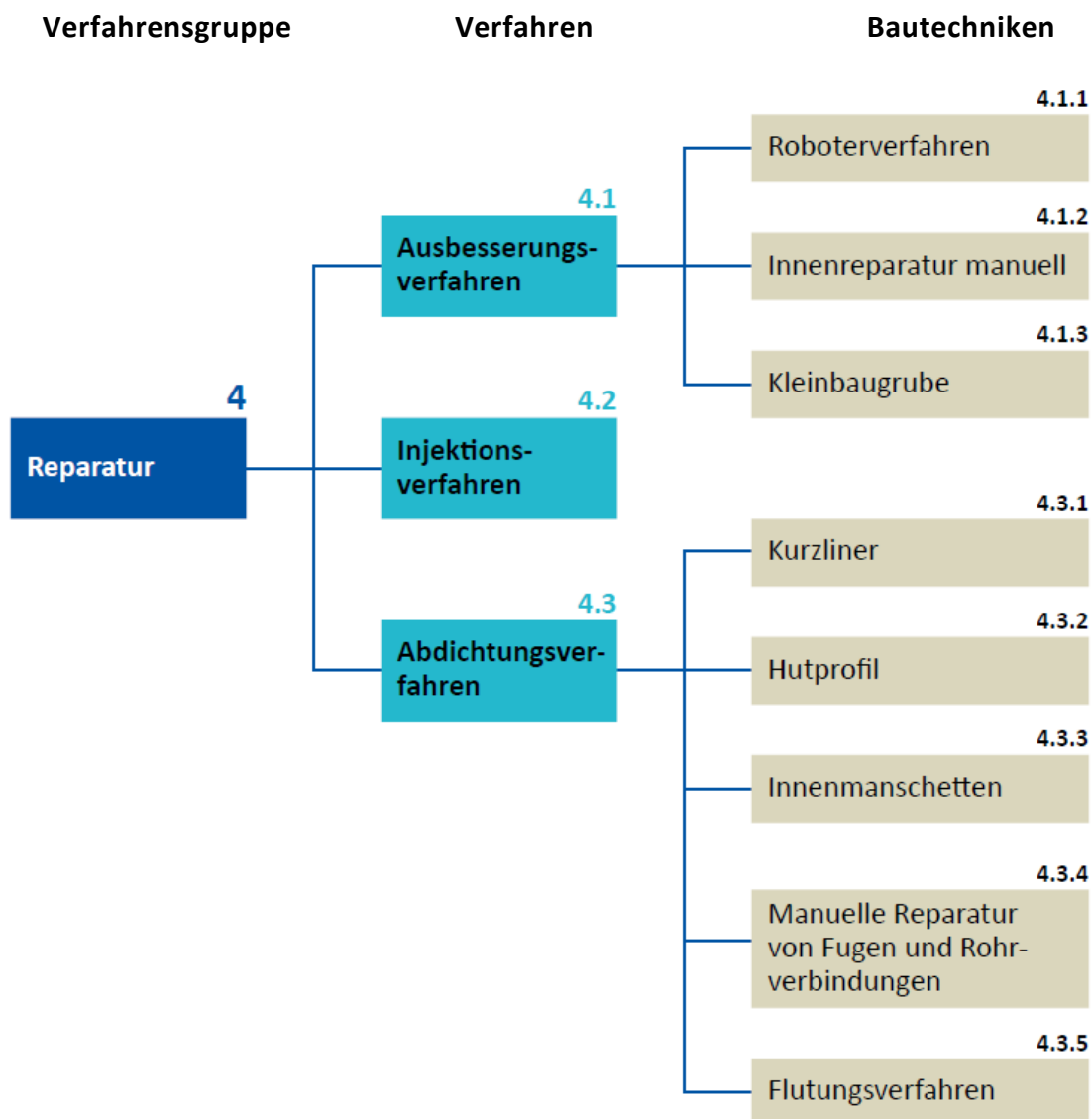


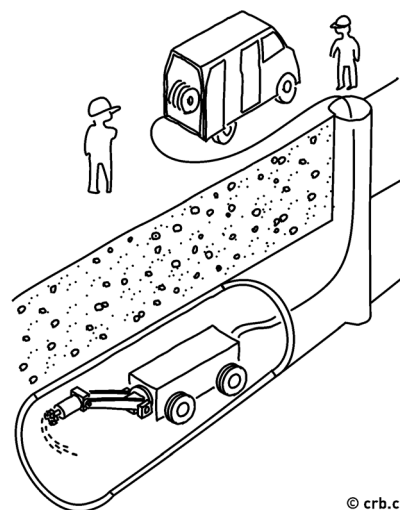
Abbildung 5: Überblick über die Verfahrensgruppe Reparatur

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 4.1 Ausbesserungsverfahren

### 4.1.1 Roboterverfahren

Ein Robotersystem besteht aus mindestens einem selbstfahrenden, fahrbaren oder einziehbaren Grundgerät, welches mit unterschiedlichen wechselbaren Arbeitseinheiten bestückt werden kann. Die Arbeitseinheit wird üblicherweise mit einer aufgesetzten Kamera beobachtet und oberirdisch von einem Bedienungsstand aus gesteuert. Robotersysteme sind in der Lage, Schadstellen vollumfänglich zu reparieren oder Vor- und Nacharbeiten im Zusammenhang mit anderen Renovierungsverfahren, z. B. mit Schlauchlinern, auszuführen.



© crb.ch

Die Verfahren der einzelnen Hersteller unterscheiden sich in der Auslegung der Roboter (Modulsystem, verschiedene Robotertypen) und in den für die Reparatur verwendeten Materialien sowie in deren Applikation (Verpressen, Verspachteln).

#### Fräseinheit

Fräseinheiten sind in der Regel eigenständige Geräte. Eine Fräseinheit besteht aus einem hydraulischen, pneumatischen oder elektrischen Antrieb sowie wechselbaren Fräswerkzeugen. Sie dient hauptsächlich den Vor- und Nacharbeiten von Reparaturen oder Renovierungen.

Die Fräseinheit beseitigt einragende Teile sowie Abflusshindernisse und bereitet die zu reparierende Stelle für die nachfolgenden Spachtel- oder Verpressarbeiten vor. Insbesondere wird die Schadstelle bis auf tragfähiges, ungeschädigtes Material ausgefräst.

#### Spachteleinheit

Die Spachteleinheit besteht aus einem Vorratsbehälter, aus dem das Reparaturmaterial mit Druck über einen Schlauch in die Schadstelle eingebracht wird. Das überstehende Material wird mit einem beweglichen Spachtel über der Schadstelle rohrwandbündig abgezogen und geglättet.

Die Spachteleinheit ist in der Lage, mit speziellen Spachteln/Taloschen Schäden in der Rohrwand, den Rohrverbindungen und an den seitlichen Anschlüssen zu beheben. Sie wird immer in Kombination mit einer Fräseinheit eingesetzt.

#### Verpresseinheit mit Schalungstechnik

Bei der Verpresseinheit mit Schalungstechnik wird die Schadstelle zunächst mit einer Schalung abgedeckt und anschliessend das Reparaturmaterial durch die Schalung in die Reparaturstelle eingepresst. Als Schalungstechnik können Manschetten, Schilde und Packersysteme eingesetzt werden, die bis zu einer ausreichenden Haftung und Formstabilität des Materials an der Reparaturstelle verbleiben. Bei seitlichen Anschlüssen werden zusätzlich Absperrblasen als Innenschalung in die Anschlussleitung eingebracht.

Die Verpresseinheit mit Schalungstechnik dient überwiegend der Reparatur nicht fachgerecht angeschlossener seitlicher Anschlüsse sowie dem Reprofilieren von Schäden in der Rohrwandung und an Rohrverbindungen. Mit Verpresseinheiten können nicht in Betrieb befindliche seitliche Anschlüsse bündig verschlossen werden.

Verfahrensbedingt können dabei Zementmörtel oder Reaktionsharze eingesetzt werden. Die Anbindung von seitlichen Anschlüssen an Schlauchliner ist möglich, sofern eine dauerhafte Dichtheit zwischen Schlauchliner und Verpressmaterial gewährleistet werden kann.

Tabelle 3: Anwendungsbereich Roboterverfahren

	Epoxidharze	Kunststoffmodifizierte Zementmörtel
Anwendungsbereich DN	200 – 700 mm	200-700 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile im Einzelfall	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile im Einzelfall
Rohrmaterial Altrrohr	Beton, Steinzeug, Schlauchliner UP / EP / VE PVC, FZ: bedingt geeignet	Beton, Steinzeug, Schlauchliner UP / EP / VE FZ: bedingt geeignet PVC: nicht geeignet
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Bedingt geeignet	Bedingt geeignet
Durchmesseränderung	Nicht geeignet	Nicht geeignet
Kanallänge	75 m	75 m
Schachteinstiegsöffnung	Leitung DN 200 – 600: $\geq 600$ mm Leitung DN $\geq 600$ : DN Schacht	Leitung DN 200 – 600: $\geq 600$ mm Leitung DN $\geq 600$ : DN Schacht
Schachtdurchmesser	Mind. 800 mm	Mind. 800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Reparatur beständig gegen äusseren Wasserdruck	Reparatur beständig gegen äusseren Wasserdruck
Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität
Betrieb	Unverändert	Unverändert
Baulicher Zustand	Siehe nachfolgende Tabelle	Siehe nachfolgende Tabelle
Nutzungsdauer	20 Jahre	20 Jahre

Tabelle 4: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Roboterfahrens zu deren Behebung

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	●
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	●
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	●
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	#
Einragender Anschluss	●	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	●	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet, den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  # Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</p>			

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

*Tabelle 5: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Roboterverfahrens zu deren Behebung*

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	●	Infiltration	●
Ablagerungen an der Rohrsohle	●	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet, den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung empfohlen. Die Ausführung der Dichtheitsprüfung wird jedoch erschwert, da ein Grossteil der Prüffläche aus 'Altrohr' besteht. Die Bewertung des Erfolgs der Reparatur ist dadurch nur bedingt möglich.
- Entnahme einer Materialprobe und deren Prüfung bei Bedarf (nach VSA-Richtlinie QUIK)

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

#### 4.1.2 Innenreparatur manuell

Eine manuelle Reparatur kann in begehbaren Kanälen, in Schächten oder Bauwerken ausgeführt werden.

Die Anwendung erfolgt hauptsächlich bei:

- Ausbesserung von Fehlstellen
- Ausbesserung von Fugen, Rohrverbindungen
- Behandlung freiliegender, korrodierter Bewehrung

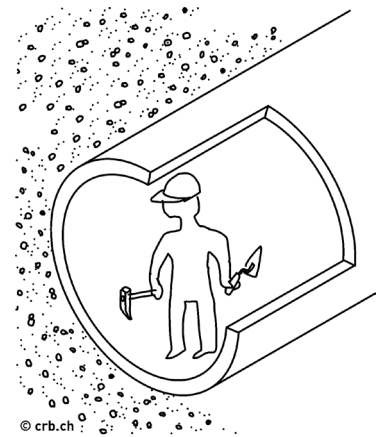


Tabelle 6: Anwendungsbereich Innenreparatur manuell

Anwendungsbereich DN	Kanäle ab 800 mm, Schächte ab 800 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile sowie Sonderprofile
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig, je nach Sanierungsmaterial
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Geeignet
Durchmesseränderung	Geeignet
Kanallänge	unabhängig
Schachteinstiegsöffnung	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Reparatur beständig gegen äusseren Wasserdruck
Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieb	Unverändert
Baulicher Zustand	Siehe Tabelle
Nutzungsdauer	20 Jahre

Tabelle 7: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung der manuellen Innenreparatur zu deren Behebung

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	•
Risse	•	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	•
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	•
Fehlender Mörtel	•	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	•	Poröse Leitung	#
Einragender Anschluss	•	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	•	Hohlraum sichtbar	○
<p>• Dieses Verfahren ist geeignet, den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</p>			

**Tabelle 8: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung der manuellen Innenreparatur zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	●	Infiltration	●
Ablagerungen an der Rohrsohle	●	Exfiltration	●

● Dieses Verfahren ist geeignet, den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  
 ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  
 #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.  
*Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.*

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

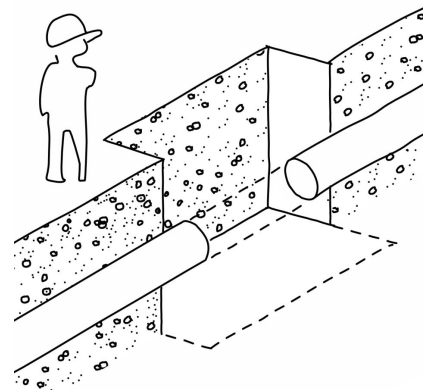
#### 4.1.3 Kleinbaugrube

Wenn grabenlose Sanierungsverfahren nicht möglich sind, kann eine Kleinbaugrube zur Anwendung kommen.

Die Ausgangslage kann bestehen aus:

- gravierende Schäden wie Verformung oder Einsturz
- starke Abweichung von seitlichen Anschlüssen von der Ideallinie
- fehlende Zugangsmöglichkeiten
- kleine Nennweiten, Lageänderungen

In einer offenen Baugrube werden ein oder mehrere Rohre bzw. Rohrabschnitte ausgetauscht. Der Aufwand hängt von der Tiefenlage und der Oberflächenbeschaffenheit ab. Es sind immer Voruntersuchungen erforderlich.



Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

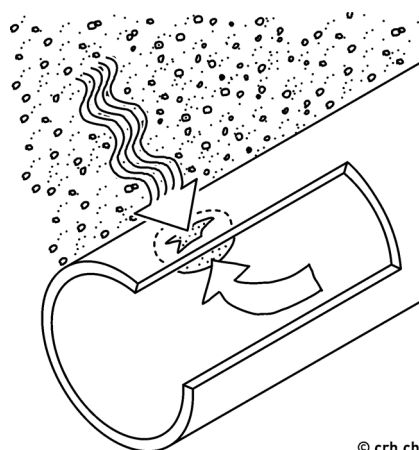
## 4.2 Injektionsverfahren

Unter Injektion wird das Einbringen von Injektionsgut in Schadstellen und die Rohrumgebung bei kontinuierlicher Materialzufuhr verstanden. Die Injektionsanlage umfasst die Gerätetechnik zur Aufbewahrung, Förderung und Einbringen des Injektionsguts. Das Injektionsgut kann entweder fertig gemischt über eine Schlauchleitung oder bei 2-Komponenten-Kunstharzen über zwei Schlauchleitungen transportiert und in diesem Fall erst kurz vor der Injektionsstelle gemischt in die Schadstelle injiziert werden.

Bei Injektionsverfahren werden Schäden an Freispiegleleitungen durch das Einbringen von Injektionsgut abgedichtet. Es handelt sich in der Regel um eine formschlüssige Abdichtung.

In Abhängigkeit des eingesetzten Injektionsguts handelt es sich entweder um eine temporäre Abdichtung (Gele) oder um eine dauerhafte Abdichtung. Falls gefordert (Einbindung von Anschlussleitungen an Linern) ist eine kraftschlüssige Abdichtung (Verfahrens- und Materialabhängigkeit) durch Vorarbeiten (Fräsen) möglich. Mit dem Injektionsgut werden Auflockerungen und Hohlräume im – die Schadstelle umgebenden – Boden verfüllt. Hierdurch wird die Bettung der Rohre verbessert.

Injektionen dienen der Abdichtung und/oder der Stabilisierung von schadhafte Rohren oder Bauwerken.



© crb.ch

Tabelle 9: Anwendungsbereich Injektionsverfahren

	Kanäle nicht begehbar	Begehbare Bereich und Schächte
Anwendungsbereich DN	150 – 700 mm	Ab 800 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile	Kreis-, Eiprofile, Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrrohr	Unabhängig	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Bedingt geeignet	Geeignet
Durchmesseränderung	Nein	Nein
Kanallänge	bis 70 m	unabhängig falls Injektionspumpe vor Ort
Schachteinstiegsöffnung	600 mm	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm	800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Nicht geeignet	Nicht geeignet
Statik	Geeignet für Altrohrzustand I und II nach DWA-A 143-2.	Geeignet für Altrohrzustand I und II nach DWA-A 143-2.
Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieb	Unverändert	Unverändert
Baulicher Zustand	Infiltrationen	Infiltrationen
Nutzungsdauer	20 Jahre	20 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023



**Tabelle 10: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Injektionsverfahrens Innenreparatur zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	o
Risse	•	Verschobene Verbindung	#
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	#
Defektes Mauerwerk	o	Schadhafte Reparatur	o
Fehlender Mörtel	o	Schadhafte Schweissnaht	#
Oberflächenschäden	o	Poröse Leitung	o
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	o
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	o
<p>• Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>o Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 11: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Injektionsverfahrens Innenreparatur zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	#	Eindringen von Bodenmaterial	o
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	•
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	•
<p>• Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>o Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung
- Entnahme einer Materialprobe und deren Prüfung bei Bedarf

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 4.3 Abdichtungsverfahren

### 4.3.1 Kurzliner

Der Kurzliner ist ein vor Ort härtender partieller Schlauchliner. Ein mit Harz getränktes Trägermaterial wird auf einen aufblasbaren Packer aufgebracht. Nach dem Einführen des Packers über einen Kontrollschacht wird der Kurzliner mit Hilfe einer Kanalkamera bei der schadhaften Stelle positioniert. Durch Aufbringen eines Innendruckes auf den Packer wird der Kurzliner an die zu sanierende Schadstelle/Rohrwand angepresst und ausgehärtet.

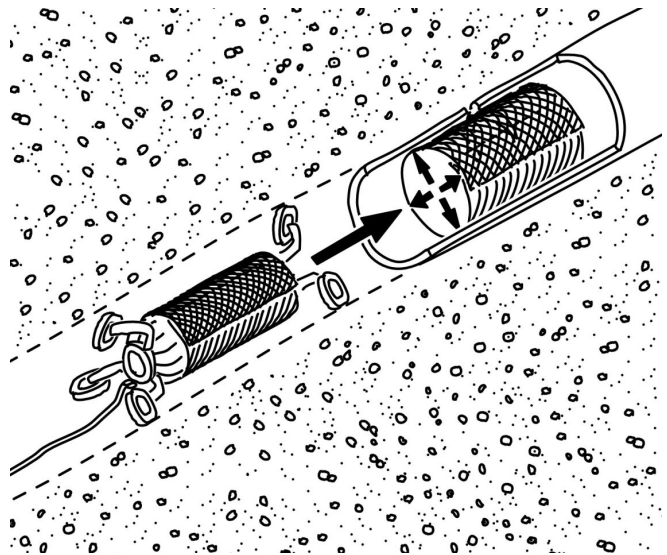


Tabelle 12: Anwendungsbereich Kurzliner

	Nicht begehbarer Bereich	Begehbarer Bereich
Anwendungsbereich DN	100 – 700 mm	800 – 1800 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile	Kreis-, Eiprofile
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Bögen bis DN 300 möglich; 45° bei Kunststoff (stärkere Bögen mit Bogenpacker)	Nicht geeignet
Durchmesseränderung	Bis zu einem Dimensionssprung	Nein
Kanallänge	Bis 70 m	Bis 70 m
Schachteinstiegsöffnung	600 mm	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm	>800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Bei sachgemässer Anwendung gibt es keinerlei schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser	Bei sachgemässer Anwendung gibt es keinerlei schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser
Statik	Anforderungen gemäss jeweiliger DIBt-Zulassung	Keine Prüfung vorhanden
Abflusskapazität	der Durchmesser reduziert sich geringfügig	keine Abminderung der Abflusskapazität
Betrieb	Unverändert	Unverändert
Baulicher Zustand	Wurzeleinwüchse, Risse, Scherbenbildung	Wurzeleinwüchse, Risse, Scherbenbildung
Nutzungsdauer	20 Jahre	20 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 13: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Abdichtungsverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Eignung		Strukturschäden		Eignung	
Verformung		○		Einragendes Dichtungsmittel		○	
Risse		●		Verschobene Verbindung		○	
Leitungsbruch/ Einsturz		○		Mängel an der Innenauskleidung		○	
Defektes Mauerwerk		○		Schadhafte Reparatur		○	
Fehlender Mörtel		●		Schadhafte Schweissnaht		○	
Oberflächenschäden		●		Poröse Leitung		●	
Einragender Anschluss		#		Boden sichtbar		○	
Schadhafter Anschluss		#		Hohlraum sichtbar		○	
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>							

**Tabelle 14: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Abdichtungsverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Eignung		Betriebl. Schaden		Eignung	
Wurzeln		●		Eindringen von Bodenmaterial		○	
Anhaftende Stoffe		#		Infiltration		●	
Ablagerungen an der Rohrsohle		#		Exfiltration		●	
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>							

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 4.3.2 Hutprofil

Das vorgefertigte Hutprofil wird vor Ort eingeharzt und auf einen speziellen Packer versetzt. Ein Roboter platziert den Packer mit Hilfe der TV-Kamera direkt unter dem Anschluss. Danach wird der Packer aufgeblasen bis das Hutprofil satt an der Rohrwand des Anschlusses und der Hauptleitung anliegt. Teils mit Hilfe einer kleinen, integrierten Heizung wird die Luft im Packer aufgeheizt. Dadurch setzt der Härtungsprozess des Harzes etwas schneller ein. Nach vollständiger Härtung des Harzes kann der Packer wieder aus dem Anschluss entfernt werden. Nacharbeiten sind im Normalfall keine nötig.

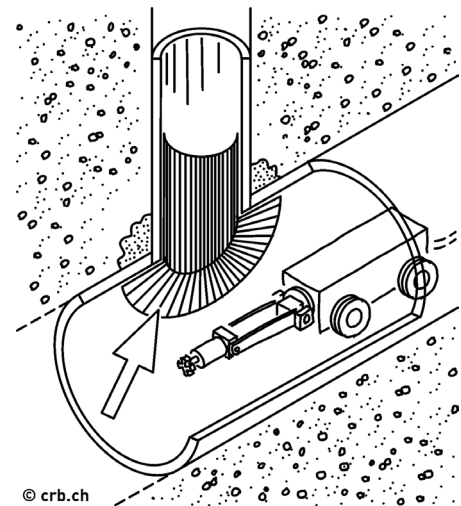


Tabelle 15: Anwendungsbereich Hutprofil

	Nicht begehbarer Bereich
Anwendungsbereich DN	100 – 700 mm
Profilart	Kreisprofile
Rohrmaterial Altrrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Bögen bis DN 300 möglich; 45° bei Kunststoff (stärkere Bögen mit Bogenpacker)
Durchmesseränderung	Nicht geeignet
Kanallänge	Bis 70 m
Schachteinstiegsöffnung	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Bei sachgemässer Anwendung gibt es keinerlei schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser
Statik	Anforderungen gemäss jeweiliger DIBt-Zulassung
Abflusskapazität	Im Übergang < 10 % vom DN-Anschluss
Betrieb	Unverändert
Baulicher Zustand	Einbindung seitlicher Anschlüsse
Nutzungsdauer	20 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 16: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Hutprofils zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	#	Verschobene Verbindung	#
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	#
Defektes Mauerwerk	#	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	#	Schadhafte Schweissnaht	#
Oberflächenschäden	#	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	●	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 17: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Hutprofils zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	#
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	#
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

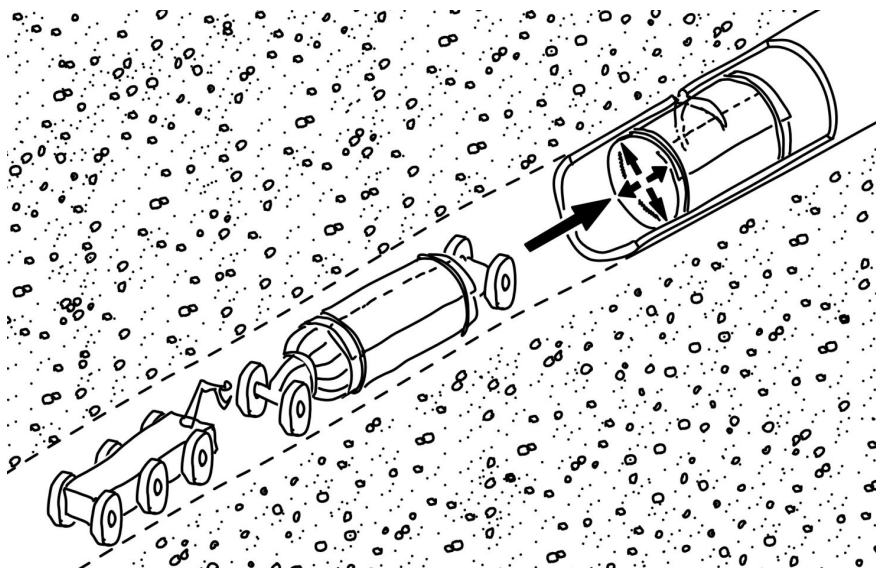
Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 4.3.3 Innenmanschetten

Reparaturen mit Innenmanschetten sind Massnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes bzw. Stabilisierung und Abdichtung bei örtlich begrenzten Schäden. Ziel der Reparatur ist es, in diesem Bereich einen Kanal zu erhalten, der nach der Schadensbehebung bezüglich Nutzung und Sicherheit den gestellten Anforderungen entspricht.



Innenmanschetten werden in 3 unterschiedliche Systeme unterteilt:

- Edelstahlmanschette auf Kompressionsbasis mit Elastomerdichtung für begehbare und nicht begehbare Profile
- Elastormanschette auf Kompressionsbasis mit Edelstahlspannbändern für begehbare und nicht begehbare Profile
- Verklebte Edelstahlmanschette für begehbare und nicht begehbare Profile

Innenmanschetten werden mechanisch aufgeweitet und kraft-/formschlüssig an der Rohrwandung fixiert. Innenmanschetten auf Kompressionsbasis bestehen aus einer Elastomerdichtung und einer Manschette oder Spannringen aus Edelstahl. Die Abdichtung erfolgt durch die Kompression des Elastomerprofils. Eine verklebte Manschette besteht aus der Kombination Edelstahl und Reaktionsharz. Die Abdichtung erfolgt durch Verklebung mit der Rohrwand.

Edlestahlmanschetten sowie Elastormanschetten werden in Freispiegelkanälen sowohl bei öffentlichen als auch bei nichtöffentlichen Kanälen eingesetzt. Sie können geringfügig überlappend hintereinander gereiht werden. Eine Aneinanderreihung ist eine Reparatur und keine Renovierung gemäss EN 752.

Die Anwendung ist abhängig von der Geometrie des Kanalquerschnitts und dem baulichen, betrieblichen sowie hydraulischen Zustand. Eine kraftschlüssige, formschlüssige und dichte Verbindung muss gewährleistet sein.

Durch Innenmanschetten kann die Standsicherheit unter bestimmten Voraussetzungen verbessert werden. Massgeblich hierfür sind der vor der Sanierung vorhandene Altrohrzustand, die Querschnittsverformung und der hydrostatische Wasserdruck.

Tabelle 18: Anwendungsbereich Innenmanschetten

	Nicht begehbarer Bereich	Begehbarer Bereich
Anwendungsbereich DN	100 – 700 mm	Ab 800 - 2000 mm
Profilart	Kreisprofile	Kreisprofile
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Max. 2.5 cm Rohrversatz, Max. 10° Abwinkelung	Nein
Durchmesseränderung	z.B. 225 mm zu 250 mm möglich	Nein
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 150 m möglich	unabhängig
Schachteinstiegsöffnung	600 mm	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm	800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, teilweise Trinkwasserzulassung	Alle Bereiche möglich, teilweise Trinkwasserzulassung
Statik	Geeignet für Altrohrzustand I und II nach DWA-A 143-2.	Standicherheit
Abflusskapazität	Geringer Auftrag im Kanal	Geringer Auftrag im Kanal
Betrieb	Unverändert	Unverändert
Baulicher Zustand	Undichte Rohrverbindungen, Wassereinbrüche, Wurzeleinwüchse	Undichte Rohrverbindungen, Wassereinbrüche, Wurzeleinwüchse
Nutzungsdauer	20 Jahre	20 Jahre

Tabelle 19: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung von Innenmanschetten zu deren Behebung

Strukturschäden	Eignung	Strukturschäden	Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschoebene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	○
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  # : Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</p>			

**Tabelle 20: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung von Innenmanschetten zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Eignung	
Wurzeln		•	
Anhaftende Stoffe		#	
Ablagerungen an der Rohrsohle		#	
		Betriebl. Schaden	
		Eindringen von Bodenmaterial	○
		Infiltration	•
		Exfiltration	•
<p>• Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Visuelle Kontrolle der Vorarbeiten, insbesondere der Haftgrundvorbereitung
- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

#### 4.3.4 Manuelle Reparatur von Fugen und Rohrverbindungen

Eine Möglichkeit, Fugen und Rohrverbindungen im begehbaren Nennweitenbereich nachträglich abzudichten, besteht im Einbau von Abdichtungsstoffen (elastische Dichtmittel und plastische Dichtmittel) sowie Fugendichtungsmassen oder Abdichtungsbänder.

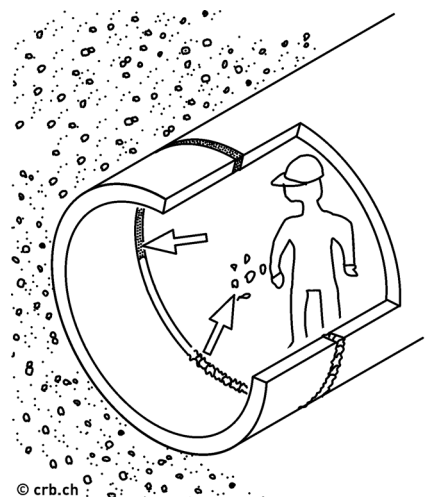
Die Abdichtungsstoffe müssen die Anforderungen nach SN EN 476 bezüglich der

- Wasserdichtheit,
- mechanischen und statischen Beanspruchungen
- Korrosionsbeständigkeit,
- thermischen Beanspruchungen,

erfüllen.

Insbesondere sind zu beachten:

- Verträglichkeit der Mischungsbestandteile des Dichtmittels
- Wechselwirkung des Dichtmittels mit dem Rohrwerkstoff
- Verlust des Dichtmittels an flüchtigen Bestandteilen
- Einwirkung von Luft und bei Fäulnisprozessen entstehenden Gasen auf das Dichtmittel
- Wechselwirkung des Dichtmittels mit Abwasser, Grundwasser und Boden.



Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023



**Tabelle 21: Anwendungsbereich manuelle Reparatur von Fugen und Rohrverbindungen**

Anwendungsbereich DN	Ab 800 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile sowie Sonderprofile
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig, je nach Sanierungsmaterial
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Geeignet
Durchmesseränderung	Geeignet
Kanallänge	unabhängig
Schachteinstiegsöffnung	600 mm
Schachtdurchmesser	800 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Reparatur beständig gegen äusseren Wasserdruck
Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieb	Unverändert
Baulicher Zustand	Siehe Tabelle
Nutzungsdauer	20 Jahre

**Tabelle 22: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung der manuellen Reparatur von Fugen und Rohrverbindungen zu deren Behebung**

Strukturschäden		Eignung	
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	●
Risse	#	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	#
Defektes Mauerwerk	#	Schadhafte Reparatur	#
Fehlender Mörtel	#	Schadhafte Schweissnaht	#
Oberflächenschäden	#	Poröse Leitung	#
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	#
Schadhafter Anschluss	○	Hohlraum sichtbar	#
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</p>			

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

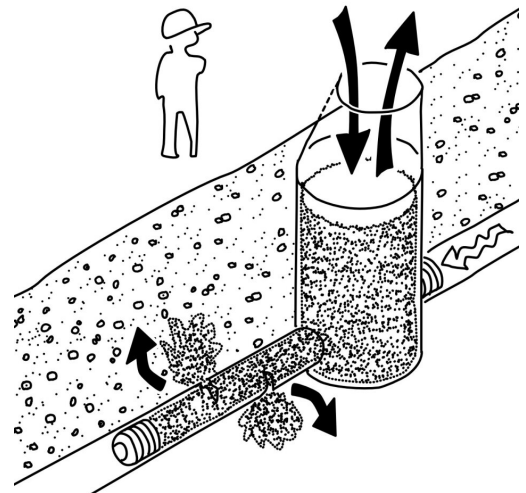
**Tabelle 23: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung der manuellen Reparatur von Fugen und Rohrverbindungen zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Eignung	Betriebl. Schaden		Eignung
Wurzeln		#	Eindringen von Bodenmaterial		#
Anhaftende Stoffe		#	Infiltration		•
Ablagerungen an der Rohrsohle		#	Exfiltration		•

• Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  
 o Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  
 #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.  
*Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.*

#### 4.3.5 Flutungsverfahren

Beim Flutungsverfahren wird der schadhafte Abschnitt des Entwässerungsnetzes mit zwei flüssigen Komponenten nacheinander befüllt. Durch hydrostatischen Druck tritt die Flüssigkeit durch Schadstellen in die umgebende Rohrbettung ein. Nach einer Einwirkzeit wird die Flüssigkeit 1 abgezogen, der Sanierungsabschnitt gereinigt und mit der Flüssigkeit 2 befüllt. Die zweite Komponente/Flüssigkeit reagiert mit der ersten Komponente, Silikat fällt aus und eine Dichtpackung entsteht. Dies wird solange wiederholt bis die Dichtheit nach Vorgabe der Regelwerke erreicht ist. Zu diesem Verfahren beachten Sie bitte auch die VSA-Empfehlung 'Flutungsverfahren (Flut-Gel-Verfahren)' von 2005.



**Tabelle 24: Anwendungsbereich Flutungsverfahren**

Anwendungsbereich DN	100 – 500 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrrohr	Erdverlegte Abwasserleitungen, ausser PP und PEHD
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Ja
Durchmesseränderung	Ja
Kanallänge	bis 100 m
Schachteinstiegsöffnung	Leitung DN 100 – 250: $\geq 300$ mm Leitung DN 300 – 600: $\geq 600$ mm Leitung DN $\geq 600$ : DN Schacht
Schachtdurchmesser	Leitung DN 100 – 250: $\geq 600$ Leitung DN $\geq 250$ : $\geq 1000$
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Nicht geeignet
Statik	Geeignet für ARZ I und II nach DWA-A 143-2, komplexe Einzelfallbetrachtung nötig
Abflusskapazität	Kein Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieb	Unverändert
Baulicher Zustand	Das Rohr muss noch standsicher sein.
Nutzungsdauer	5 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 25: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Flutungsverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 26: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Flutungsverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	○	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Kanalinspektion
- Dichtheitsprüfung

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

# 5 RENOVIERUNG

Verfahrensgruppe

Verfahren

Bautechnik

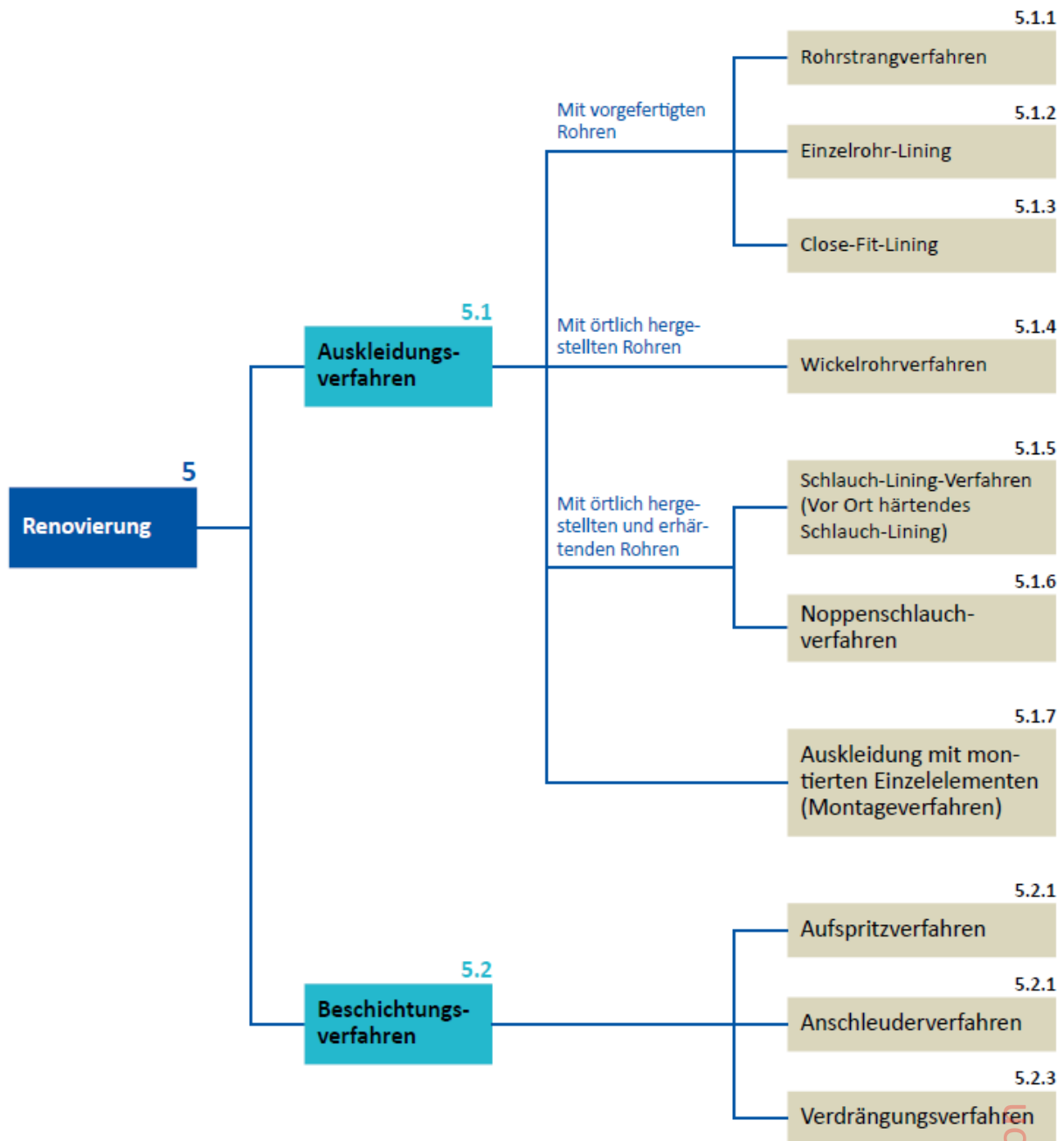


Abbildung 6: Verfahrensgruppen, Verfahren und Bautechniken im Bereich Renovierung

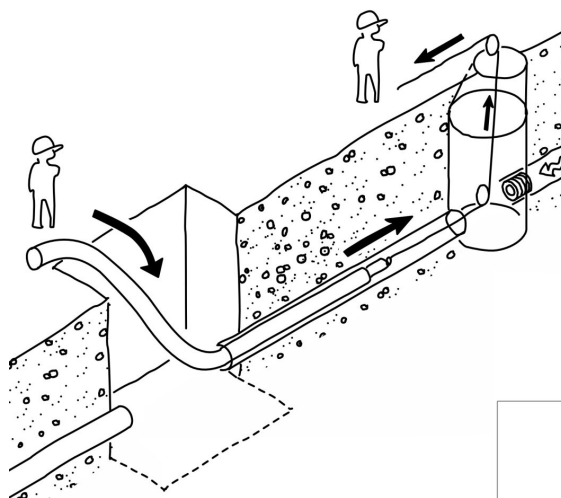
Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 5.1 Auskleidungsverfahren

Werden schadhafte Entwässerungsanlagen haltungsweise mit einer selbsttragenden, vollflächigen Auskleidung versehen, spricht man von einem Auskleidungsverfahren.

### 5.1.1 Rohrstrangverfahren (Rohrstrang-Lining)

Ein neuer Rohrstrang aus PE oder PP mit geringerem Durchmesser als das Altrohr wird durch Einziehen in den schadhafte Kanal eingebracht. Vorgängig des Einzugs muss die Leitung gereinigt und der Querschnitt wiederhergestellt werden. Infiltrationen von Grundwasser sind abzudichten. Während der gesamten Sanierungsarbeiten ist eine Wasserhaltung einzurichten und zu betreiben. Die Vorarbeiten werden mit einer Inspektion dokumentiert. Abhängig vom Material, Rohrdurchmesser und der Leitungstiefe kann der Einbau von Baugrube zu Baugrube oder von Baugrube zu Schacht erfolgen. Die einzelnen Rohre oder Rohrstränge werden vor dem Einziehen durch Verschweissen miteinander verbunden. Um Spannungen aufgrund von Temperaturdifferenzen zu minimieren, sollte dieser Bereich abgedeckt werden. Die Schweisswülste auf der Innenseite sollten entfernt werden.



Der minimale Ringraum soll 10 mm nicht unterschreiten und muss in jedem Fall mit mineralischem Mörtel verdämmt werden. Ein Einführungsschutz am Altrohr verhindert Beschädigungen des Rohrstrangs während des Einziehvorgangs mit einem Zugkopf. Riefen am Rohrstrang, die sich beim Einzug bilden, müssen in der Dimensionierung der Wanddicke berücksichtigt werden. Nach dem Einzug des Rohrstrangs ist dieser in der Lage zu fixieren und, z.B. durch Befüllen mit Wasser, gegen Auftrieb zu sichern. Längenänderungen am Rohrstrang infolge von Temperaturdifferenzen (vor allem im Sommer) müssen mit entsprechenden Passrohren kompensiert werden. Anschliessend kann die Ringraumverfüllung vom Tiefpunkt in Richtung Hochpunkt erfolgen. Dabei muss die eingeschlossene Luft aus dem Ringraum entweichen können. Der Rohrstrang wird dadurch fixiert. Über die geschaffene Bettung werden die äusseren Lasten übertragen.

Tabelle 27: Anwendungsbereich Rohrstrangverfahren

Anwendungsbereich DN	250 bis 1200 mm
Profilart	Kreisprofil
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Leichte Richtungsänderungen (< 7°) möglich
Durchmesseränderung	Nein
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 600 m möglich
Schachteinstieg / Schachtdurchmesser	Es sind Baugruben für den Einzug erforderlich.
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nicht einsetzbar
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA-A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe nachfolgende Tabelle)
Nutzungsdauer	50 - 80 Jahre

**Tabelle 28: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Rohrstrangverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden	Eignung	Strukturschäden	Eignung
Verformung	●	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	●
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet, um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  # : Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 29: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Rohrstrangverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	●
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet, um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  # : Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Die Fachplanung beinhaltet nebst den statischen und hydraulischen Prüfungen insbesondere die Definition des Liner-Werkstoffs und Dämmers, die Lage und Grösse der Baugruben, Angaben zu den Installationsflächen und zu Wasserhaltungsmassnahmen. Der beauftragte Unternehmer muss geschultes (mit Schweisszeugnissen) Personal einsetzen. Das Schweissprotokoll dokumentiert den wichtigen Prozess. Die Schweissnähte sind mit Ultraschall- und Röntgenverfahren zu kontrollieren. Zur Qualitätskontrolle gehören insbesondere folgende Dokumente und Prüfungen:

- Eingangskontrolle der angelieferten Rohre
- Protokoll der Schweissung
- Aufzeichnen der Einzugskräfte
- Protokoll zur Ringraumverfüllung
- Dichtheitsprüfung
- Inspektion
- Prüfungen an Rückstellproben im Labor

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 5.1.2 Einzelrohrverfahren (Einzelrohr-Lining)

Beim Einzelrohrverfahren werden meist vorgefertigte Rohre aus GFK, PP oder PE-HD taktweise in den Sanierungsabschnitt durch Einschieben oder Einziehen eingebracht. Der Einbau erfolgt in Abhängigkeit des Durchmessers und der gewählten Einzelrohlänge von Schacht zu Schacht oder von einer Baugrube zum Schacht respektive Baugrube. Der entstehende Ringraum wird mit einem fliessfähigen Mörtel verdämmt.

Bevor der Einbau der Einzelrohre erfolgen kann, muss der Querschnitt gereinigt und von Ablagerungen und vorstehenden Hindernissen befreit werden. Der Querschnitt ist zu kalibrieren, damit die Abmessungen der Einzelrohre entsprechend definiert werden können. Während der Sanierung ist eine Wasserhaltung einzurichten und zu betreiben. Infiltrationen von Grundwasser sind vor dem Einbau der Einzelrohre abzudichten. Die durchgeführten Vorarbeiten werden mit einer Inspektion dokumentiert.

Die Einzelrohre werden über den Schacht oder die Baugrube in den Sanierungsabschnitt eingeführt. Die Rohre werden verschweisst, verklebt oder mit Steckverbindungen je nach verwendetem System im Schacht oder an der Einbaustelle im Kanal zusammengeführt. Die im Kanal fixierten Rohre sind vor dem Verfüllen des Ringraums gegen Auftrieb zu sichern, z.B. mittels Befüllens mit Wasser. Der Ringraum ist am Start- und Endschacht zu verschliessen und zu entlüften. Das schwindarme Verfüllmaterial wird vom Tiefpunkt aus eingebracht.

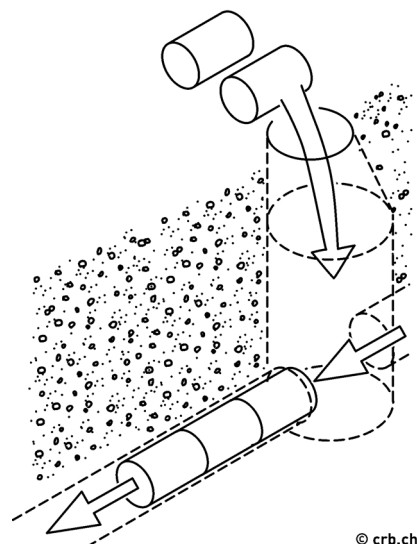


Tabelle 30: Anwendungsbereich Einzelrohrverfahren

Anwendungsbereich DN	150 bis 3'000 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile und Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Leichte Richtungsänderungen möglich
Durchmesseränderung	Nein
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 200 m möglich
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	DN 600 mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	Bis DN 400 kann der Einbau von Schacht zu Schacht erfolgen. Schachtdurchmesser DN $\geq 1'000$ mm Bei Leitungsdurchmessern > DN 400 mm sind in der Regel Baugruben vorzusehen.
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nicht einsetzbar
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA-A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität	Abminderung der Abflusskapazität
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe nachfolgende Tabelle)
Nutzungsdauer	50 - 80 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 31: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Einzelrohrverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	●	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	●
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 32: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Einzelrohrverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	●
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Sämtliche relevanten Arbeitsschritte sind zu überwachen und aufzuzeichnen. Bei der Anlieferung sind die Einzelrohre bezüglich Beschädigungen, Ovalisierung und Abmessungen zu kontrollieren und zu protokollieren. Die Lagerung der Rohre vor dem Einbau hat den Herstellervorgaben entsprechend zu erfolgen. Der Unternehmer muss Fachpersonal einsetzen, welches über die notwendigen Qualifikationen verfügt. Die einzelnen Einbauschr



Zur Qualitätskontrolle gehören insbesondere folgende Dokumente und Prüfungen:

- Eingangskontrolle der angelieferten Rohre
- Protokoll der Schweissung
- Protokoll zur Ringraumverfüllung
- Dichtheitsprüfung
- Inspektion (Kanal-TV oder Begehung)
- Prüfungen an Rückstellproben im Labor

### 5.1.3 Close-Fit-Verfahren (Close-Fit-Lining)

Beim Close-Fit-Verfahren wird ein vorverformter Rohrstrang in den Sanierungsabschnitt eingezogen und anschliessend rückverformt. Der rückverformte Rohrstrang liegt eng am Altrohr an, so dass kein Ringraum entsteht. Man unterscheidet zwischen Verformungs- und Reduktionsverfahren.

Beim Verformungsverfahren wird ein im Werk vorverformter Rohrstrang aus PE oder modifiziertem PVC mit Hilfe einer Winde in den Kanal eingezogen. Anschliessend werden die Enden verschlossen. Bei der Verwendung von PVC-U ist dieses auf mindestens 45°C vorzuwärmen. Durch Zuführen von Dampf, unterstützt durch das Aufbringen eines Innendrucks, verformt sich der Rohrstrang zurück. Die Temperatur und Druckentwicklung während der Heiz- und Abkühlphase sind zu erfassen.

Beim Reduktionsverfahren wird ein auf der Baustelle mit Heizelementstumpfschweissungen gefertigter Rohrstrang aus PE mithilfe einer Zugvorrichtung in die zu renovierende Abwasserleitung gezogen. Dabei wird der Aussendurchmesser durch ein konisches Reduzierstück verkleinert. Ist der Endschacht erreicht und die Zugentlastung erfolgt, weitet sich der Rohrstrang formschlüssig an das Altrohr an.

Als Vorarbeiten sind zu nennen:

- Grundreinigung
- Herstellen des Querschnitts
- Kalibrierung des Querschnitts (Messkaliber, Lasermessung oder 4-Punkt-Messung)
- Abdichten bei Infiltrationen insbesondere bei der Verwendung von PVC-U
- Inspektion der Vorarbeiten vor dem Einzug.

Während des Einbaus ist eine Wasserhaltung einzurichten und zu betreiben.

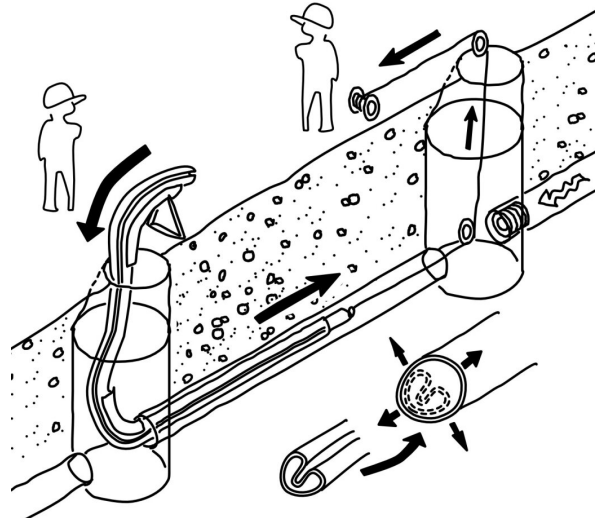


Tabelle 33: Anwendungsbereich Close-Fit-Verfahren

	Verformungsverfahren	Reduktionsverfahren
Anwendungsbereich DN	100 bis 500 mm	150 bis 1 200 mm
Profilart	Kreisprofile	Kreisprofile
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Nein	Kleine Richtungsänderungen (<10°) möglich
Durchmesseränderung	Nein	Nein
Kanallänge	Begrenzung durch maximale Rohrlänge auf der Trommel in Abhängigkeit der Nennweite gemäss Hersteller	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 800 m möglich
Schachteinstiegsöffnung	Leitung DN 100 bis 400: Öffnung $\geq$ 600 mm Leitung DN $\geq$ 500: Öffnung DN Schacht	Baugrube erforderlich
Schachtdurchmesser	DN Schacht $\geq$ 1000 mm	Baugrube erforderlich
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche und in der Gewässerschutzzone möglich (kein Doppelrohrsystem)	Alle Bereiche und in der Gewässerschutzzone möglich (kein Doppelrohrsystem)
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA A 143-2 erforderlich	Statischer Nachweis gemäss DWA A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)
Nutzungsdauer	50 - 80 Jahre	50 - 80 Jahre

Tabelle 34: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Close-Fit-Verfahrens zu deren Behebung

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</p>			

*Tabelle 35: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Close-Fit-Verfahrens zu deren Behebung*

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  # : Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

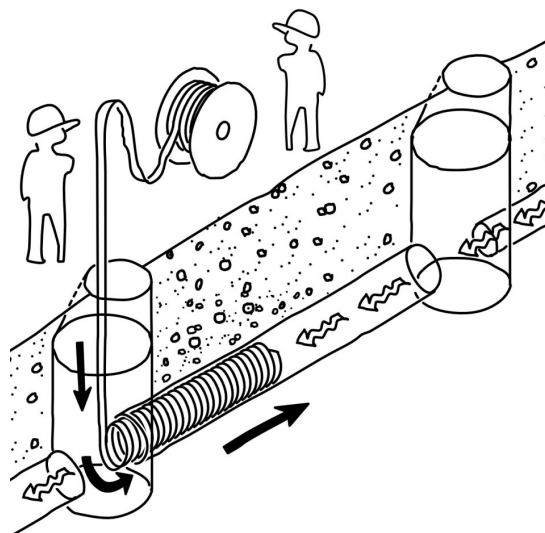
Es wird empfohlen, eine optische Kontrolle des angelieferten Rohrstrangs (z.B. Riefen) vorzunehmen und zu protokollieren. Die Lagerung des Rohrstrangs hat gemäss Herstellervorgaben zu erfolgen. Die durch die Winde aufgebrachten Zugkräfte sind zu erfassen. Es ist ein kontinuierlicher Einzug, ohne ruckartige Spannungsänderungen, anzustreben. Dazu ist der Rohrstrang beim Einzug in Form und Lage zu fixieren. Durch Umlenkrollen wird eine Beschädigung des Rohrstrangs beim Einzugsschacht verhindert. Der Unternehmer setzt Fachpersonal ein, welches über die notwendigen Qualifikationen (z.B. Schweisszeugnis) verfügt. Als Abnahmedokumente dienen insbesondere folgende Unterlagen:

- Dokumentation der optischen Inspektion
- Evtl. Schweissprotokoll
- Protokoll der Einzugskräfte (Aufzeichnung der Windenkräfte während des Einzugs des Rohrstranges)
- Protokoll Temperatur- und Druckverlauf
- Protokoll der Dichtheitsprüfung
- Baustellendokumentation des Unternehmers

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 5.1.4 Wickelrohrverfahren (Wickelrohr-Lining)

Werkseitig produzierte Profilstreifen aus PVC oder PE werden beim Wickelrohrverfahren maschinell zu einem Strang gewickelt. Aus einer oberirdisch positionierten Spule wird der Profilstreifen der Wickelmaschine zugeführt. Die Wickelmaschine befindet sich stationär im Schacht oder durchfährt bei anderen Systemen die zu sanierende Leitung. Beim Einsatz von stationären Wickelmaschinen können nur Wickelliner für Kreisprofile hergestellt werden. Der gewünschte Durchmesser des zu sanierenden Kanals kann eingestellt werden. Die Verbindung der Profilstreifen erfolgt entweder durch Extruderschweissung bei PE oder durch ein mechanisches Schloss mit Dicht- und/oder Kleebelementen. Systembedingt können die mit einem Klicksystem ausgestatteten Profilstreifen mit Stahl- oder Kunststoffverstärkungen ausgestattet werden.



Bevor der Einbau erfolgen kann, muss der Querschnitt des Sanierungsabschnitts wiederhergestellt und vorhandene Infiltrationen abgedichtet werden.

Ist der Profilstreifen eingebracht, wird der vorhandene Ringraum mit fliessfähigen Mörtel verdämmt. Dazu muss der Ringraum in den Schächten verschlossen und die eingebrachte Leitung gegen Auftrieb gesichert werden.

Anwendung in Kanälen	Wickelrohrverfahren
Anwendungsbereich DN	400 bis 3'000 mm Wickelmaschine im Schacht, Wickelrohr-Lining mit Ringraum 200 bis 750 mm Wickelmaschine im Schacht, Wickelrohr-Lining ohne Ringraum 800 bis 5'500 mm Mobile Wickelmaschine, Wickelrohr-Lining mit Ringraum 800 bis 1'800 mm Mobile Wickelmaschine, Wickelrohr-Lining ohne Ringraum
Profilart	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Leichte Richtungsänderungen ( $< 10^\circ$ ) bei mobilen Wickelmaschinen möglich
Durchmesseränderung	Möglich, sofern die gesamte Haltung auf den kleinsten vorhandenen Durchmesser konfektioniert werden kann
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 200 m möglich
Schachteinstiegsöffnung	Leitung DN 200 – 1'000: Öffnung $\geq 600$ mm Leitung DN $\geq 1'000$ : Öffnung DN Schacht
Schachtdurchmesser	DN Schacht $\geq 1000$ mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung (evtl. zusätzlich Folien einbauen)
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA 143-2 erforderlich
Abflusskapazität	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe nachfolgende Tabelle)
Nutzungsdauer	30 - 50 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 36: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Wickelrohrverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden	Eignung	Strukturschäden	Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 37: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Wickelrohrverfahrens zu deren Behebung**

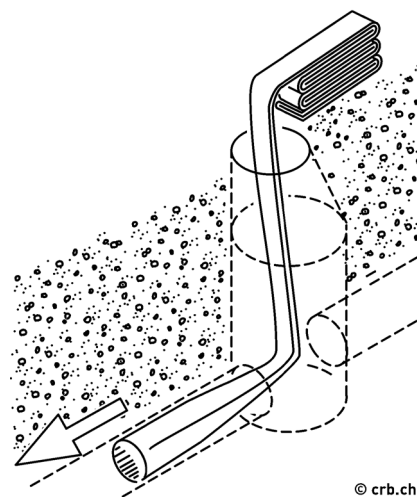
Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	●	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Die Auswirkungen auf die hydraulische Abflusskapazität sowie eine statische Dimensionierung des Verfahrens sind durch den Fachplaner zu erstellen. Eine fachgerechte Planung der Sanierungsmassnahme umfasst insbesondere die Eignung der vorgesehenen Produkte für den Anwendungsfall detailliert zu überprüfen. Mit Werkbescheinigungen der Ausgangsmaterialien kann deren grundsätzliche Eignung im Vorfeld der Sanierungsmassnahmen überprüft werden. Alle Einbauschritte sind lückenlos zu dokumentieren. Der Eigenkontrolle des Unternehmers sowie der Bauleitung obliegt die Überwachung bei der Anlieferung der Ausgangsmaterialien. Die Qualifikation des eingesetzten Personals, die einwandfreie Funktion der Geräte und der korrekte Einsatz der erforderlichen Sicherheitsausrüstung sind weitere Punkte bei Baustellenkontrollen. Vom verwendeten Mörtel der Ringraumverfüllung sind Rückstellproben zu entnehmen. An diesen können entsprechende Prüfungen im Labor durchgeführt werden. Als Abnahmedokumente dienen insbesondere folgende Unterlagen:

- Dokumentation der optischen Inspektion
- Protokoll der Dichtheitsprüfung
- Ergebnisse der Materialprüfung
- Baustellendokumentation des Unternehmers

### 5.1.5 Schlauchliningverfahren (Vor Ort härtendes Schlauch-Lining)

Beim Schlauchlining wird ein mit Harz getränktes Trägermaterial über eine Öffnung (Baugrube oder Schacht) in die zu renovierende Haltung eingestülpt oder eingezogen. Einbauhilfen wie Folien können verwendet werden. Mittels Druckes (Luft-, Dampf- oder Wasserdruck) wird das Trägermaterial an die Rohrwandung des alten Kanals oder Schachts gepresst. Die Aushärtung erfolgt durch UV-Licht, LED-Licht, Wärmezufuhr oder unter Umgebungstemperatur. Schlauchliner werden in Kanälen und Schächten eingesetzt.



© crb.ch

Tabelle 38: Anwendungsbereich des Schlauchliningverfahrens

	Trägermaterial: Synthesefasern	Trägermaterial: Glasfasern
Anwendungsbereich DN	Kanäle 80 – 3000 mm, Schächte ab 800 mm	Kanäle 150 – 1800 mm, Schächte ab 800 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile möglich	Kreis-, Eiprofile Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Ja, systembedingte Faltenbildung möglich	Möglich < 10°
Durchmesseränderung	Ja, möglich durch entsprechende Konfektionierung	Ja, möglich durch entsprechende Konfektionierung
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 300m möglich	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 300m möglich
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Leitung DN 80 – 250: Öffnung ≥ 300 mm Leitung DN 300 – 600: Öffnung ≥ 600 mm Leitung DN > 600: Öffnung DN Schacht	Leitung DN 150 – 1000: Öffnung ≥ 600 mm Leitung DN > 1000: Öffnung ≥ 1000 mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	Leitung DN 80 – 250: DN Schacht ≥ 600 mm Leitung DN ≥ 250: DN Schacht ≥ 800 in Abhängigkeit der Schachttiefe	Leitung DN 200 – 1000: DN Schacht ≥ 800mm Leitung DN ≥ 1000: DN Schacht ≥ 1000 mm in Abhängigkeit der Schachttiefe
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA –A 143-2 erforderlich	Statischer Nachweis gemäss DWA –A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)
Nutzungsdauer	50 Jahre	50 Jahre

**Tabelle 39: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Schlauchlining-Verfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden	Eignung	Strukturschäden	Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 40: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Schlauchlining-Verfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	○	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Die Qualitätssicherung für Schlauchliner ist in der VSA-Richtlinie QUIK (Ausgabe 2018) detailliert beschrieben. Der Fachplaner muss die Anforderungen an das System beschreiben. Eine statische Dimensionierung sowie die Auswirkungen auf die Detailhydraulik sind vorzunehmen. Im Rahmen der Fachbauleitung sind die einzelnen Arbeitsschritte festzuhalten. Von den verwendeten Materialien sind Lieferscheine und Werkbescheinigungen als Teil der Baudokumentation abzugeben. Als Abnahmedokumente dienen insbesondere folgende Unterlagen:

- Dokumentation der optischen Inspektion
- Protokoll der Dichtheitsprüfung
- Ergebnisse der Materialprüfung
- Baustellendokumentation des Unternehmers

Vernehmlassungsdatum  
Mitte September 2023



### 5.1.6 Noppenschlauchverfahren (Noppenschlauch-Lining)

Vorkonfektionierte PE-Schläuche werden beim Noppenschlauchverfahren mit Hilfe einer zugkraftgeregelten Winde über den Schacht oder die Einbaugrube in den Sanierungsabschnitt eingezogen. Der Noppenschlauch wird anschliessend durch Aufbringen von Druck formschlüssig an das Altrohr aufgestellt. Der Noppenschlauch verfügt auf der Aussenseite über Noppen, die einen definierten Abstand zum Altrohr herstellen. Das System kann mit oder ohne einen Aussenschlauch angewandt werden. Der Hohlraum zwischen dem Noppenschlauch und dem Altrohr wird mit einem fließfähigen Mörtel verdämmt. Der Noppenschlauch ist in seiner Lage und gegen Auftrieb zu sichern. Je nach statischen Anforderungen kann der Aufbau mehrfach wiederholt werden.

Vor dem Einzug des Noppenschlauchs ist der Rohrquerschnitt wiederherzustellen. Vorhandene Infiltrationen sind abzudichten. Während des Einbaus des Noppenschlauchs ist eine Wasserhaltung aufzubauen und zu betreiben. Das Anbinden seitlicher Anschlüsse erfolgt mit schweiszbaren Hutprofilen.

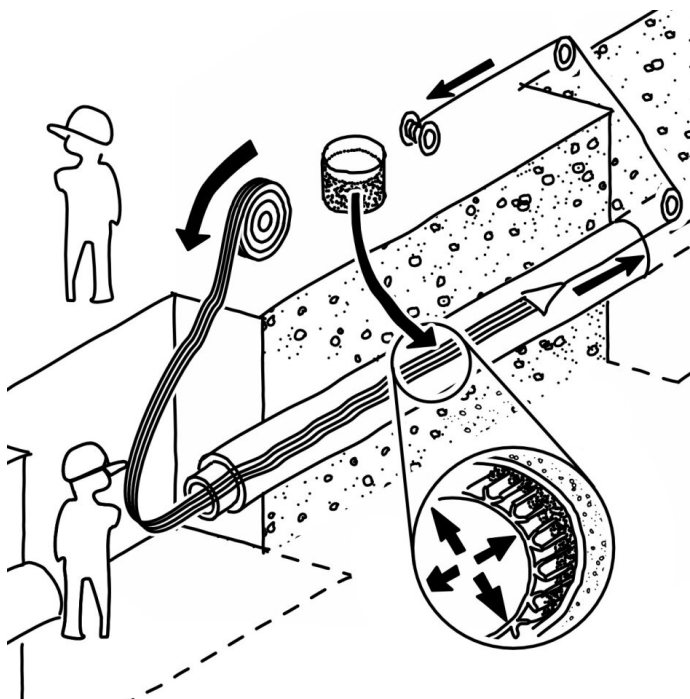


Tabelle 41: Anwendungsbereich Noppenschlauchverfahren

Anwendungsbereich DN	200 – 1'500 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile und Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Leichte Richtungsänderungen (< 10°) möglich
Durchmesseränderung	Nein
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 150 m möglich
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Leitung DN 200 – 600: Öffnung ≥ 600 mm Leitung DN ≥ 600: Öffnung DN Schacht
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	Leitung DN 200 – 1'500: DN Schacht ≥ 1000 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit Aussenschlauch einsetzbar
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA-A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)
Nutzungsdauer	50 Jahre



**Tabelle 42: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	○
Risse	●	Verschobene Verbindung	○
Leitungsbruch/ Einsturz	○	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	○
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	○
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 43: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	○	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.</p> <p>○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.</p> <p>#: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Nebst einer fachgerechten Planung unter Berücksichtigung der statischen und hydraulischen Randbedingungen sind bei der Ausführung Qualitätssicherungsmassnahmen notwendig. Die Dokumentation des Einbauvorgangs und des Verfüllens des Ringraums ist Bestandteil der Baudokumentation. Mit einer Bilanzierung des theoretischen und effektiven Mörtelverbrauchs kann die vollständige Verfüllung nachgeprüft werden. Hinzu kommen Baustellenproben vom Fliessmörtel, welche im Labor geprüft werden. Als Abnahmedokumente dienen insbesondere folgende Unterlagen:

- Dokumentation der optischen Inspektion
- Protokoll der Dichtheitsprüfung
- Ergebnisse der Materialprüfung
- Baustellendokumentation des Unternehmers

Vernehmlassungsverfahren  
Mitte September 2023

### 5.1.7 Auskleidung mit montierten Einzelelementen (Montageverfahren)



Über einen Schacht oder eine Baugrube werden vorgefertigte Bauteile in die zu sanierende Haltung eingebracht. Dort werden sie mittels geeigneter Befestigungselemente montiert. Die Auskleidungselemente können mit Mörtel oder mechanisch verankert werden.

Voraussetzung für das Verfahren ist die Standsicherheit des Systems. Zudem kommt das Montageverfahren nur zum Einsatz, wenn eine Querschnittsverjüngung in Kauf genommen werden kann.

Das Montageverfahren wird vor allem verwendet, um Korrosionsschutz zu betreiben und die hydraulischen Eigenschaften in der Sohle zu verbessern.

Tabelle 44: Anwendungsbereich Montageverfahren

Anwendungsbereich DN	Kanäle begehbaren Bereich, Schächte ab 1000 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile und Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Unabhängig
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Leichte Richtungsänderungen möglich
Durchmesseränderung	geringe Durchmesseränderungen möglich
Kanallänge	Einbaulängen in Abhängigkeit des Durchmessers bis 150 m möglich
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	projektabhängig
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	≥ 1000 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich
Statik	Statischer Nachweis gemäss DWA-A 143-2 erforderlich
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität möglich
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden (Detail siehe Tabelle)
Nutzungsdauer	50 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 45: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	#	Einragendes Dichtungsmittel	#
Risse	○	Verschobene Verbindung	#
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	○
Defektes Mauerwerk	○	Schadhafte Reparatur	●
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	●
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	○
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 46: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	○	Eindringen von Bodenmaterial	○
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	○
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	○
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

### Qualitätssicherung

Nebst einer fachgerechten Planung unter Berücksichtigung der statischen und hydraulischen Randbedingungen sind bei der Ausführung Qualitätssicherungsmassnahmen notwendig. Die Dokumentation des Einbauvorgangs und des Verfüllens des Ringraums ist Bestandteil der Baudokumentation. Die Materialien sind bei der Lieferung auf Unversehrtheit zu prüfen. Beim Montageverfahren ohne Ringraum muss die Haftgrundvorbereitung ausreichend sein. Ein besonderes Augenmerk soll auf die Verbindungen zwischen den Auskleidungselementen sowie auf die Verfüllung zwischen den Auskleidungselementen und dem Altrohr gelegt werden. Hier sollen parallel Rückstellproben angefertigt werden.

Als Abnahmedokumente dienen insbesondere folgende Unterlagen:

- Dokumentation der optischen Inspektion
- Protokoll der Dichtheitsprüfung (insbes. an den Verbindungen)
- Ergebnisse der Materialprüfung
- Baustellendokumentation des Unternehmers

## 5.2 Beschichtungsverfahren

Beim Beschichtungsverfahren wird auf die Oberfläche von Bauwerken (Kanäle, Schächte etc.) ein Material aufgetragen. Es können sowohl Teil- als auch Gesamflächen beschichtet werden.

Die Beschichtungsverfahren dienen zur

- Wiederherstellung oder Erhöhung der Wasserdichtheit
- Erhöhung des Widerstandsvermögens gegen physikalische, biologische, chemische Angriffe von innen
- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb oder Hochdruckspülfestigkeit
- Verbesserung oder Herstellung der statischen Tragfähigkeit

Beschichtungsverfahren können in nicht begehbaren und begehbaren Bereichen von abwassertechnischen Bauwerken eingesetzt werden. Die Aufbringung der Beschichtung erfolgt dabei von Hand oder maschinell. In Abhängigkeit von der Art der Aufbringung der Beschichtung unterscheidet man folgende Verfahren:

- Spritzverfahren
- Anschleuderverfahren
- Verdrängungsverfahren
- Ausspressverfahren

### 5.2.1 Aufspritzverfahren

Das Spritzverfahren eignet sich besonders für grossflächige Beschichtungen. Beim Spritzverfahren ist für mineralische Beschichtungen das Trocken- und Nassspritzverfahren geeignet, wobei im Sanierungsbereich vornehmlich das Nassspritzverfahren im Dichtstrom eingesetzt wird. Polymere Beschichtungen werden im Dichtstromverfahren mit oder ohne Luftzugabe (airless) an der Düse aufgetragen. Beim Einsatz dieser Verfahren wird das Beschichtungsmaterial durch eine Schlauchleitung zur Einbaustelle gefördert und durch Spritzen mittels einer geführten Düse aufgetragen und durch die Anwurfenergie verdichtet.

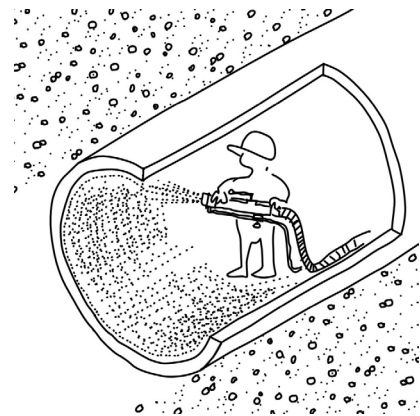


Tabelle 47: Anwendungsbereich Aufspritzverfahren

Anwendungsbereich DN	Wird nur im begehbaren Bereich eingesetzt Kreisprofil $\geq 1200$ mm Ei- und Sonderprofile ab lichte Höhe $\geq 1200$ mm Schächte ab DN 500 mm
Profilart	Kreis-, Eiprofile und Sonderprofile möglich
Rohrmaterial Altrohr	Beton, Mauerwerk, Guss, Stahl
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Möglich
Durchmesseränderung	Möglich
Kanallänge	Abhängig Förderleistung Mörtel
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Öffnung $\geq 600$ mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	DN Schacht $\geq 1000$ mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Statischer Nachweis erforderlich bei Verstärkungsmassnahmen sowie Bauzuständen
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Eventuell Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betreiber Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden
Nutzungsdauer	50 Jahre

**Tabelle 48: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden		Strukturschäden	
	Eignung		Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	#
Risse	●	Verschobene Verbindung	#
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	●
Defektes Mauerwerk	●	Schadhafte Reparatur	●
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	#
Oberflächenschäden	●	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	●
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 49: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden		Betriebl. Schaden	
	Eignung		Eignung
Wurzeln	#	Eindringen von Bodenmaterial	●
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	●
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Vorarbeiten Untergrund
- Kontrolle Schichtstärken
- Nacharbeiten
- Materialprüfungen (Haftzugfestigkeit, etc.)

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 5.2.2 Anschleuderverfahren

Beim Anschleuderverfahren wird das Beschichtungsmaterial durch einen schnell rotierenden Schleuderkopf gegen die Oberfläche geschleudert. Dieses Verfahren ist sowohl horizontal in Rohrleitungen als auch vertikal in Schächten einsetzbar. Bei nicht kreisförmigen Querschnitten kommt es zu unterschiedlichen Schichtstärken.

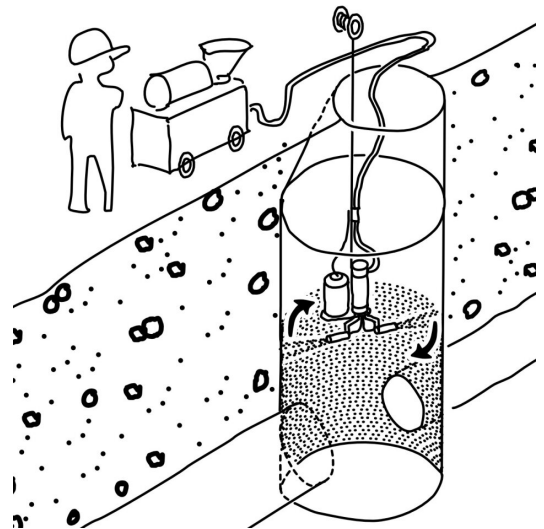


Tabelle 50: Anwendungsbereich Anschleuderverfahren

Anwendungsbereich DN	Kanäle DN 100 bis DN 3000, Schächte ab DN 500
Profilart	Vorwiegend Kreisprofile
Rohrmaterial Altrohr	Beton, Guss, Stahl
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Möglich
Durchmesseränderung	Möglich
Kanallänge	Abhängig Förderleistung Mörtel
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Öffnung $\geq 600$ mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	DN Schacht $\geq 1000$ mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Statischer Nachweis erforderlich bei Verstärkungsmassnahmen sowie Bauzuständen
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Eventuell Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden
Nutzungsdauer	50 Jahre

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

**Tabelle 51: Strukturschäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Strukturschäden	Eignung	Strukturschäden	Eignung
Verformung	○	Einragendes Dichtungsmittel	#
Risse	●	Verschobene Verbindung	#
Leitungsbruch/ Einsturz	#	Mängel an der Innenauskleidung	●
Defektes Mauerwerk	●	Schadhafte Reparatur	●
Fehlender Mörtel	●	Schadhafte Schweissnaht	#
Oberflächenschäden	#	Poröse Leitung	●
Einragender Anschluss	#	Boden sichtbar	#
Schadhafter Anschluss	#	Hohlraum sichtbar	#
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

**Tabelle 52: Betriebliche Schäden in Anlehnung an das VSA-Merkblatt "Schadencodierung und Datentransfer" und Eignung des Noppenschlauchverfahrens zu deren Behebung**

Betriebl. Schaden	Eignung	Betriebl. Schaden	Eignung
Wurzeln	#	Eindringen von Bodenmaterial	#
Anhaftende Stoffe	#	Infiltration	#
Ablagerungen an der Rohrsohle	#	Exfiltration	●
<p>● Dieses Verfahren ist geeignet um den in der Zeile erwähnten Schaden zu beheben.  ○ Dieses Verfahren kann bei diesem Schaden angewendet werden, es sind (vorher) jedoch andere Verfahren nötig, damit das Bauwerk mit diesem Verfahren saniert werden kann.  #: Das Verfahren ist nicht geeignet, diesen Schaden zu beheben.</p> <p><i>Wirtschaftliche Belange sowie verfahrensbedingte Vor- und Nacharbeiten werden nicht berücksichtigt.</i></p>			

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Vorarbeiten Untergrund
- Wahl geeignetes Beschichtungsmaterial
- Kontrolle Schichtstärken
- Nacharbeiten
- Materialprüfungen (Haftzugfestigkeit etc.)

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

### 5.2.3 Verdrängungsverfahren

Beim Verdrängungsverfahren wird ein Zementmörtel in die Entwässerungsleitung eingebracht. Anschliessend wird ein Verdrängungskörper durch die Haltung gezogen oder gedrückt. Aufgrund des kleineren Durchmessers wird der Mörtel in den Ringspalt zwischen Rohrwand und Verdrängungskörper gepresst und es entsteht im Endzustand eine Beschichtung.

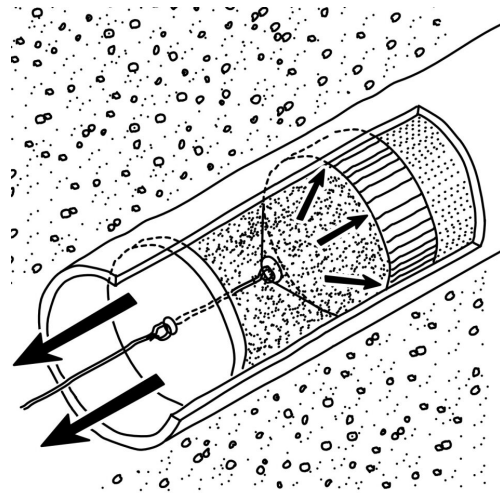


Tabelle 53: Anwendungsbereich Verdrängungsverfahren

Anwendungsbereich DN	≤ DN 600 mm
Profilart	Kreisprofile, Eiprofile
Rohrmaterial Altrohr	Beton, Stahl, Guss
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Nicht möglich
Durchmesseränderung	Nicht möglich
Kanallänge	Ca. 25 – 90 m
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Öffnung ≥ 600 mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	DN Schacht ≥ 1000 mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieb	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden
Nutzungsdauer	50 Jahre

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Nacharbeiten
- Materialprüfungen (Festigkeiten etc.)



#### 5.2.4 Auspressverfahren

##### Verfahrensbeschreibung

Bei begehbaren Kanälen kommen für das Auspressverfahren spezielle Schalwagen zum Einsatz analog dem Tunnelbau. Der Beton wird über Fenster hinter die Schalung gepumpt und mit Innenrüttlern verdichtet oder durch Stützen über die Schalung eingebracht und dann mit Aussenrüttlern verdichtet. Bei diesem Verfahren kann der Kanalquerschnitt durch den Einsatz von Bewehrung zusätzlich statisch verstärkt werden.

*Tabelle 54: Anwendungsbereich Auspressverfahren*

Anwendungsbereich DN	Kreisprofil $\geq 1200$ mm Ei- und Sonderprofile ab lichte Höhe $\geq 1200$ mm
Profilart	Begehrbar: beliebig
Rohrmaterial Altrohr	Beton, Mauerwerk
Richtungsänderungen und Gefällswechsel	Möglich
Durchmesseränderung	Möglich
Kanallänge	Abhängig Förderleistung Mörtel / Beton
Schachteinstiegsöffnung <sup>1</sup>	Öffnung $\geq 600$ mm
Schachtdurchmesser <sup>1</sup>	DN Schacht $\geq 1000$ mm
Einsatzbereich bezüglich Gewässerschutz	Alle Bereiche möglich, in Gewässerschutzzonen nur mit kantonaler Bewilligung
Statik	Statischer Nachweis erforderlich bei Verstärkungsmassnahmen und Bauzustände
Abflusskapazität <sup>2</sup>	Einfluss auf die Abflusskapazität vorhanden
Betrieblicher Unterhalt	Max. Spüldruck 100 bar, keine stehenden Düsen
Baulicher Zustand	Bei wiederholt auftretenden oder flächigen Schäden und bei Strukturschäden
Nutzungsdauer	80 Jahre

Im Rahmen der Qualitätskontrolle sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Kanalreinigung
- Nacharbeiten
- Materialprüfungen (Haftzugfestigkeit etc.)

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

# 6 ANHÄNGE

## 6.1 Gesetzliche Grundlagen

### 6.1.1 Allgemein

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)
- Gewässerschutzverordnung (GSchV)
- Gewässerschutzvorschriften der Kantone
- Siedlungsentwässerungsverordnungen der Gemeinden
- Schutzzonenreglemente der Gemeinden und Wasserkorporationen
- Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz)
- Verordnung über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung)
- Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung)

### 6.1.2 Arbeitssicherheit

- Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel mit seinen Verordnungen 1-4 (ArG)
- Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)
- Verordnung über die Unfallversicherung (UVV)
- Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
- Gesetz und Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG / STEV)
- Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung BauAV)

## 6.2 Normen, Richtlinien und Merkblätter

### 6.2.1 Allgemein

- Norm SN 507 118 (SIA 118): Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
- Norm SN 532 205 (SIA 205): Verlegung von unterirdischen Leitungen
- Norm SN 533 190 (SIA 190): Kanalisationen
- Norm SN 592 000: Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung - Planung und Ausführung
- Norm SN EN 476: Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserkanäle und -leitungen für Schwerkraftentwässerungssysteme
- Norm SN EN 752: Entwässerungssysteme ausserhalb von Gebäuden
- Norm SN EN 1610 (SIA 190.203): Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- Norm SN EN 12889: Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- Norm SIA 469: Erhaltung von Bauwerken
- VSA-Richtlinie Qualität in der Kanalsanierung QUIK
- VSA Richtlinie Zustandserfassung von Entwässerungsanlagen
- VSA Merkblatt Schadencodierung und Datentransfer
- VSA Richtlinie Zustandsbeurteilung von Entwässerungsanlagen
- VSA Richtlinie Dichtheitsprüfung von Entwässerungsanlagen

### 6.2.2 Arbeitssicherheit

- SUVA Richtlinie: «Richtlinien betreffend Arbeiten in Behältern und engen Räumen»
- SUVA Publikation: «Sicheres Einsteigen und Arbeiten in Schächten, Gruben und Kanälen»
- SUVA Publikation: «Sichere Kläranlagen»
- SUVA-Merkblatt «Explosionsschutz»
- SUVA-Empfehlung «Verhütung blutübertragbarer Infektionen»
- SN 640 886: «Temporäre Signalisation auf Haupt- und Nebenstrassen»

Vernehmlassungsversion  
Mitte September 2023

## 7 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

EP	Epoxidharz
UP	Ungesättigtes Polyester
VE	Vinylesterharz
PVC	Polyvinylchlorid

### **ARZ: Altrohrzustände gemäss DWA-A 143-2 <sup>3</sup>**

ARZ I	Die Entwässerungsleitung ist undicht. Das Altrohr-Boden-System ist noch allein tragfähig, d.h. es kann die Erd- und Verkehrslasten tragen.
ARZ II	Die Entwässerungsleitung ist undicht und hat Risse. An der Entwässerungsleitung gibt es leichte Verformungen. Das Altrohr-Boden-System ist noch allein tragfähig, d.h. es kann die Erd- und Verkehrslasten tragen.
ARZ III	Die Entwässerungsleitung ist undicht, gerissen und weist starke Verformungen auf. Das Altrohr-Boden-System trägt noch wesentlich zur Standsicherheit bei, Erd- und Verkehrslasten werden aber nicht mehr mit der nötigen Sicherheit getragen.

<sup>3</sup> Erläuterungen gemäss , Skripte zum Unterirdischen Kanal- und Leitungsbau' von Prof. Dr. Ing. Bert Bosseler (2020)