

Erhaltung nichtbegehbbarer Kanalisationen

Theorie und Praxis



Impulsprogramm IP BAU
Bundesamt für Konjunkturfragen

Trägerschaft und Patronatsverbände

VSA	Verband Schweizerischer Abwasserfachleute
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein
STV	Schweizerischer Technischer Verband
VSS	Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute

Die vorliegende Dokumentation «Erhaltung nicht-begehrter Kanalisationen» ist durch die gleichnamige Arbeitsgruppe des «IP Bau – Erhaltung und Erneuerung, Fachbereich Kommunalen Tiefbau» erarbeitet worden. Der im Kapitel 6 «Firmenbezogene Verfahrensbeschreibungen» enthaltene Katalog über die in der Schweiz angebotenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren beruht auf einer Verfahrensübersicht, die von der Abteilung Umweltschutz im Baudepartement des Kantons Aargau 1991 im Ordner «Siedlungswasserbau» veröffentlicht worden ist. Die Übersicht wurde in Zusammenarbeit mit Herrn J. Kaufmann vom aargauischen Baudepartement inhaltlich erweitert und dem aktuellen Stand des Verfahrensangebotes angepasst.

An dieser Stelle sei allen Fachleuten aus Verwaltungen, Planungsbüros und Unternehmungen sowie den Mitgliedern der Projektleitung IP Bau gedankt, die mit ihren Anregungen, Beiträgen und Stellungnahmen das Erstellen dieser Dokumentation ermöglicht haben. Die Verfahrensanbieter haben in verdankenswerter Weise umfangreiches Dokumentationsmaterial zur Darstellung der aktuellen Situation in der Schweiz zur Verfügung gestellt.

Mitglieder der Arbeitsgruppe

- H. Fauster, Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich, Zürich
- B. Schmuck, SBU Büro für sanierungstechnische Planung und Beratung AG, Rorschach
- R. Sprenger, Leiter der Arbeitsgruppe, Prüflabor AG, Mörschwil

Mitglieder des Expertenteams

- Interkantonale Arbeitsgruppe «Kanalisationen/ Regenbecken» mit Vertretern aus folgenden Verwaltungen:
 - Kanton Aargau
Baudepartement, Abteilung Umweltschutz, Aarau
 - Kanton Graubünden
Amt für Umweltschutz, Chur
 - Kanton Luzern
Kantonales Amt für Umweltschutz, Luzern
 - Kanton Schaffhausen
Kantonales Tiefbauamt, Schaffhausen
 - Kanton St. Gallen
Amt für Umweltschutz, St. Gallen
 - Kanton Thurgau
Amt für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Frauenfeld
 - Kanton Zürich
Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, Zürich
- Verfahrensanbieter gemäss Übersicht in Anhang 8.1
- Umfragepartner gemäss Übersicht in Abschnitt 7.1

Gestaltung

APUI, Hochfeldstrasse 113, 3000 Bern 26

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen
3003 Bern, Oktober 1993.

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (Best.-Nr. 724.458 d)

Vorwort

Das Aktionsprogramm «Bau und Energie» ist auf sechs Jahre befristet (1990–1995) und setzt sich aus den drei Impulsprogrammen (IP) zusammen:

- IP BAU - Erhaltung und Erneuerung
- RAVEL - Rationelle Verwendung von Elektrizität
- PACER - Erneuerbare Energien

Mit den Impulsprogrammen, die in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund durchgeführt werden, soll ein Beitrag zu einem verstärkt qualitativ orientierten Wirtschaftswachstum, d. h. zu einer rohstoff-, energie- und umweltschonenden Produktion bei gleichzeitig verstärktem Einsatz von Fähigkeitskapital geleistet werden.

Die Voraussetzungen für die Instandhaltung wesentlicher Teile unserer Siedlungsstrukturen sind zu verbessern. Immer grössere Bestände im Hoch- und Tiefbau weisen aufgrund des Alterns sowie der sich wandelnden Bedürfnisse und Anforderungen technische und funktionale Mängel auf. Sie müssen – soll ihr Gebrauchswert erhalten bleiben – erneuert werden. Mit stetem «Flicken am Bau» kann diese Aufgabe nicht sinnvoll bewältigt werden. Neben den bautechnischen und organisatorischen Aspekten bilden auch die rechtlichen Rahmenbedingungen, die fast ausschliesslich auf den Neubau ausgerichtet sind, Gegenstand des IP BAU. Es gliedert sich entsprechend in die drei Fachbereiche: Hochbau, Tiefbau, Umfeld.

Wissenslücken bei vielen Beteiligten-Eigentümer, Behörden, Planer, Unternehmer und Arbeitskräfte aller Stufen - sind zu schliessen, damit die technische und architektonische Qualität unserer Bauten, aber auch die funktionale, wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung vieler Quartiere, Dorf- und Stadtteile erhalten oder verbessert werden können.

Kurse, Veranstaltungen, Publikationen, Videos, usw.

Umgesetzt werden sollen die Ziele des IP BAU durch Aus- und Weiterbildung sowohl von Anbietern als auch Nachfragern von Erneuerungsdienstleistungen sowie durch Informationen. Die Wissensvermittlung ist auf die Verwendung in der täglichen Praxis ausgerichtet. Sie basiert hauptsächlich auf Publikationen, Kursen und Veranstaltungen. Interessenten können sich über das breitgefächerte, zielgruppenorientierte Weiterbildungsangebot in der Zeitschrift IMPULS informieren. Sie erscheint zwei- bis dreimal jährlich und ist

(im Abonnement) beim Bundesamt für Konjunkturfüragen, 3003 Bern, gratis erhältlich.

Jedem Kurs- oder Veranstaltungsteilnehmer wird jeweils eine Dokumentation abgegeben. Diese besteht zur Hauptsache aus der für den entsprechenden Anlass erarbeiteten Fachpublikation. Die Publikationen können auch bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), 3000 Bern, bestellt werden.

Zuständigkeiten

Um das ambitionierte Bildungsprogramm bewältigen zu können, wurde ein Umsetzungskonzept gewählt, das neben der kompetenten Bearbeitung durch Spezialisten auch die Beachtung der vielen Schnittstellen in der Bauerhaltung und -erneuerung sowie die erforderliche Abstützung bei Verbänden und Schulen der beteiligten Branchen sicherstellt. Eine aus Vertretern der interessierten Verbände, Schulen und Organisationen bestehende Kommission legt die Inhalte des Programms fest und stellt die Koordination mit den übrigen Aktivitäten im Bereich der Bauerneuerung sicher. Branchenorganisationen übernehmen auch die Durchführung der Weiterbildungs- und Informationsangebote. Für die Vorbereitung ist das Projektleitungsteam (Reto Lang, Andreas Bouvard, Andreas Schmid, Richard Schubiger, Ernst Meier, Dr. Dieter Schmid, Rolf Sägesser, Hannes Wüest und Eric Mosimann, BFK) verantwortlich. Die Hauptarbeit wird durch Arbeitsgruppen erbracht, die zeitlich und kostenmässig definierte Einzelaufgaben zu lösen haben.

Dokumentation

Die Entwicklung neuer Bautechniken zur Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen hat in den letzten Jahren einen sprunghaften Aufschwung erlebt. Ein eigentlicher Wildwuchs erprobter und nicht erprobter Verfahren macht es den Sachbearbeitern in Verwaltungen und Planungsbüros beinahe unmöglich, technisch und wirtschaftlich wohlfundierte Entscheidungen zu treffen. Die vorliegende Dokumentation versucht, das Vorgehen bei der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen praxisgerecht zu beschreiben und die zur Zeit auf dem Markt angebotenen Instandsetzungs-, Sanierungs- und Erneuerungsverfahren objektiv und vergleichbar darzustellen. Eine Vielzahl von Experten aus den Bereichen Verwaltung, Planungsbüros und Verfahrensanbieter hat die Arbeitsgruppe bei der Erarbeitung dieses Handbuches tatkräftig unterstützt.

Die Erhaltung kommunaler Tiefbauten wird in weiteren Publikationen des IP BAU eingehend behandelt. Stellvertretend dafür sei die Dokumentation «Erhaltung von Strassen und Leitungen in der Gemeinde – Eine Planungshilfe für die technisch Verantwortlichen» erwähnt, die demnächst erscheinen wird (EDMZ Nr. 724.457 d). Die vorliegende Dokumentation über die Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen ist als Ergänzung und Vertiefung zu diesen Publikationen konzipiert.

Nach einer Vernehmlassung und dem Anwendungstest in einer Pilotveranstaltung ist die vorliegende Dokumentation sorgfältig überarbeitet worden. Dennoch hatten die Autoren freie Hand, unterschiedliche Ansichten über einzelne Fragen nach

eigenem Ermessen zu beurteilen und zu berücksichtigen. Sie tragen denn auch die Verantwortung für die Texte. Unzulänglichkeiten, die sich bei den praktischen Anwendungen ergeben, können bei einer allfälligen Überarbeitung behoben werden. Anregungen nehmen das Bundesamt für Konjunkturfüragen oder der verantwortliche Redaktor/Kursleiter entgegen (vgl. S. 2).

Für die wertvolle Mitarbeit zum Gelingen der vorliegenden Publikation sei an dieser Stelle allen Beteiligten bestens gedankt.

Oktober 1993

Dr. H. Kneubühler
Stv. Direktor des Bundes-
amtes für Konjunkturfüragen

Inhaltsübersicht

1	Einleitung	7
1.1	Ausgangslage	9
1.2	Ziele der Dokumentation	12
1.3	Zielpublikum	13
1.4	Abgrenzung	14
2	Grundlagen	15
2.1	Allgemeines	17
2.2	Normen und Richtlinien	18
2.3	Begriffe und Definitionen	22
2.4	Projektgrundlagen	24
3	Vorgehen bei der Erhaltung	25
3.1	Allgemeines	27
3.2	Zustandserfassung	30
3.3	Zustandsbeurteilung	35
3.4	Massnahmen	40
3.5	Ausführung und Qualitätskontrolle	44
4	Bautechniken	53
4.1	Allgemeines	55
4.2	Instandsetzung	58
4.3	Sanierung	62
4.4	Erneuerung	70
5	Verfahrens-Auswahl	73
5.1	Vorgehen	75
5.2	Wirtschaftlichkeit	78
6	Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe	79
6.1	Allgemeines	81
6.2	Instandsetzung	82
6.3	Sanierung	103
7	Umfrage	129
7.1	Allgemeines	131
7.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	133
7.3	Kommentar	141

8	Anhang	143
8.1	Übersicht über die Verfahrensanbieter	145
8.2	Literatur und Unterlagen	148

Publikationen des Impulsprogrammes BAU	151
---	------------

1 Einleitung

1.1	Ausgangslage	9
1.2	Ziele der Dokumentation	12
1.3	Zielpublikum	13
1.4	Abgrenzung	14

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Versäumnisse in der Vergangenheit

Der Automobilist erwartet zu Recht, dass das von ihm mitfinanzierte Strassennetz mit einer Gesamtlänge von rund 70 000 km und einem Wiederbeschaffungswert von etwa 130 Milliarden Franken bestmöglich unterhalten wird. Die zuständigen Organisationen wie z.B. der Schweizerische Gemeindeverband oder die Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute VSS haben sich eingehend mit dem Problem befasst und Konzepte für einen systematischen, betrieblichen und baulichen Strassenunterhalt und damit auch die Grundlagen für ein effizientes **Management der Strassenerhaltung** erarbeitet.

Wer nun annimmt, dass im Bereich der öffentlichen Kanalisationen die Verhältnisse ähnlich sind, wird arg enttäuscht. Um den Unterhalt und die Erneuerung des öffentlichen Kanalisationsnetzes ist es gesamtschweizerisch schlecht bestellt. Ausnahmen bestätigen wie überall die Regel. Die Länge des Kanalisationsnetzes beträgt zwischen 30 000 km und 40 000 km; der Wiederbeschaffungswert wird auf über 40 Milliarden Franken beziffert. Schätzungen gehen davon aus, dass mindestens 20% der öffentlichen Kanäle undicht oder anderweitig beschädigt sind. Unter Fachleuten ist die Tatsache unumstritten, dass ein massiver **Überhang an überalterten und sanierungsbedürftigen Kanalisationen** vorhanden ist. Ob wie in Deutschland von einer **«Zeitbombe Kanalisation»** gesprochen werden kann, sei dahingestellt. Sicher aber ist, dass die heutige Situation in den nächsten Jahrzehnten schwerwiegende technische, ökologische und finanzielle Folgen nach sich ziehen wird.

Eine der **Ursachen** für die teilweise grobe Vernachlässigung der Unterhaltungspflicht ist vor allem darin zu suchen, dass Kanalisationen im Gegensatz zum Strassennetz dem Auge des Bürgers und Steuerzahlers verborgen im Untergrund verlegt sind. Schäden treten in der Regel schleichend und unspektakulär auf. Dieser Umstand und die leider weitverbreitete Meinung, Tiefbauten seien ohnehin für die Ewigkeit gebaut, haben dazu geführt, dass im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte für die Erhaltung der Kanalisationsnetze deutlich zu wenig finanzielle Mittel eingesetzt worden sind. Betrieblicher wie auch baulicher Unterhalt begin-

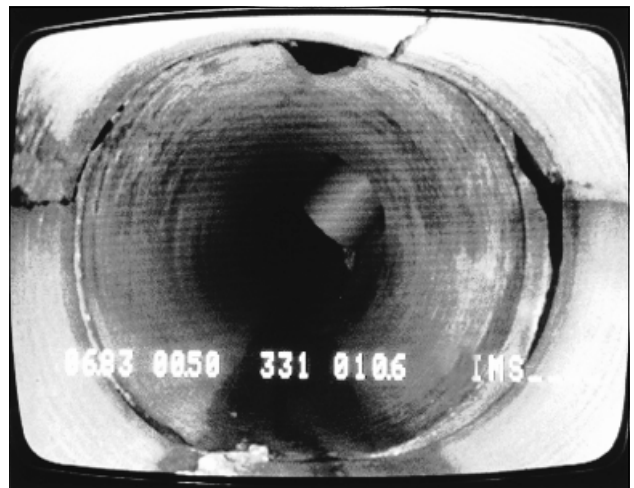
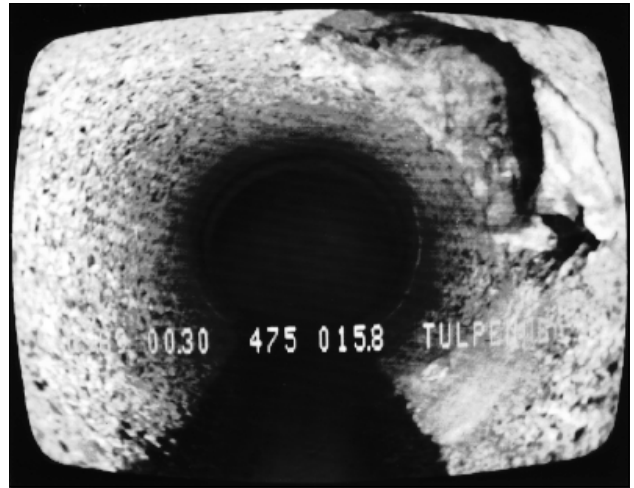


Abb. 1.1
Das Kanalfernsehen dokumentiert mit Bildschirmaufnahmen den schlechten Zustand der Kanalisation.

nen aber grundsätzlich mit der Inbetriebnahme der Kanalisation und nicht erst dann, wenn Schäden und Folgeschäden aus Sicherheitsgründen kostspielige Massnahmen unumgänglich machen.

Aufgaben für die Zukunft

Eine wesentliche Voraussetzung zur Behebung der geschilderten Missstände im Kanalisationswesen ist die Einsicht, dass Kanäle wie Flugzeuge, Kraftwerke oder Strassenbauten regelmässig gewartet und unterhalten werden müssen. Ein präventiver Unterhalt ist aber nur dann möglich, wenn ein eigentliches **Management der Kanalerhaltung** die bis anhin übliche Behebung bereits aufgetretener Schäden ablöst und damit die dauernde Betriebsbereitschaft und -Sicherheit sowie die Substanzerhaltung der Kanalisationsnetze über lange Zeiträume gewährleistet.

Zum zweiten sind **finanzielle Mittel** bereitzustellen um den Überhang an undichten und sanierungsbedürftigen Kanalisationen abzubauen. Bau, Betrieb und Unterhalt müssen in Zukunft als Einheit betrachtet werden. Die Finanzierung ist von Anbeginn sicherzustellen. Leitungen, die vom Baubeginn bis zum Zusammenbruch sich selbst überlassen werden, sind unter dem Strich unwirtschaftlich. Sie stellen überdies eine akute Gefährdung der Umwelt dar.

Schliesslich sind Aufsichtsbehörden und Verbände aufgefordert, die **Erarbeitung planerischer und technischer Mittel** wie Normen, Handbücher, Datenbanken und Finanzierungsmodelle zügig voranzutreiben. Damit werden den heute oft überforderten Gemeindebehörden und Planern Hilfsmittel in die Hand gegeben, die es ihnen ermöglichen, die für die Entsorgung unserer Abwässer unentbehrlichen Kanalsysteme optimal zu betreiben.

Die Erhaltung ist bereits bei der **Planung und Realisierung** von Neubauten mitzubersichtigen.

Die Erhaltung beginnt mit der **Inbetriebnahme** der Kanalisation.

Die Erhaltung soll **präventiv**, d.h. vorausschauend betrieben werden.

Die Erhaltung muss **systematisch** erfolgen. Ein **Management der Kanalerhaltung** muss kontinuierlich alle Aufgaben in ihrer Gesamtheit erfassen.

Die Erhaltung von Kanalisationen muss in enger **Koordination** mit anderen Baumassnahmen im Strassen- und Werkleitungsbereich erfolgen.

Die Erhaltung soll durch zweckmässige **Finanzierungsmodelle** langfristig gesichert sein.

Abb. 1.2

Forderungen an eine zeitgemässe Kanalerhaltung.



Verfahrensvielfalt – Verfahrenswirrwarr

Mitte der Sechzigerjahre wurde in der Schweiz das Kanalfernsehen eingeführt. Damit war die Voraussetzung für eine systematische Erfassung des Ist-Zustandes bei nichtbegehbaren Kanalisationen geschaffen. Während die Behebung erkannter Schäden bei begehbaren Kanalisation seit jeher mit konventionellen Massnahmen zu bewältigen war, mussten für die Instandsetzung und Sanierung nichtbegehbaren Rohrleitungen vorerst **neue Arbeitstechniken** entwickelt werden. Ein genereller Ersatz dieser Leitungen durch Neubau konnte aus wirtschaftlichen wie auch aus verkehrstechnischen Gründen nicht in Frage kommen.

1968 wurde in der Schweiz die erste Kanalsanierung im nichtbegehbaren Bereich ausgeführt. Zur Anwendung gelangte eine Zementmörtel-Beschichtung im Anschleuderverfahren. Später folgten Abdichtungen mit Acrylgel und Packern (1972) sowie Auskleidungen im Schlauch-Relining-Verfahren (1978).

Dass heute der Überblick über das Angebot an Instandsetzungs-, Sanierungs- und Erneuerungsmassnahmen schwierig ist, liegt an der **Anzahl der angebotenen Lizenzverfahren**, die sich bei ähnlichem Prinzip in der Wahl der Werkstoffe und Applikation unterscheiden. Zur Zeit werden auf dem Schweizermarkt im nichtbegehbaren Bereich weit über dreissig verschiedene Systeme angeboten. Ein eigentlicher Wildwuchs erprobter und nicht erprobter Verfahren macht es den Auftraggebern beinahe unmöglich, technisch und wirtschaftlich wohlfundierte Entscheidungen zu treffen.

- | | |
|----------------|---|
| 1965 | Einführung des Kanalfernsehens . IBAK-Anlage schwarz/weiss, mit Stahlseil gezogen. |
| 1968 | Erste Kanalsanierung mit Zementmörtel-Beschichtung im Anschleuderverfahren. |
| 1972 | Erste Instandsetzung im Injektionsverfahren . Prüfen und Abdichten von Muffen mit Acryl-Gel. |
| 1978 | Erste Sanierung im Schlauch-Relining-Verfahren . |
| 1980 | Ersteinsatz von Kanal-Robotern zur Reparatur von Kanalisationen. |
| ab 1985 | Kontinuierliche Verbreiterung des Angebotsprogrammes. |

Abb. 1.3

Chronologie über die Einführung neuer Verfahren in der Schweiz.

1.2 Ziele der Dokumentation

In der vorliegenden Dokumentation wird der derzeitige Wissensstand bei der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen in Theorie und Praxis dargestellt. Sie soll Auftraggebern und Planern als **Entscheidungshilfe** bei der Wahl technisch und wirtschaftlich sinnvoller Erhaltungsmassnahmen dienen. Bei der Erarbeitung der Dokumentation wurden folgenden Kriterien besondere Bedeutung beigemessen:

- Direkter Bezug auf schweizerische Verhältnisse
- Praxisorientierte Gewichtung der Aussagen
- Objektive Darstellung der einzelnen Verfahren
- Vergleichbarkeit der firmenbezogenen Verfahrensbeschreibungen.

Trotz intensiven Bemühungen ist es nicht möglich, die Thematik abschliessend und vollständig zu behandeln. Die rasche Entwicklung im technologischen Bereich und die ständige Veränderung im Anbietermarkt verunmöglichen dies.

Massnahmen zur Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen können und dürfen nie isoliert betrachtet werden. Sie sind immer in Koordination mit allen Erhaltungsbemühungen im Rahmen des kommunalen Tiefbaus zu planen und zu realisieren.

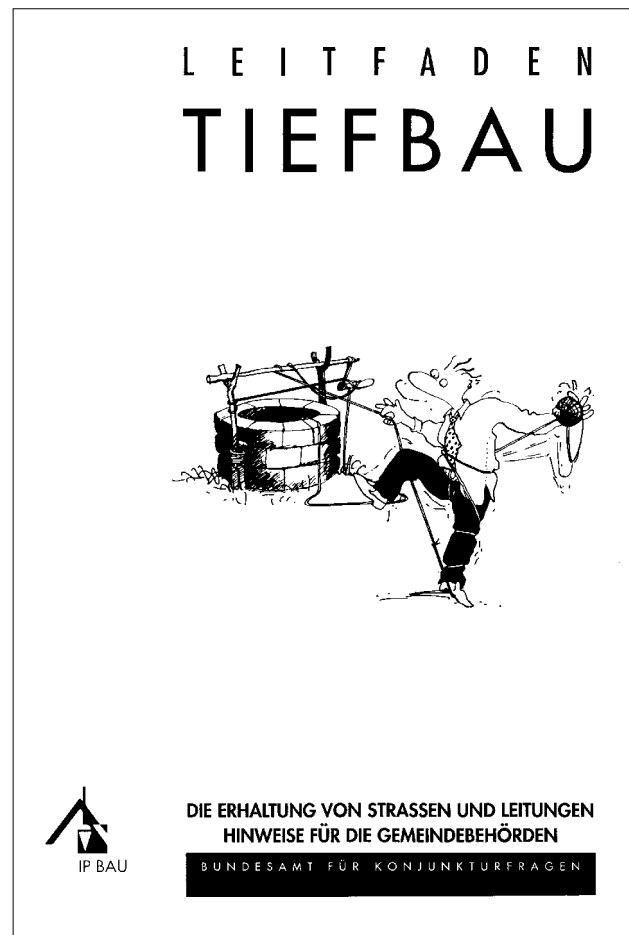


Abb. 1.4
Der Leitfaden Tiefbau enthält wertvolle Hinweise über die Erhaltung von Strassen und Leitungen.

1.3 Zielpublikum

Die vorliegende Dokumentation wendet sich an **Sachbearbeiter und Fachleute in Verwaltungen, Ingenieurbüros und Unternehmen**, die direkt an der Planung und Realisierung von Erhaltungsmassnahmen im Kanalisationsbereich beteiligt sind. Sie sollen in die Lage versetzt werden, die bei der Zustandserfassung gewonnenen Erkenntnisse letztendlich in ausführungsfähige Projekte umsetzen zu können. Die firmenbezogenen Verfahrensbeschreibungen dienen dabei als Entscheidungshilfe zur Wahl der technisch und wirtschaftlich optimalen Erhaltungsmassnahme.

Abb. 1.5

Im Video «Erhaltung von Tiefbauten in Gemeinden» wird die Bedeutung einer konsequenten Bewirtschaftung kommunaler Tiefbauten aufgezeigt.

Erhaltung von Tiefbauten in Gemeinden *Eine ständige Herausforderung*

Für die Gemeinden werden die Unterhalts- und Erhaltungsarbeiten der Tiefbauten zusehends umfangreicher und anspruchsvoller – und dies bei knapper werdenden Finanzen. Die Anforderungen an die Verantwortlichen sind entsprechend hoch. Anhand von vier unterschiedlichen Gemeinden (Schindellegi-Feusisberg, Balgach, Biel und Horgen) zeigt der Film, wie diese Gemeinden ihre Tiefbauten bewirtschaftet haben und in Zukunft bewirtschaftet werden. Für sie alle ist in den letzten Jahren eines klar geworden, dass nur mit einem bewussten und zielgerichteten Projekt- und Kostenmanagement eine optimale Koordination aller Beteiligten erreicht werden kann. Nur so lassen sich die richtigen Massnahmen zum richtigen Zeitpunkt einsetzen. Der Film bietet zudem praxisorientiertes Wissen an: Er stellt z.B. verschiedene Untersuchungstechniken und Kanalsanierungsmethoden vor. Im Rahmen des Impulsprogrammes BAU wird praktisches Wissen erarbeitet, um über Kurse, Publikationen, etc. die Qualität der Erhaltung und Erneuerung zu verbessern.



Einst...



...und heute

Produktion Cinépress AG 8050 Zürich
Im Auftrag des Bundesamtes für Konjunkturforschung Bern
FORM 724.439 1d/ISBN 3-905234-57-2 500 5.93



Erhaltung von Tiefbauten in Gemeinden

Erhaltung von Tiefbauten in Gemeinden

Eine ständige Herausforderung



1.4 Abgrenzung

Wegen der hohen Spezialisierung im behandelten Teilbereich der nichtbegehbaren Kanalisationen ist eine klare Abgrenzung unumgänglich. Diese Einengung darf aber keinesfalls dazu führen, dass die übrigen Belange des kommunalen Tiefbaus unbeachtet bleiben. **Eine sinnvolle Planung und Realisierung von Erhaltungsmaßnahmen innerhalb einer Gemeinde ist nur dann möglich, wenn alle Teilbereiche gewissenhaft koordiniert werden.**

Die Dokumentation beschränkt sich auf **Rohrleitungen** mit folgenden Merkmalen:

- Öffentliche Kanalisation und Strassenentwässerungen
- Grundstückentwässerungen werden fallweise erwähnt
- Kanalisationen mit freiem Wasserspiegel
- Nichtbegehbare Kanalisationen mit Durchmesser unter 800 mm.

Bei den **Massnahmen** zur Schadensbehebung werden **folgende Verfahren in dieser Dokumentation nicht behandelt:**

- Erneuerung in offener Bauweise
- Erneuerung in geschlossener Bauweise und neue Leitungsführung (Substanzaufgabe)
- Verfahren, die überwiegend den Druckleitungsbereich (Gas, Wasser) betreffen.

Das Kapitel 1

beschreibt die **Ausgangslage** und umschreibt Ziel und Zweck der Dokumentation.

In Kapitel 2

werden normative und technische **Grundlagen** aufgelistet. Die in der Dokumentation verwendeten Begriffe werden definiert.

Das Kapitel 3

beschreibt die einzelnen **Vorgehensschritte** bei der Erhaltung nichtbegehbare Kanalisationen von der Grundlagenbeschaffung bis zur Kontrolle der ausgeführten Massnahmen.

Das Kapitel 4

gibt einen Überblick über verfügbare **Bau-techniken** bei der Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung.

Das Kapitel 5

beschreibt Vorgehen und Kriterien bei der **Verfahrens-Auswahl**.

Das Kapitel 6

gibt einen Überblick über die in der Schweiz angebotenen **Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren**. Die einzelnen Systeme sind nach einem Raster firmenbezogen beschrieben.

In Kapitel 7

sind die Ergebnisse einer **Umfrage** bei ausgewählten Schweizer Städten und Gemeinden dargestellt.

Das Kapitel 8

enthält verschiedene **Anhänge**.

Abb. 1.6
Aufbau der Dokumentation.

2 Grundlagen

2.1	Allgemeines	17
2.2	Normen und Richtlinien	18
2.3	Begriffe und Definitionen	22
2.4	Projektgrundlagen	24

2 Grundlagen

2.1 Allgemeines

Vor der Planung und Realisierung von Erhaltungsmaßnahmen müssen die bereits vorhandenen Grundlagen und Informationen möglichst lückenlos zusammengetragen und gesichtet werden. Je nach Anforderungen sind folgende Arbeitsschritte vorzusehen:

- Auflisten der geltenden **gesetzlichen Bestimmungen, Normen und Richtlinien**
- Festlegen der **Begriffe und Definitionen**, mit denen bei der Massnahmeplanung und -ausführung gearbeitet werden soll
- Zusammenstellen und Sichten der technischen **Projektgrundlagen** wie Kanalisationskaster, Unterhalts- und Betriebsdaten.

Diese Grundlagen geben Auskunft über den Soll-Zustand des betreffenden Objektes. Die Erfahrung zeigt, dass Quantität und Qualität der vorhandenen Unterlagen von Gemeinde zu Gemeinde sehr unterschiedlich sind. Die Vollständigkeit und Aktualität der Unterlagen bestimmen in der Folge den Umfang der zusätzlich notwendigen Bestandsaufnahmen.

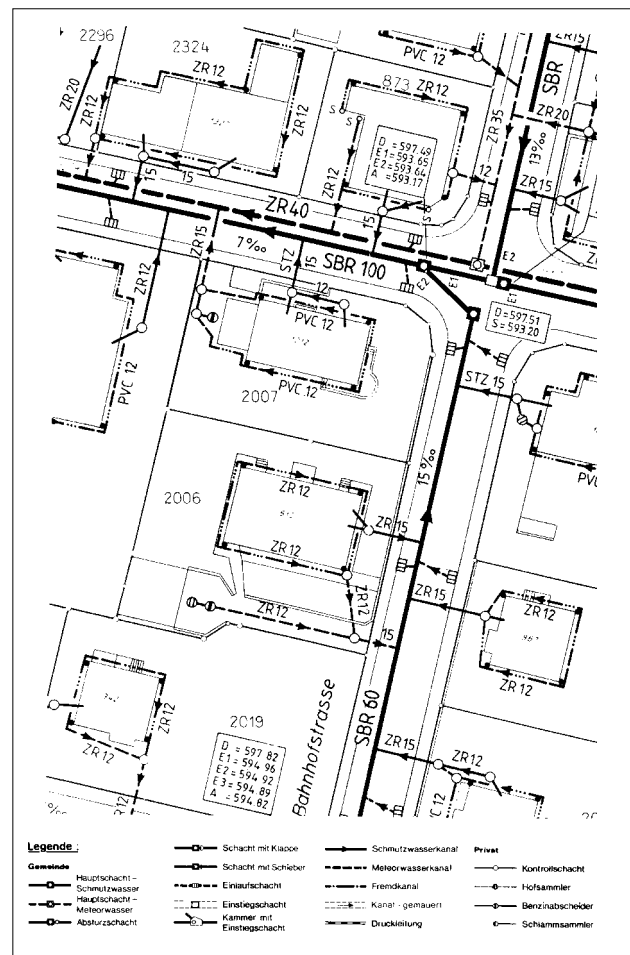


Abb. 2.1
Korrekt nachgeführte Kanalisationskaster gehören zu den wichtigsten Projektgrundlagen.

2.2 Normen und Richtlinien

Im Verlaufe der achtziger Jahre wurde innerhalb der zuständigen Fachverbände versucht, die Aufgabe der **Erhaltung bestehender Bausubstanz** normativ zu erfassen. Gleichzeitig haben Bund, Kantone und Gemeinden eigene Vorschriften zur Bewältigung dieser Problematik erlassen. Diese Vielschichtigkeit führt zwangsläufig dazu, dass die Erhaltung von Bauwerken im Bereich der Entsorgungsanlagen über eine Vielzahl von Normen verteilt ist. Ein umfassendes Regelwerk steht nicht zur Verfügung.

Der zuständige Planer ist für die Beachtung aller in Frage kommenden Vorschriften verantwortlich. Es ist deshalb empfehlenswert, vor in Angriffnahme von Arbeiten zur Bauwerkserhaltung die anzuwendenden Normen und Richtlinien sorgfältig aufzulisten und deren Rangfolge untereinander zu bestimmen. Sie bilden die juristische Grundlage zur Klärung von Streitfällen. Dabei ist nicht zu übersehen, dass gerade durch die Vielschichtigkeit der Vorschriften, aber auch durch die rasche Entwicklung auf dem Gebiet der Erhaltungsmassnahmen Freiräume entstehen, die der Planer nach eigenem Ermessen sinnvoll nutzen kann. Dies ist aber nur dann möglich, wenn er das **Normenwerk nicht als Kochbuch** missbraucht und bereit ist, ein gewisses Mass an Eigenverantwortung zu übernehmen.

Die **Aufgabenverteilung** zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden ist für den Bereich Gewässerschutz und damit auch für die Erhaltung von Kanalisationen im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer – Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 geregelt. Der Bundesrat hat das neue Gewässerschutzgesetz am 1. November 1992 in Kraft gesetzt.

Normen, Empfehlungen und Richtlinien im Bereich der Kanalisationen werden einerseits durch den **Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein SIA** und andererseits durch den **Verband Schweizerischer Abwasserfachleute VSA** bearbeitet. Der Geltungsbereich der SIA-Empfehlung V 190 «Kanalisationen» umfasst die Projektierung und Ausführung von Kanalisationssystemen. In den Vorschriften des VSA sind die Planung und Erstellung von Liegenschaftsentwässerungen sowie der betriebliche und bauliche Unterhalt von Kanalisationen geregelt.

Gesetzliche Bestimmungen

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer – Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991

Allgemeine Gewässerschutzverordnung vom 19. Juni 1972 (z.Zt. in Überarbeitung)

Kantonale Gesetze und Verordnungen sowie kommunale Verordnungen

SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein

SIA 169 Empfehlung (1987)
Erhaltung von Ingenieurbauwerken

SIA 205 Empfehlung (1984)
Verlegung von unterirdischen Leitungen

SIA 405 Empfehlung (1985)
Planwerk für unterirdische Leitungen

SIA V 190 Empfehlung (1993)
Kanalisationen

VSA Verband Schweizerischer Abwasserfachleute

SN 592 000 Norm (1990)
Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung

VSA-Richtlinie (1989)
Genereller Entwässerungsplan (GEP)

VSA-Musterbuch (Erstausgabe 1992)
Genereller Entwässerungsplan (GEP)

VSA-Richtlinie (1992)
Unterhalt von Kanalisation

ATV Abwassertechnische Vereinigung e. V. (Deutschland)

Merkblatt M 143
Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen

Teil 1: Grundlagen
Teil 2: Optische Inspektion
Teil 3: Relining

Arbeitsblatt A 127
Richtlinien für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen

*Abb. 2.2
Übergeordnete Normen und Richtlinien zur Erhaltung von Kanalisationen.*

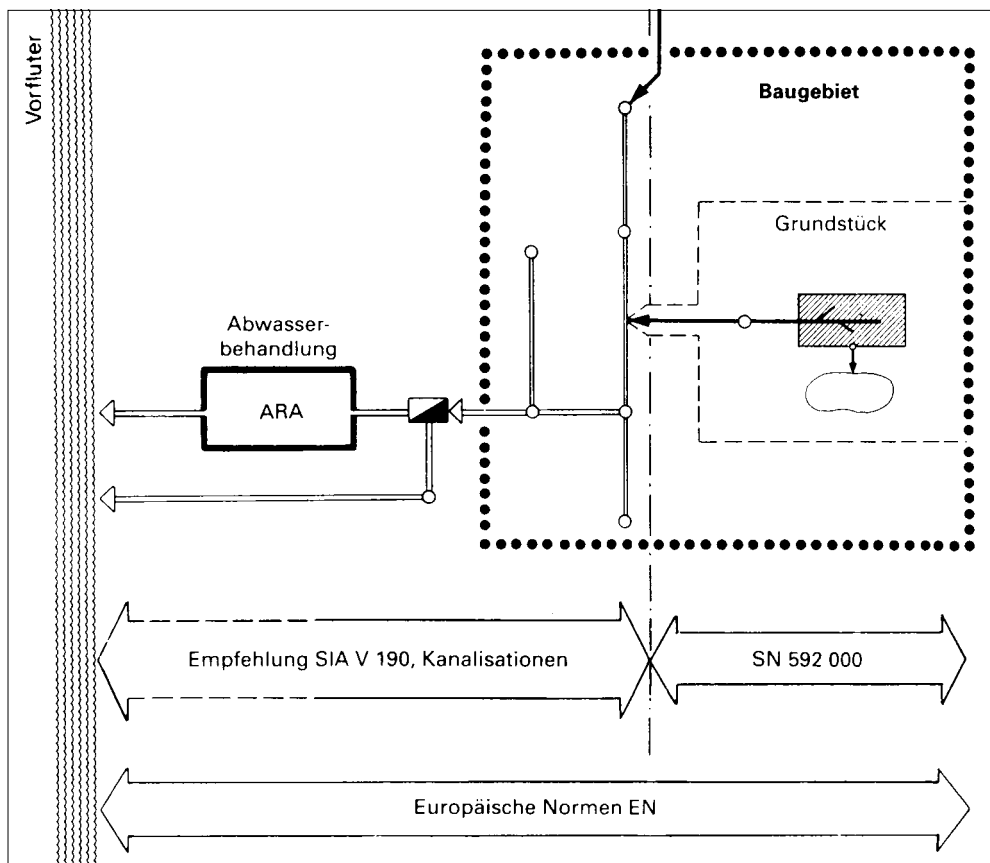


Abb 2.3
Abgrenzung der Geltungsbereiche zwischen der SIA-Empfehlung V 190 «Kanalisationen» und der Norm SN 592 000 «Liegenschaftsentwässerung» (VSA/SSIV).

Schweizer Norm
Norme suisse
Norma svizzera
Bauwesen 533 190

VERLÄNGERTE VERNEHMLASSUNG
Die vorliegende Ausgabe 1993 der Empfehlung SIA V 190, «Kanalisationen», entspricht dem heutigen Wissensstand.
Sie gilt als Beitrag der CH-Fachleute für die CEN-Arbeiten und soll angewendet werden, bis die entsprechende CEN-Norm in Kraft tritt.

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein

SIA Empfehlung **V 190**
Ausgabe 1993

Kanalisationen

Verständigung
Grundsätze der Projektierung
Bemessung und Berechnung
Werkstoffe
Ausführung
Dichtheitsprüfung
Leistung und Lieferung
Arbeitsicherheit
Abnahme, Schlussprüfung und Inbetriebnahme
Aufgaben des Bauherrn und der beteiligten Fachleute
Überwachung und baulicher Unterhalt

3/1993

Herausgeber:
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein
Postfach, 8039 Zürich Telefon 01/263 15 15, Fax 01/261 63 35
Normen- und Druckmaschinenverkauf Telefon 01/263 15 60
Copyright © 1993 by SIA Zürich

Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera
Bauwesen 592 000

Planung und Erstellung von Anlagen für die
Liegenschaftsentwässerung

Bearbeitung, Genehmigung und Herausgabe: VSA und SSIV

vsa Verband Schweizerischer Abwasserfachleute
Gröfstrasse 44
8027 Zürich
Telefon 01/202 69 92

SSIV Schweizerischer Spenglermeister- und Installateur-Verband
Auf der Mauer 11, 8001 Zürich
Telefon 01/251 74 00

SNV-Registernummer und Ausgabejahr:
592 000 – 1990
Copyright by SSIV

Die im März 1992 erschienene **«VSA-Richtlinie für den Unterhalt von Leitungen und Anlagen der Kanalisation und der Grundstückentwässerung»** mit den darin enthaltenen «Allgemeinen Bedingungen für Kanalfernsehtuntersuchungen» liefern wertvolle Hinweise für die Bereiche Bestandsaufnahme, Zustandsbeurteilung und Schadensbehebung. Als Ergänzung können zu einzelnen Teilbereichen die VSA-Richtlinie **«Genereller Entwässerungsplan GEP»** und das dazugehörige Musterbuch mit Fallbeispielen beigezogen werden.

Überdies erlassen in der Regel die Gewässerschutzämter der Kantone zusätzliche Vorschriften. Stellvertretend dafür sei der **Ordner Siedlungs-entwässerung** des Baudepartements des **Kantons Aargau** Abteilung Umweltschutz erwähnt, der bezüglich der Erhaltung öffentlicher und privater Kanalisationen wertvolle Impulse vermittelt.

Auf Gemeindeebene sind oft zusätzlich Verordnungen über Abwasseranlagen (Kanalisationsverordnungen) vorhanden.

2.3 Begriffe und Definitionen

Eine Folge der Vielschichtigkeit im Bereich der Normen ist das Fehlen einheitlicher Begriffe und Definitionen. Bei der Erhaltung bestehender Bausubstanz ist nach wie vor ein eigentlicher Begriffswirrwarr festzustellen. Bezeichnungen wie beispielsweise Überwachung, Sanierung oder Ersatz werden je nach Teilbereichen und Fachverbänden unterschiedlich definiert und zugeordnet.

Bei den Kanalisationen sind die Unterschiede zur übergeordneten SIA-Empfehlung 169 – Erhaltung von Ingenieurbauwerken – besonders augenfällig. Der branchenübliche Begriff der Sanierung, der auch in den VSA-Richtlinien für den Unterhalt von Leitungen und Anlagen der Kanalisation und der Grundstücksentwässerung Verwendung findet, wird in der SIA-Empfehlung 169 durch die Begriffe Instandsetzung bzw. Verstärkung abgedeckt. In Abb. 2.5 sind die in der Praxis geläufigen Begriffe und Definitionen zusammengestellt. Im Bereich der Schadensbehebung und der Bautechniken wird dabei teilweise auf das in Deutschland geltende Merkblatt M 143 «Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und -leitungen» der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) abgestellt.

Kanalisation

Entwässerungssystem bis zum Vorfluter mit Ausnahme von Liegenschaftsentwässerung und Sanierungsleitungen.

Liegenschaftsentwässerung

Entwässerungssysteme innerhalb und ausserhalb eines Gebäudes bis zur Kanalisation.

Grundstückentwässerung

Entwässerungssysteme ausserhalb eines Gebäudes bis zur Kanalisation..

Gebäudeentwässerung

Entwässerungssysteme innerhalb eines Gebäudes.

Sanierungsleitung

Entwässerungsleitung zum Anschluss bestehender Bauten ausserhalb des Baugebietes an die Kanalisation.

*Abb. 2.4
Begriffe und Definitionen für Entsorgungsleitungen gemäss SIA-Empfehlungen V 190.*

Ein eingehender Vergleich der verwendeten Begriffe ist in der Publikation «**Erhaltung der Bausubstanz Übersicht, Begriffe, Schwerpunkte**» des IP Bau, Erhaltung und Erneuerung, Bereich Tiefbau, enthalten (1991/724.451 d).

Erhaltung

Gesamtheit aller Massnahmen, um den Zustand von Bauwerken zu erfassen, zu beurteilen und zu bewahren (SIA 169).

Überwachung

Feststellen und Beurteilen des Ist-Zustandes, Aufzeigen der Folgerungen für den Unterhalt und die Erneuerung (SIA 169).

Wartung (Betrieblicher Unterhalt)

Massnahmen zur Wahrung des Soll-Zustandes im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit (SIA 169).

Instandsetzung (Baulicher Unterhalt)

Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes bei örtlich begrenzten Schäden (analog SIA 169).

Sanierung

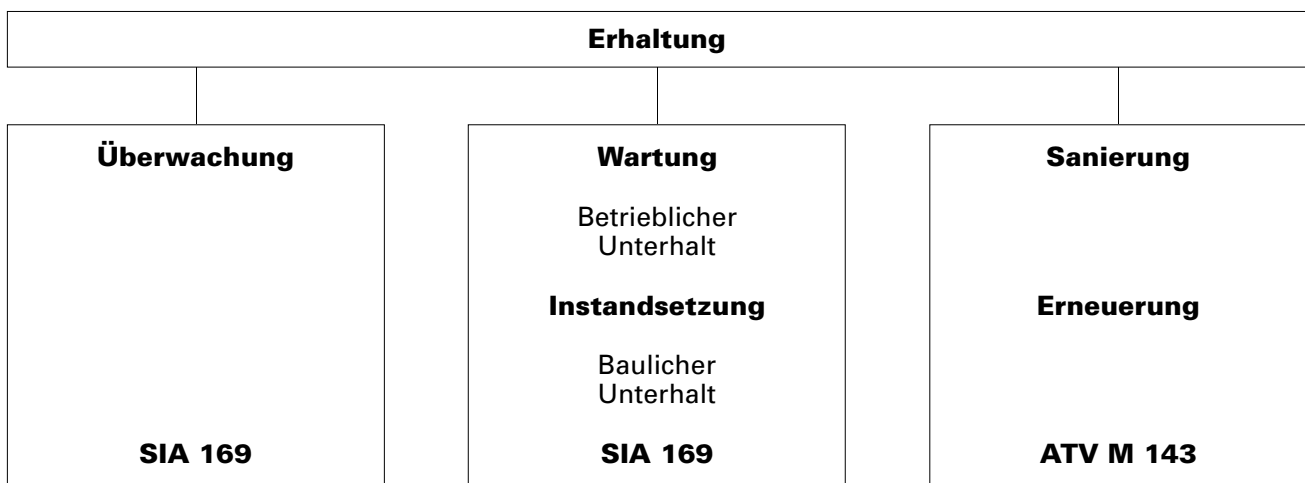
Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes schadhafter Kanäle durch deren technische Veränderung unter Erhalt ihrer Substanz (ATV M 143).

Erneuerung

Massnahmen zur Herstellung neuer Kanäle, welche die Funktion der alten, ausser Betrieb genommenen übernehmen. Dies kann an der selben Stelle durch Auswechselung (Substanzzerstörung) oder an anderer Stelle (Substanzaufgabe) durchgeführt werden (ATV M 143).

Abb. 2.5

Mit diesen Begriffen und Definitionen wird in der vorliegenden Dokumentation gearbeitet.



2.4 Projektgrundlagen

Ein sorgfältiges Zusammentragen der vorhandenen Projektgrundlagen macht sich bei der Projektierung und Ausführung von Erhaltungsmassnahmen bezahlt. Je vollständiger die Ausgangsinformationen sind, desto geringer ist der Aufwand für zusätzlich erforderliche Zustandserfassungen.

Die Vielfältigkeit der Projektgrundlagen unterscheidet sich nur unwesentlich von denjenigen, die zur Erstellung eines **Generellen Entwässerungsplanes (GEP)** notwendig sind. Analog zu den Richtlinien des Verbandes Schweizerischer Abwasserfachleute VSA können folgende Unterlagen als Projektgrundlagen beigezogen werden:

- **Allgemeine Projektunterlagen** wie Reglemente, Protokolle, Zonenplanungen, bestehende GKP u.a.
- **Kanalisationskataster** mit den entsprechenden Werkplänen, Unterhalts- und Betriebsdaten
- Vorhandene **Zustandsberichte** über Fremdwasseranfall, bestehende Kanalisationen, Grundwasserverhältnisse u.a.
- Angaben über **Abwasseranfall** bei Trocken- und Regenwetter.

Umfang und Detaillierungsgrad der Projektgrundlagen richten sich fallweise nach der Grösse und Bedeutung der vorgesehenen Erhaltungsmassnahmen.

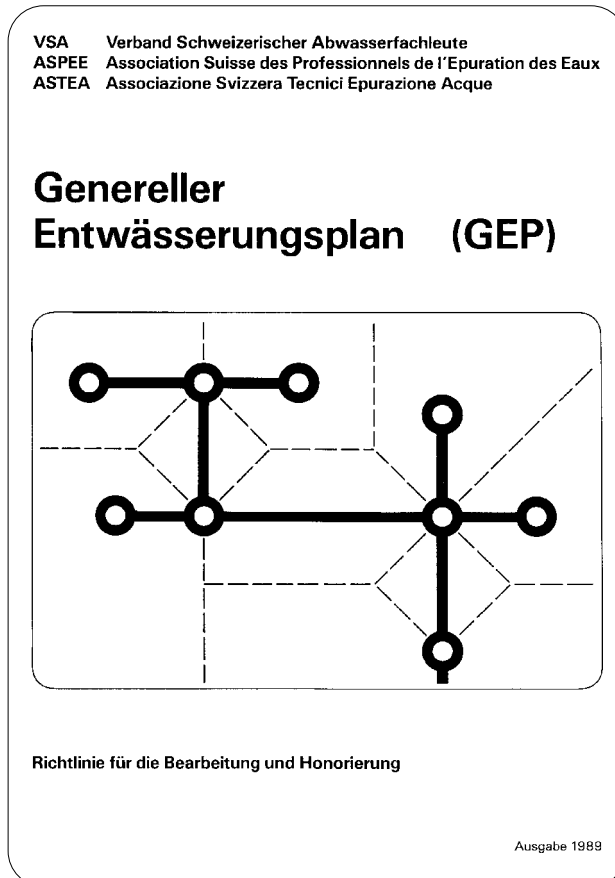


Abb. 2.6
Die Richtlinien und das Musterbuch über den Generellen Entwässerungsplan (GEP) geben Hinweise über die erforderlichen Projektgrundlagen.

3 Vorgehen bei der Erhaltung

3.1	Allgemeines	27
3.1.1	Methodik	27
3.1.2	Ablauf	28
3.2	Zustandserfassung	30
3.2.1	Bereiche	30
3.2.2	Erfassen mit Kanalfernsehen	31
3.2.3	Untersuchungsbericht Kanalfernsehen	31
3.3	Zustandsbeurteilung	35
3.3.1	Kriterien	35
3.3.2	Dringlichkeitsstufen und Gewichtung	36
3.3.3	Darstellung	37
3.4	Massnahmen	40
3.4.1	Planung und Projektierung	40
3.4.2	Ausschreibung	41
3.5	Ausführung und Qualitätskontrolle	44
3.5.1	Vorarbeiten	45
3.5.2	Schadensbehebung	47
3.5.3	Abschlussarbeiten	47
3.5.4	Qualitätskontrolle	50

3 Vorgehen bei der Erhaltung

3.1 Allgemeines

3.1.1 Methodik

Wenn Kanalisationen systematisch erhalten werden sollen, müssen im Rahmen eines **Managements der Kanalerhaltung** alle Aufgaben in ihrer Gesamtheit erfasst werden. Es gilt bei optimalem Einsatz der vorhandenen Mittel und unter Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes die Erfüllung folgender Aufgaben über lange Zeit zu gewährleisten:

- Betriebsbereitschaft
- Leistungsfähigkeit
- Betriebssicherheit
- Substanzerhaltung

Die grundsätzlichen methodischen Überlegungen zur Erreichung dieser Zielsetzung sind allgemeingültig und nur bedingt vom Bauwerktyp abhängig.

Die Erhaltungsstrategien und Vorgehensschritte zur Erhaltung von Ingenieur- und Tiefbauten sowie von Strassen und Leitungen sind in zahlreichen Publikationen des Impulsprogrammes BAU – Erhaltung und Erneuerung eingehend beschrieben.

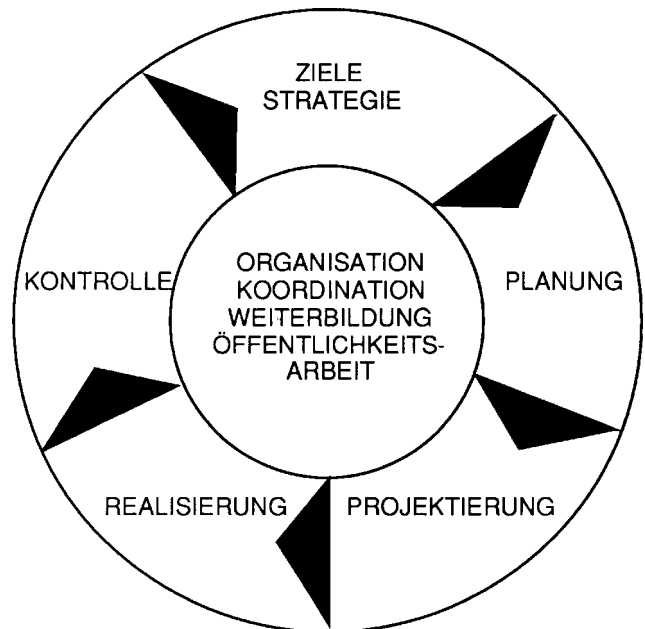


Abb. 3.1
Die wichtigsten Funktionen eines Erhaltungsmanagements lassen sich in einem Funktionskreis darstellen.

Im Bereich des kommunalen Tiefbaus stehen folgende Unterlagen als Ergänzung zur vorliegenden Dokumentation zur Verfügung:

Erhaltung der Bausubstanz

Übersicht, Begriffe, Schwerpunkte IP Bau
1991, EDMZ Nr. 724.451d

Erhaltung von Tiefbauten in Gemeinden

Eine ständige Herausforderung, Video
1993, EDMZ Nr. 724.459.1d

Erhaltung von Strassen und Leitungen

Leitfaden Tiefbau
Hinweise für Gemeindebehörden
1993, EDMZ Nr. 724.459d

Erhaltung von Strassen und Leitungen in der Gemeinde

Eine Planungshilfe für die technisch Verantwortlichen
1994, EDMZ Nr. 724.457d

In der Folge werden in diesem Kapitel bei allgemeingültigen Gegebenheiten auf die entsprechenden Publikationen hingewiesen. Kanalisations-spezifische Informationen werden ausführlich behandelt.

3.1.2 Ablauf

Bei der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen sind verschiedene, zeitlich meist getrennte **Vorgehensschritte** zu unterscheiden. In Abb. 3.2 sind diese Schritte mit den entsprechenden Einzelleistungen dargestellt. Zum Ablauf sind generell folgende Bemerkungen anzubringen:

1. Der **Aufwand**, der bei den einzelnen Vorgehensschritten betrieben werden muss, ist stark von der Art des Projektes und dessen Umfeld abhängig. Einfache Instandsetzungsmassnahmen in überschaubaren Systemen können durchaus mit einem entsprechend vereinfachten Vorgehen bewältigt werden.
2. Die einzelnen Vorgehensschritte können sich auf Grund der vorhandenen **Randbedingungen** gegenseitig stark beeinflussen. Solche Faktoren sind beispielsweise die verfügbaren Finanzen, die Koordination mit anderen Bauvorhaben oder die Verfügbarkeit der technischen Mittel.
3. Was im Schema als einmaliger, linearer Ablauf erscheint, ist bei einem effizienten Management der Kanalerhaltung in Tat und Wahrheit ein **kontinuierlich ablaufender Prozess**. Kanalabschnitte, deren Schäden behoben sind, müssen wieder in den üblichen Zyklus der Überwachung eingegliedert, erfasst und beurteilt werden.

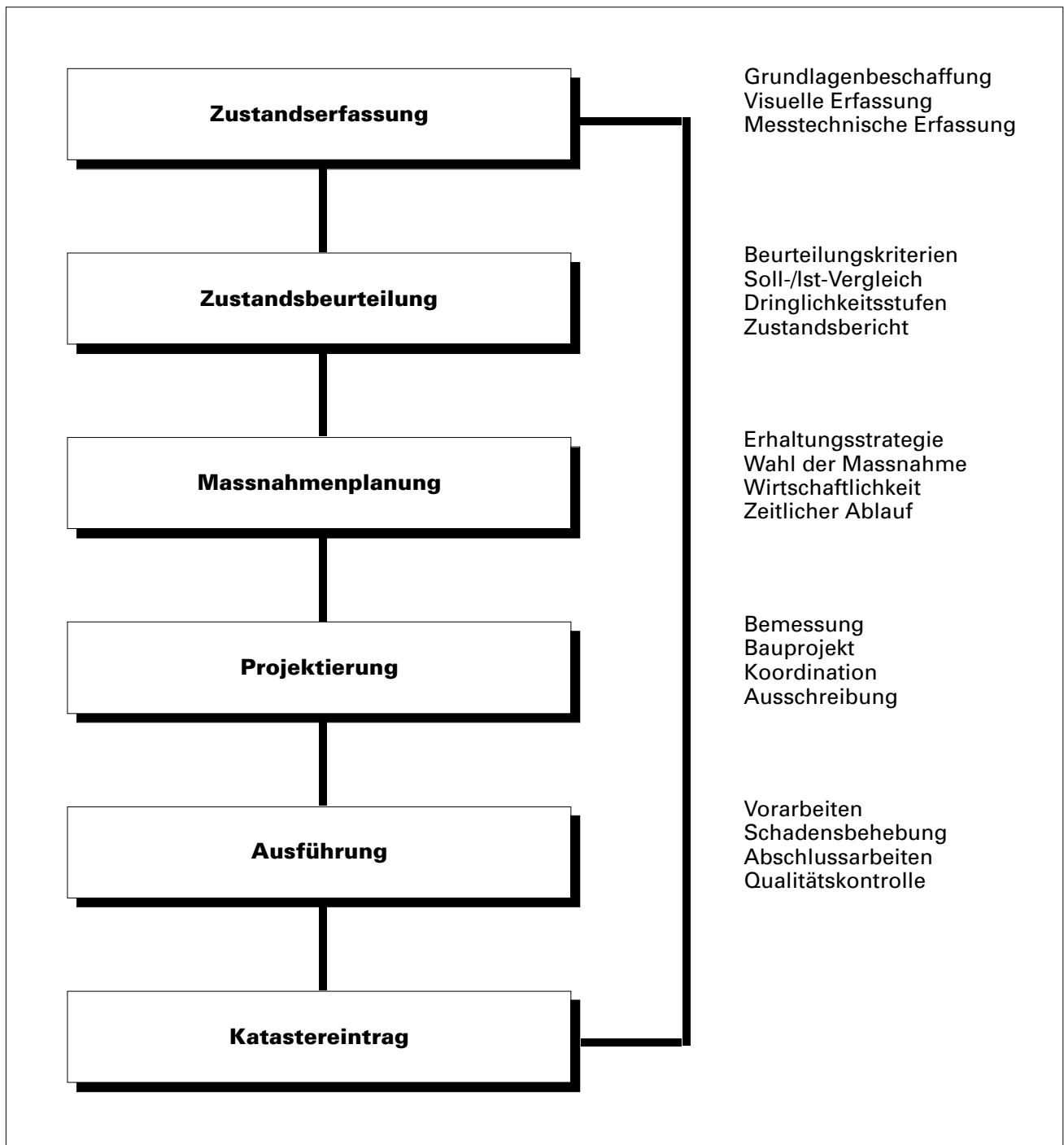


Abb. 3.2
Arbeitsablauf bei der Kanalisationserhaltung mit Vorgehensschritten und Einzelleistungen.

3.2 Zustandserfassung

3.2.1 Bereiche

Die Zustandserfassung und -beurteilung (SIA-Empfehlung 169: Periodische Überwachung) beschränkt sich bei Kanalisationen nicht ausschliesslich auf die genauen Kenntnisse der baulichen Gegebenheiten. Die hydraulischen und betrieblichen Erfahrungen müssen zur Abklärung zukünftiger Erhaltungsmassnahmen zumindest gleichwertig in die Überlegungen miteinbezogen werden. Eine fachgerechte Beurteilung ist nur dann möglich, wenn alle Teilbereiche optimal erfasst sind. Dazu können eine Vielzahl von Massnahmen beitragen:

Baulicher Zustand

- Begehung
- Kanalfernsehen
- Kalibrierung des Rohrquerschnittes
- Dichtigkeitsprüfungen
- u.a.

Hydraulischer Zustand

- Befragung Betriebspersonal und Anwohner
- Ermittlung der Auslastung
- Ermittlung der Durchflussmengen
- Vergleich mit aktuellem GKP oder GEP
- u.a.

Betrieblicher Zustand

- Befragung Betriebspersonal
- Erfassung von Betriebsstörungen
- Erfassung von Ablagerungen
- Meldungen über Geruchsprobleme
- u.a.

Die obige Aufstellung zeigt deutlich, dass das Kanalfernsehen nur **eine** Massnahme aus einer Vielzahl möglicher Untersuchungstechniken darstellt. So ist es zum Beispiel in der Regel nicht möglich, die Dichtigkeit eines Kanalabschnittes mit Hilfe des Kanalfernsehens zu beurteilen. Exfiltrationen sind nicht erkennbar und Infiltrationen nur dann, wenn der Grundwasserspiegel zur Zeit der Untersuchung höher als die Rohrsohle liegt. Die Überprüfung der **Dichtigkeit** sollte bei allen Kanalisationen – auch wenn der Aufwand gross ist – grundsätzlich **nach der SIA-Empfehlung V 190** vorgenommen werden.

Die Untersuchungstechniken zur Überwachung von Kanalisationsleitungen sind in den Übersichtstabellen und Datenblätter im Handbuch **«Untersuchungstechniken im Tief- und Ingenieurbau»** aufgelistet. Das Handbuch wurde im Rahmen des Impulsprogrammes Bau, Erhaltung und Erneuerung, Bereich Tiefbau im März 1991 publiziert (724.453 d).



Leitungsnetze

Untersuchungsobjekt:

Kanalisationsleitungen (nicht begehrbar, $\phi < 800$ mm, Freispiegel)

Zielgrösse	Untersuchungstechnik	
	zerstörungsfreie	zerstörende [Eingriff ins Bauwerk]
Rohrschäden	Kanalfernsehen ¹⁾ → S. 146 Kanalroboter Färbversuch	
Fugenschäden	Kanalfernsehen ¹⁾ → S. 146 Molch (Kalibrierung) Färbversuch	
Ablagerungen	Kanalfernsehen ¹⁾ → S. 146 Kanalspiegel	
Anschlüsse	Kanalfernsehen ¹⁾ → S. 146 Einspülen	Kanalfernsehen (Sondierschütz) ¹⁾
Dichtigkeit	Druckprüfung ²⁾ Doppelkammermolch Färbversuch Doppelpacker	

1) Allgemeine Bedingungen und Leistungsverzeichnis für Kanalfernseh-Untersuchungen, VSA, 1986, (z.Z. in Überarbeitung).

2) SIA 190, Kanalisation

Kanalisationsleitungen, die unter Druck betrieben werden, können mit den bekannten Mitteln nur begrenzt untersucht werden.

Abb. 3.3
Übersichtstabelle aus dem Handbuch «Untersuchungstechniken im Tief- und Ingenieurbau».

3.2.2 Erfassen mit Kanalfernsehen

Die Erfassung des baulichen Zustandes erfolgt bei begehbaren Kanalisationen mit Nennweiten über 800 mm in der Regel durch Begehung. Bei nichtbegehbaren Kanalisationen (ca. 90% des öffentlichen Netzes) und bei Grundstückentwässerungen wird die systematische Aufnahme des Ist-Zustandes heute beinahe ausschliesslich mit Hilfe des Kanalfernsehens durchgeführt.

Der Verband Schweizerischer Abwasserfachleute VSA hat zur Gewährleistung eines einheitlichen Qualitätsstandards bei Kanalfernseh-Untersuchungen im Rahmen seiner Richtlinie «Unterhalt von Kanalisationen» vom März 1992 im Anhang 2 **«Allgemeine Bedingungen für Kanalfernseh-untersuchungen»** festgelegt. Darin werden Arbeitsumfang und -leistung, Ausrüstung und Untersuchungsbericht eingehend beschrieben. Die allgemeinen Bedingungen werden durch ein Musterleistungsverzeichnis ergänzt.

3.2.3 Untersuchungsbericht Kanalfernsehen

In den «Allgemeinen Bedingungen für Kanalfernsehuntersuchungen» des VSA ist unter Punkt 2.3.1 festgehalten:

«Sämtliche bei der Kanalfernsehuntersuchung gewonnenen Informationen werden in einem **Untersuchungsbericht** dokumentarisch festgehalten. Dieser besteht aus einem Situationsplan, den Untersuchungsprotokollen, den Bildschirmaufnahmen und den dazugehörigen Videobändern».

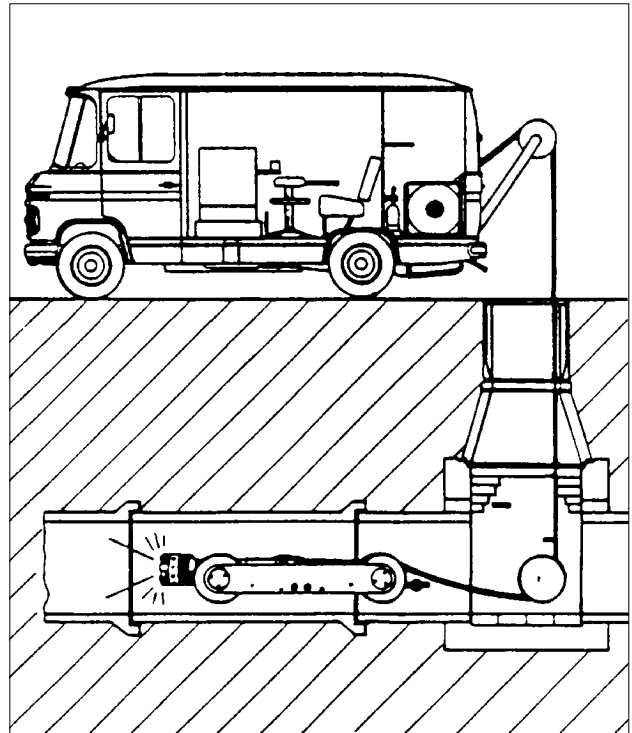
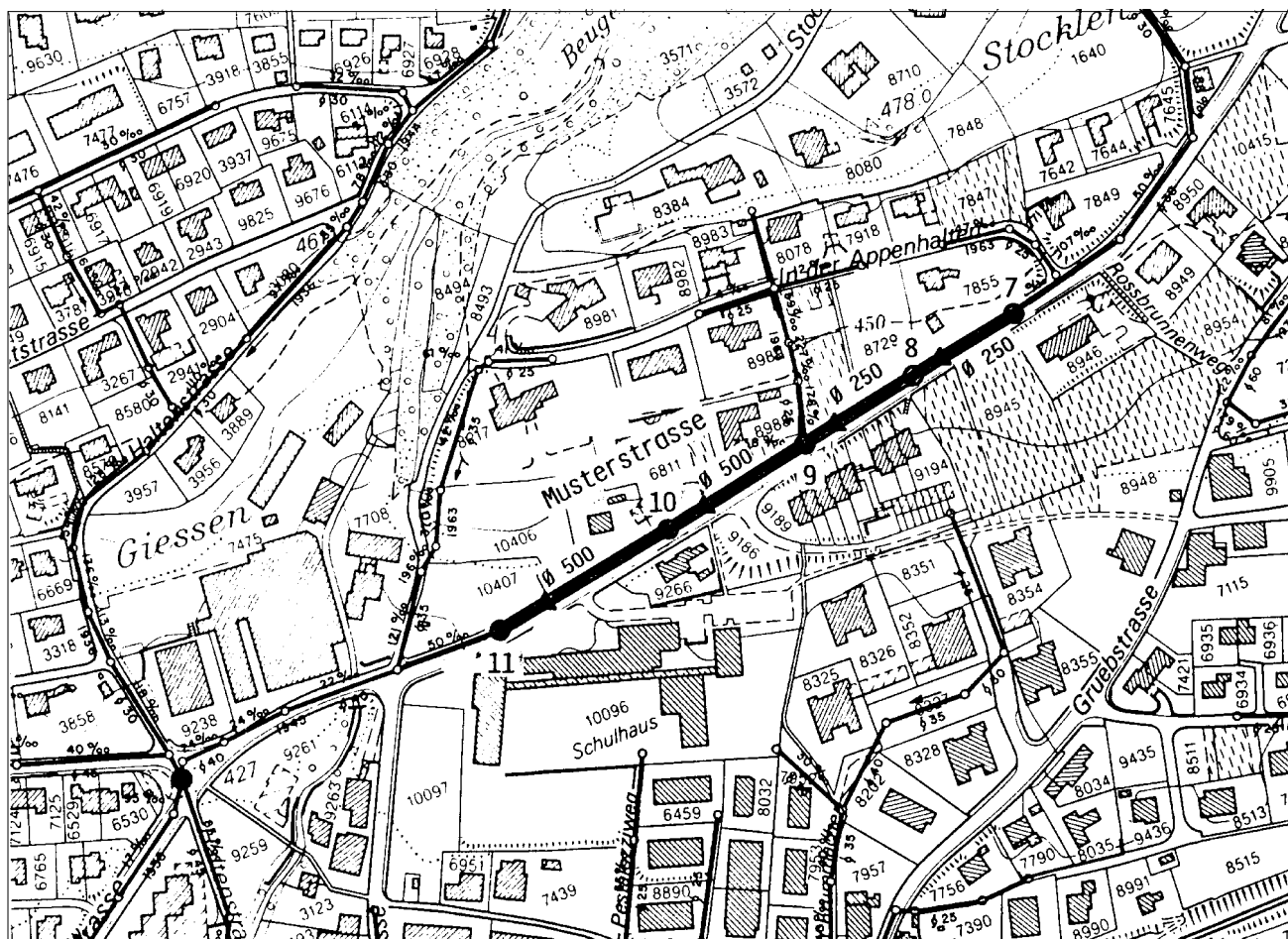


Abb. 3.4

Nichtbegehbare Kanalisationen werden heute beinahe ausschliesslich mit Hilfe des Kanalfernsehens überwacht.



Kanalfernseh-
Untersuchungsprotokoll

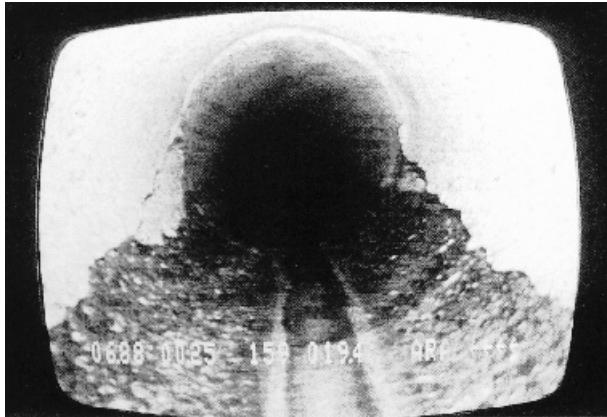
Datum	: 16 02 91	Ort	: 9202 M U S T E R
Kennziffer	: 9202-1	Strasse	: Musterstrasse
Auftragsnummer	: 1007	von	: KS 7
Videocass.-Nr.	: 01	bis	: KS 9
Videozähler	: 0.00.00 - 0.25.30	Unters. Richtg.	: FLR
Untersuchungsart	: Zustandskontrolle	Leistungsart	: Mischwasserkanal
Operateur	: PT	Rohrinfo	: KR 250 NBR 1.0

Schacht	Distanz	Einlauf	Foto	Bauteil - Schaden - Lage - Kommentar	Blatt: 1
KS Nr.	m		Nr.		
KS 7		o		Kontrollschacht KS 7 NW 0 0.9/1.1 T 2.2 im Garten	
	0.0			Rohr Anfang	
	3.5		145	Muffe ausgebrochen oben Versatz	
	5.6			Einlauf vorstehend rechts	
	7.3		151-152	Rohrwandung ausgebrochen in der Sohle Rohr gerissen stark	
	13.2		184	Muffe mit Wurzeleinwuchs Ablagerung stark	

Abb. 3.5

Beispiel eines Untersuchungsprotokolles mit Situationsplan. Diese bilden zusammen mit den Bildschirm-
aufnahmen und Videobändern den Untersuchungsbericht Kanalfernsehen.

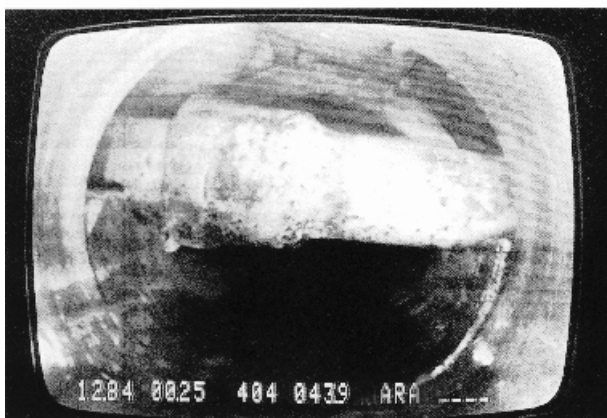
 Baudepartement Abteilung Umweltschutz	Einsatz des Kanalfernsehens Definition der Schadenbilder	11.3
---	---	-------------



Rohrwandung
 Korrosion
ausgewaschen
 Sohle



Rohrwandung
 Korrosion
ausgeschwemmt
 Sohle



Rohrwandung
 Durchbruch
durchbrochen
 rechts / links
 (Wasserleitung)

1.7.1989	11.3-10
----------	---------

Abb. 3.6
 Vereinheitlichung der Schadensbeschriebe. Beispiel aus dem Dossier «Definition der Schadenbilder» des Kantons Aargau.

Der Untersuchungsbericht ist ein rein dokumentarischer Beschrieb des vorgefundenen Zustandes. Die VSA-Richtlinie gibt dazu im Anhang 3 **«Schadenbilder und Interpretationshilfen»** Anhaltspunkte zu einer Vereinheitlichung der Schadensbeschriebe. Wesentlich weiter geht die Abteilung Umweltschutz des Baudepartementes des Kantons Aargau mit ihrem Dossier **«Definition der Schadenbilder»**. Mögliche Schäden werden in Form eines Kataloges nach den Kriterien Bauteil, Mangel, Schadensschwere und Lage als Grundlage für einheitlich formulierte Untersuchungsprotokolle aufgelistet.

Die **Aufgabe des Operators** besteht lediglich darin, die in der Kanalisation festgestellten Vorkommnisse im Untersuchungsprotokoll möglichst genau zu beschreiben. Einzelne Anbieter, aber auch Auftraggeber sehen es als zusätzliche Dienstleistung an, wenn der Operator den Zustand der Leitung beurteilt oder gar Dringlichkeitsstufen für bauliche Massnahmen angibt. **Eine Beurteilung kann und darf aber nicht in der Kompetenz des Operators liegen**, da ihm in der Regel weder das hydraulische noch das betriebliche Umfeld bekannt sind.

3.3 Zustandsbeurteilung

3.3.1 Kriterien

Das Ergebnis der Kanalfernseh-Untersuchungen ist wie bereits erwähnt nur ein Kriterium zur Beurteilung des Ist-Zustandes. Bei der Festlegung der Dringlichkeitsstufen zur Behebung der festgestellten Mängel sind eine ganze Anzahl weiterer Einflussgrößen von Bedeutung wie z.B.:

- Belange des Grundwasserschutzes
- Hydraulische Verhältnisse
- Leitungs- und Betriebsart
- Rohrdaten wie Material und Alter
- Lage der Kanalisation
- Koordination mit Strassen- und Werkleitungsbau.

Es ist die Aufgabe spezialisierter Ingenieurbüros, die bei der Zustandserfassung ermittelten Gegebenheiten unter Berücksichtigung aller Kriterien zu beurteilen und in ein nach Prioritäten abgestuftes Programm zur Schadensbehebung umzusetzen. Die örtlichen Randbedingungen sind dabei ebenso zu berücksichtigen wie grundsätzliche Fragen der Erhaltungsstrategie und deren Finanzierung.

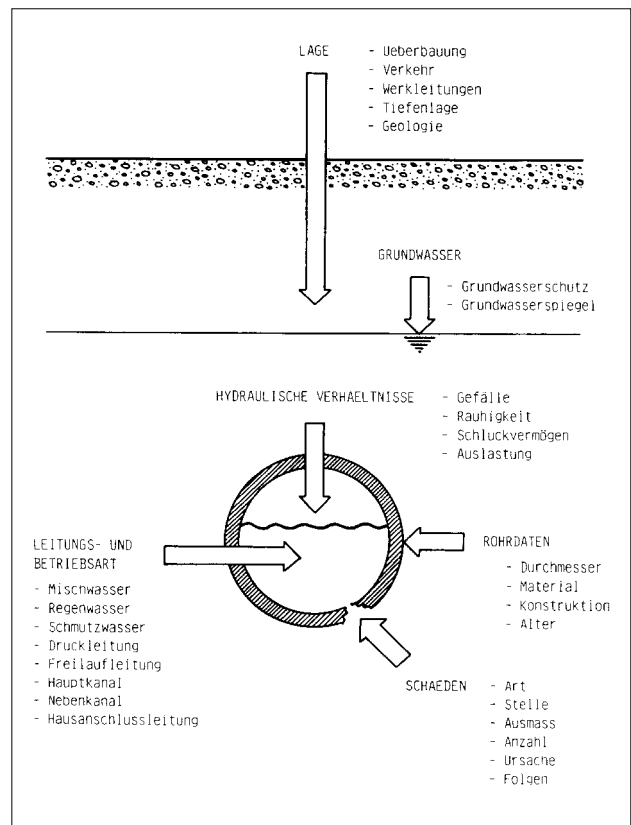


Abb. 3.7
Kriterien, die bei der Festlegung der Dringlichkeitsstufen von Bedeutung sind.

3.3.2 Dringlichkeitsstufen und Gewichtung

Um die Umsetzung erkannter Mängel in Massnahmen wie weitere Kanalforschungsuntersuchungen, Dichtigkeitsprüfungen oder bauliche Vorkehrungen zur Schadensbehebung zu erleichtern, sind die unterschiedlichsten **Klassifizierungssysteme** entwickelt worden. Sie sollen alle Randbedingungen und Einflussgrössen berücksichtigen.

Ein solcher Vorschlag zur Festlegung der Dringlichkeitsstufen für die Sanierung von Kanälen ist im Anhang 4 der VSA-Richtlinie für den Unterhalt von Kanalisationen enthalten. Dabei werden die festgestellten Mängel mit den relevanten Kriterien in Beziehung gesetzt und nach Dringlichkeitsstufen von 0 bis 4 klassifiziert. Die mittels Bewertungstabellen ermittelten Dringlichkeitsstufen sind fallweise auf eventuelle ortsspezifische Gegebenheiten hin zu überprüfen und allenfalls anzupassen.

Es muss an dieser Stelle mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass derartige EDV-taugliche Klassifizierungssysteme erhebliche Gefahren in sich bergen. Es wäre ein Irrtum anzunehmen, dass damit die Beurteilung und Massnahmeplanung auch weniger erfahrenen Mitarbeitern überlassen werden könnte.

Bewertungstabelle		Zuständig für Beurteilung											
		Gemeinde / Kanton						Gemeinde / Ingenieurbüro					
		Grundwasserschutz						GKP-Übereinstimmung					
		Schutzzone S2 1) 2)	Schutzzone S3 2)	Schutzreal	GW-Bereich A	GW-Bereich B	GW-Bereich C	UW genügend	Ausbau dringend	Ausbau später	Kein Ausbau vorgesehen	Kurzfristig erforderlich (6-8 J.)	Mittelfristig geplant
Festgestellte Mängel													
Undicht	Wasseraustritt – vermutet 4)	1	1	2	2	3	3	2	3		2	3	3
	Wasseraustritt festgestellt 5)	0	1	1	2	2	3	2	1	3	1	2	3
	– einzelne Stelle	0	0	0	1	2	3	1	1	2	1	2	3
Risse	Wassereinbruch – einzelne Stelle	0	1	1	2	2	2	3	2	3	1	1	2
	– zahlreiche Stellen	0	0	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1
	sichtbar – einzelne	1	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
Eingedrückt, oval	– zahlreiche	1	1	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3
	breit – einzelne	1	1	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3
	– zahlreiche	0	0	1	1	2	2	2	1	3	1	1	2
Eingestürzt, Scherben		0	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3
		0	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2
		0	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2
Hausanschlüsse 1)	– undicht	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
	– vorstehend	1	1	1	3	3	3	2	3	2	2	2	3
	– schlechte Ausführung	1	1	1	3	3	3	2	3	2	2	2	3

Abb. 3.8
VSA-Richtlinie für den Unterhalt von Kanalisationen – Vorschlag einer Bewertungstabelle zur Festlegung von Dringlichkeitsstufen.

3.3.3 Darstellung

Die bei der Zustandserfassung und -beurteilung ermittelten Informationen werden im **Zustandsbericht Kanalisation** dargestellt. Dieser besteht in der Regel aus einem Zustandsplan und einem erläuternden Bericht mit Kommentaren und Tabellen, der alle Informationen enthält, die für das Verständnis des Zustandsplans erforderlich sind. Diese Dokumente bilden die Grundlage für die Projektierung zukünftiger Erhaltungsmassnahmen. Sie sollen über folgende Punkte Auskunft geben:

- Allgemeiner baulicher Zustand
- Art und Lage der Mängel
- Beurteilung und Dringlichkeitsstufen
- Angaben über weitere Massnahmen.

Zustandsplan und -bericht sollen übersichtlich, gut lesbar und mit geringem Aufwand nachführbar sein. Dies kann manuell oder computergestützt im Rahmen eines umfassenden Informationssystems (Datenbank) erfolgen.

Hinweise zum Zustandsbericht Kanalisation können der **VSA-Richtlinie «Genereller Entwässerungsplan GEP»** und dem dazugehörigen Musterbuch entnommen werden.

vsa	Genereller Entwässerungsplan (GEP)	5.4.3
	Zustandsbericht Kanalisation	Blatt 2
08.01.92		

Arbeitsablauf und Elemente

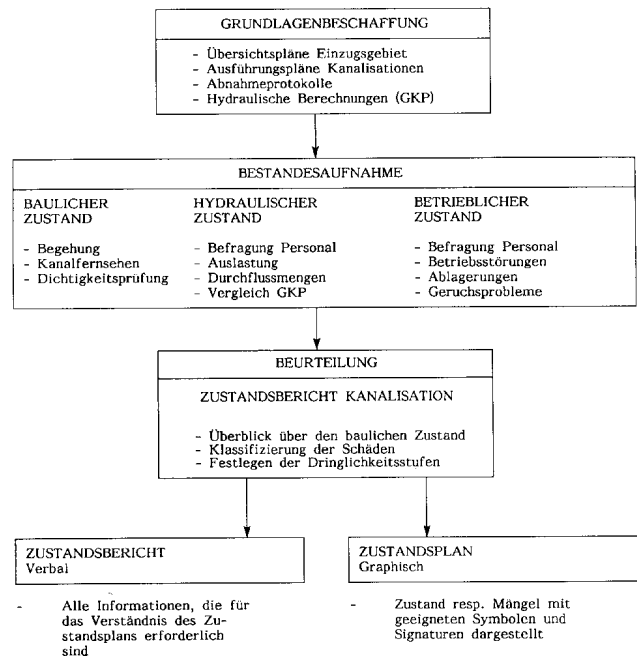


Abb. 3.9
Arbeitsablauf und Elemente des Zustandsberichtes Kanalisation aus dem Musterbuch «Genereller Entwässerungsplan GEP».

Stadt / Gemeinde _____										Strasse _____										ZUSAMMENFASSUNG, Schadenbewertung										Seite _____						
Rohrstrang von	Rohrstrang von	Distanz m	SWK MWK	Ø	mittlere Tiefe	Gefälle ‰	Rohrlänge	Einläufe			Total	Muffen			Total	Längs-/ Radialrisse	Rohrzustand			Beurteilung	Sanierungsmethoden															
								1	2	3		1	2	3			1	2	3		1	2	3	4	5	6	7									
574	573	50.70	SWK	300	1.54	49.6	1.0	-	-	-		47	3	50		x	x		Rohrzustand zufriedenstellend Muffen leicht offen teilw. stark EI keine			x														
574	572	35.10	SWK	300	1.41	33.4	1.0	1		1		30	5	35	12.10, 15.80, 17.90 m	x	x		Rohrzustand zufriedenstellend - 5.0 Ablagerung starke Senkungen 2.70 - 11.0 Muffen teilw. offen und verkalkt EI nvp. zurückversetzt	x	x	x						x								
572	565	56.60	SWK	300	1.48	46.8	1.0	-	-	-		50	6	56	2.50-7.0 m Stoß!	x	x		Rohrzustand zufriedenstellend Muffen leicht offen verkalkt teilw. stark EI keine	x	x	x						x								
567	566	47.00	SWK	300	1.53	3.0	1.0			5	5	44	2	46		x	x		Rohrzustand zufriedenstellend starke Senkungen 13.0 - 27.0m, Muffen leicht offen, verkalkt EI vorst., undicht	x	x	x						x								
566	565	47.80	SWK	300	1.60	4.5	1.0	1		1		47		48	35.40		x		Rohrzustand mangelhaft, ausgewaschen, Senkung ca. 15.m Muffen teilw. leicht offen verkalkt EI stark verkalkt	x	x	x			x		x									
567	568	55.60	SWK	300	1.84	3.5	1.0	2		2		55		55	div.	x	x		Rohrzustand mangelhaft vereinzelt starke Risse, Muffen leicht offen verkalkt EI nvp. vorstehend Video fehlt 6.60 - 24.0, 46.40 - Ende	x	x	x			x											
Bemerkung										Legende: 1 gut, 2 mangelhaft, 3 schlecht																										

Abb. 3.10

Beispiel eines tabellarischen Zustandsberichtes mit Mängeln und Beurteilung.

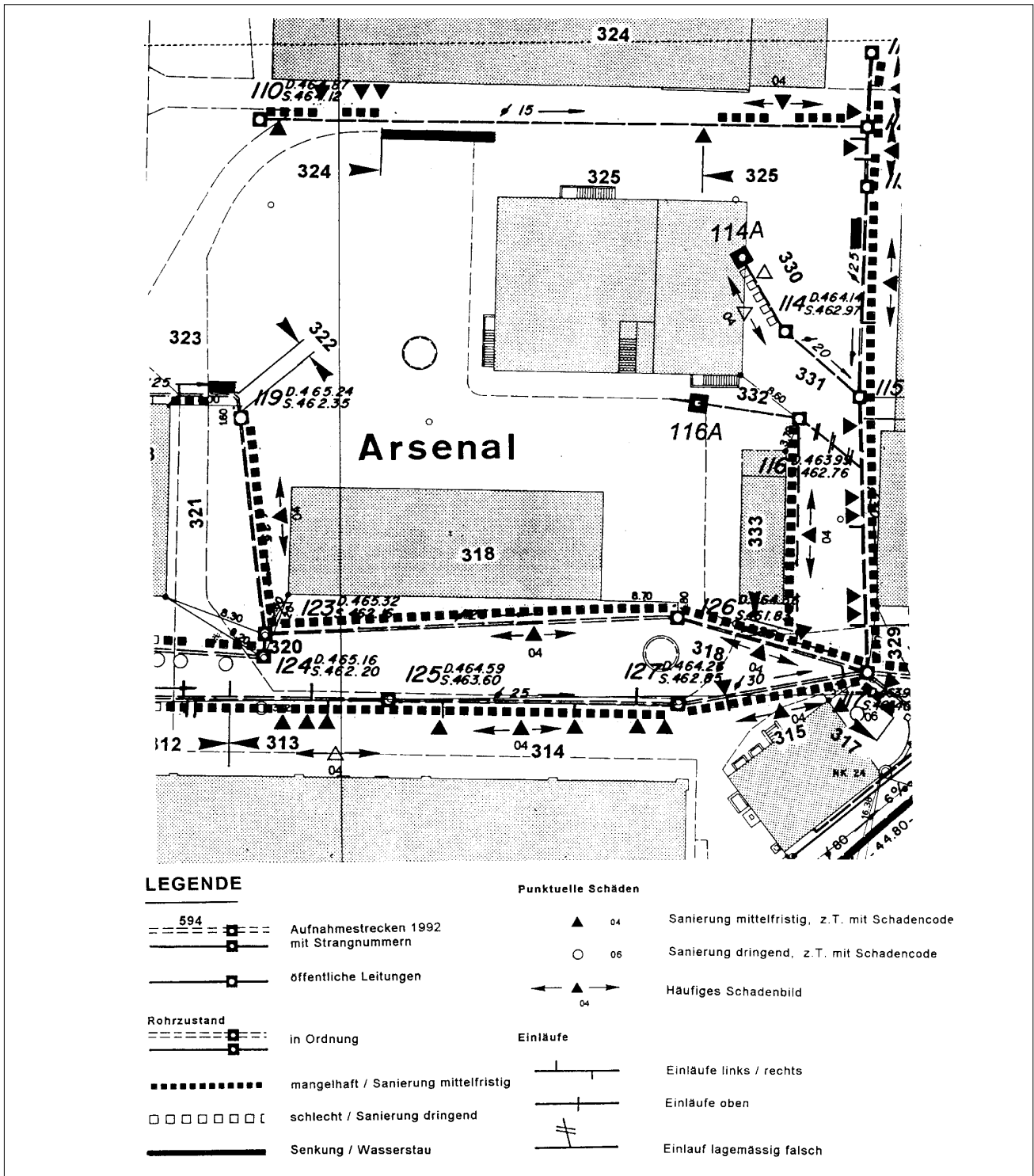


Abb. 3.11
Beispiel eines Zustandsplanes mit Mängeln und Massnahmen.

3.4 Massnahmen

3.4.1 Planung und Projektierung

Ein **Schwachpunkt** bei der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen ist zweifelsohne die **Umsetzung** der bei der Zustandserfassung und -beurteilung gewonnenen Erkenntnisse in ausführungsfähige Projekte. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- Die vorhandenen planerischen und technischen Mittel sind vorwiegend auf den Neubau ausgelegt – und dies obwohl die Erhaltung gegenüber dem Neubau zunehmend an Gewicht gewinnt.
- Erhalten heisst sorgfältige Berücksichtigung einer Vielzahl von Randbedingungen mit teilweise unterschiedlichen Zielsetzungen (Abb.3.12).
- Die rasche Entwicklung im Bereich der Bautechniken verunsichert die zuständigen Entscheidungsträger. Es empfiehlt sich deshalb für die Massnahmenplanung einen mit der Materie vertrauten, unabhängigen Bauherrenberater beizuziehen.

Zur baulichen Behebung erkannter Schäden und Mängel stehen den projektierenden Ingenieuren und Planern grundsätzlich drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Bei der **Instandsetzung** werden an örtlich begrenzten Stellen einzelne Schäden behoben und damit der Soll-Zustand der Kanalisation wiederhergestellt.
- Bei der **Erneuerung** übernimmt ein neu erstellter Leitungsabschnitt die Funktion der alten, schadhaften Kanalisation. Dies kann in offener oder geschlossener Bauweise erfolgen.
- Als Mittelweg bietet sich die **Sanierung** der bestehenden Leitung an. Sanierungen sind systematisch durchgeführte Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes unter Einbezug des bestehenden Rohres. Ziel ist, eine Leitung zu erhalten, die bezüglich Leistungsfähigkeit und Lebensdauer annähernd einem Neubau entspricht.

- Einbindung in eine gesamtheitlich kommunale **Erhaltungsstrategie**.
- Abstimmung auf **Finanzplanung** und **Budget**.
- Berücksichtigung zukünftiger **Entwicklungstendenzen**.
- **Koordination** mit anderen kommunalen Bauvorhaben.
- Wahl **umweltschonender Baumaterialien und Techniken**.
- Weitgehendes **Vermeiden von Betriebsunterbrüchen**.

Abb. 3.12
Randbedingungen, die bei der Planung von Erhaltungsmassnahmen zu berücksichtigen sind.

Die heute verfügbaren **Bautechniken** sind in **Kapitel 4** beschrieben. **Kapitel 5** zeigt Vorgehen und Kriterien bei der **Verfahrens-Auswahl**. In **Kapitel 6** sind die in der Schweiz angebotenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren firmenbezogen in vereinheitlichten **Verfahrensbeschrieben** dargestellt.

Eine ausführliche Darstellung der Massnahmenplanung im kommunalen Tiefbau ist in der Publikation **«Erhaltung von Strassen und Leitungen in der Gemeinde** – Eine Planungshilfe für die technisch Verantwortlichen» des IP Bau enthalten.

3.4.2 Ausschreibung

Im Gegensatz zu Kanalfernsehuntersuchungen, für die im Anhang 2 der VSA-Richtlinie «Unterhalt von Kanalisationen» Allgemeine Bedingungen und ein Leistungsverzeichnis formuliert sind, bestehen für den Bereich der Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten keinerlei Vorgaben im Sinne eines Normpositionenkataloges. Dementsprechend unterschiedlich ist das Vorgehen bei Submissionen.

Die Pfahlbauer-Variante

Die Videobänder werden von der Gemeinde oder dem beauftragten Ingenieurbüro zusammen mit dem Kanalfernseh-Untersuchungsbericht direkt an einen oder mehrere Verfahrensanbieter zur Ausarbeitung einer Instandsetzungs- oder Sanierungs-offerte weitergeleitet. Die vermeintlichen **Vorteile** dieses Vorgehens liegen darin, dass im Planungsbereich Kosten eingespart werden können und dass der Vorgang rasch und unkompliziert durchführbar ist. Demgegenüber stehen schwerwiegende **Nachteile**:

- Durch das Fehlen einer Gesamtbeurteilung sind die gewählten Massnahmen in der Regel ausschliesslich durch das Schadenbild bestimmt. Weitere Kriterien wie hydraulische Überlegungen oder Belange des Umwelt- oder Gewässerschutzes werden kaum mitberücksichtigt.
- Die Wahl des Verfahrens wird durch das Angebotsprogramm des Anbieters bestimmt.
- Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Angeboten ist aufgrund der unterschiedlichen Offertstruktur kaum möglich.
- Die Leistungen in den Bereichen Vor- und Nebenarbeiten sind in der Regel nur unzulänglich formuliert. Kostenüberschreitungen sind vorprogrammiert.

Die Profi-Variante

Ein unabhängiges Ingenieurbüro erarbeitet als Bauherrenberater aufgrund aller vorliegenden Unterlagen den Zustandsbericht Kanalisation mit den entsprechenden Vorschlägen für Instandsetzungs- und Sanierungsmassnahmen. Für die verschiedenen Bauabschnitte werden Ausschreibungsunterlagen für eine bestimmte Bautechnik (z.B. Schlauchrelining) mit allgemeinen und speziellen Bedingungen sowie einem detaillierten Leistungsverzeichnis erarbeitet. Dabei ist darauf zu achten, dass die Anbieter die für ihr Verfahren spezifischen Informationen wie Vor- und Abschlussarbeiten, Materialkennwerte und Bemessungsgrössen möglichst detailliert und überprüfbar aufführen. Die Eingabe von separaten Offertvarianten ist ausdrücklich zuzulassen. Ob die Arbeiten öffentlich oder beschränkt ausgeschrieben werden, ist von sekundärer Bedeutung. Eine Übersicht der zur Zeit der Drucklegung der Dokumentation in der Schweiz tätigen Spezialfirmen ist in Anhang 8 enthalten.

Die **Vorteile** dieser Variante sind offensichtlich:

- Die Wahl der Bautechnik erfolgt aufgrund einer gesamtheitlichen Betrachtung aller Kriterien und bleibt dem Auftraggeber vorbehalten.
- Die Offerten der einzelnen Anbieter sind dadurch sowohl im technischen wie auch im finanziellen Bereich untereinander vergleichbar.
- Bedingungen und Leistungsverzeichnis dienen bei allfälligen Schadenfällen als massgebende Beurteilungsgrundlage.

Der **Nachteil** der höheren Planungskosten wird in der Regel durch ein wirtschaftlicheres Vorgehen bei weitem aufgewogen.



Checkliste Ausschreibung

Allgemeine Bedingungen	Leistungsverzeichnis
☐ Grundlagen des Angebotes	☐ Installation
☐ Normen und Vorschriften	☐ Kanalreinigung
☐ Haftpflichtversicherung	☐ Ausbohren und Fräsen
☐ Garantiefristen	☐ Kalibrieren
☐ Verkehrsmassnahmen	☐ Wasserhaltung
☐ Gewässerschutzmassnahmen	☐ Materiallieferung
☐ _____	☐ Instandsetzungs- bzw. Sanierungsarbeiten
	☐ Anpassungsarbeiten bei seitlichen Anschlüssen und Kontrollschächten
Spezielle Bedingungen	☐ Abschlussreinigung
☐ Auftragsbeschreibung	☐ Dichtigkeitsprüfung
☐ Planunterlagen	☐ Abnahme mit Kanalfernsehen
☐ Vorhandene Videos und Untersuchungsberichte	☐ _____
☐ Baustellenorganisation	
☐ Bauprogramm	Angebotsbeilagen
☐ Wasserhaltungs-Massnahmen	☐ Detaillierter Systembeschreibung für Haupt- und Nebearbeiten
☐ Energie- und Wasserbezug	☐ Materialdeklaration
☐ Baustellensignalisation	☐ Dimensionierung
☐ Qualitätskontrolle	☐ Prüfatteste
☐ Abnahme	☐ Liste der Unterakkordanten
☐ _____	☐ Referenzliste der in der Schweiz ausgeführten Arbeiten
	☐ _____

Abb. 3.13
Wesentliche Punkte bei der Ausschreibung von Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten.

3.5 Ausführung und Qualitätskontrolle

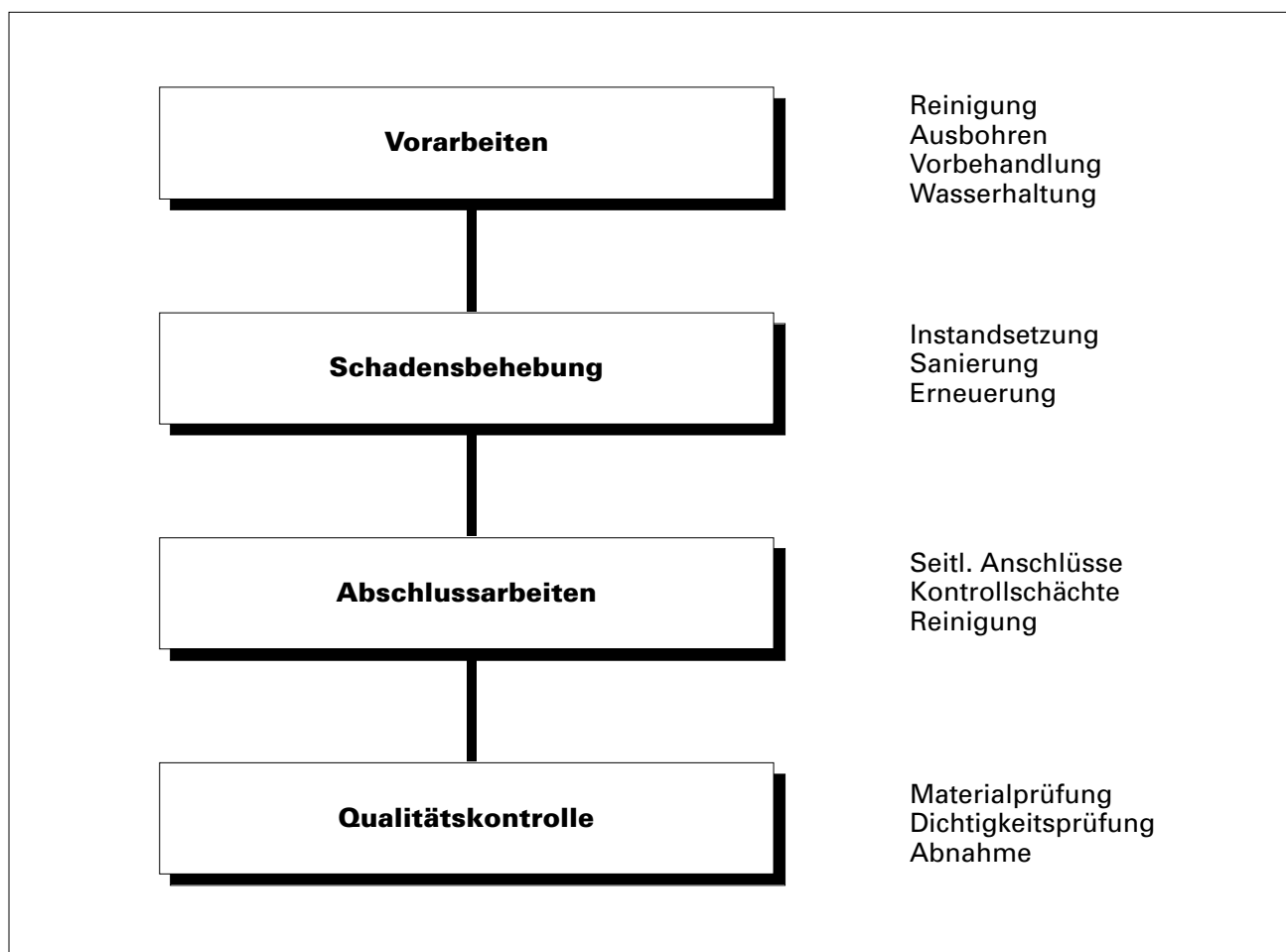


Abb. 3.14
Genereller Arbeitsablauf bei der Ausführung von Massnahmen zur Schadensbehebung.

3.5.1 Vorarbeiten

Damit Instandsetzungs- und Sanierungsmassnahmen an nichtbegehbaren Kanalisationen einwandfrei ausgeführt werden können, sind eine ganze Reihe von Vorbereitungsarbeiten notwendig. Dazu zählen u.a.:

- Eine gründliche Reinigung des Leitungsschnittes
- Das Wiederherstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes
- Die Vorbehandlung extrem beschädigter Partien
- Die Installation einer Wasserhaltung.

In der Regel wird der Umfang der Vorarbeiten unterschätzt. Sie können aber je nach Gegebenheiten einen namhaften Teil der Gesamtkosten ausmachen.

Hochdruck-Reinigung

Bei den meisten Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren ist eine Reinigung mit Hochdruckspülgeräten unumgänglich. Die notwendigen Geräte dafür stehen heute in allen Ausführungsvarianten zur Verfügung. Es muss aber im Zusammenhang mit sanierungsbedürftigen Leitungsschnitten darauf hingewiesen werden, dass ein Übermass an Druck oder Wassermenge zu zusätzlichen Schäden bis zum Einsturz einzelner Rohrschnitte führen kann.

Ausbohren und Fräsen

Unabdingbare Voraussetzung für die Instandsetzung oder Sanierung nichtbegehbbarer Kanalisationen ist die vorgängige Herstellung des ursprünglichen Leitungsquerschnittes. Dies bedeutet das Entfernen fester Ablagerungen, vorstehender Einläufe und eingewachsener Wurzeln. Zwei Gründe machen diese Vorarbeit notwendig: Erstens müssen die für die Sanierungsarbeiten eingesetzten Spezialgeräte beziehungsweise die beim Relining verwendeten Rohrmaterialien ohne Beschädigungsgefahr über die gesamte Leitungslänge eingezogen werden können. Zweitens sollten die hydraulischen Verhältnisse nach der In-

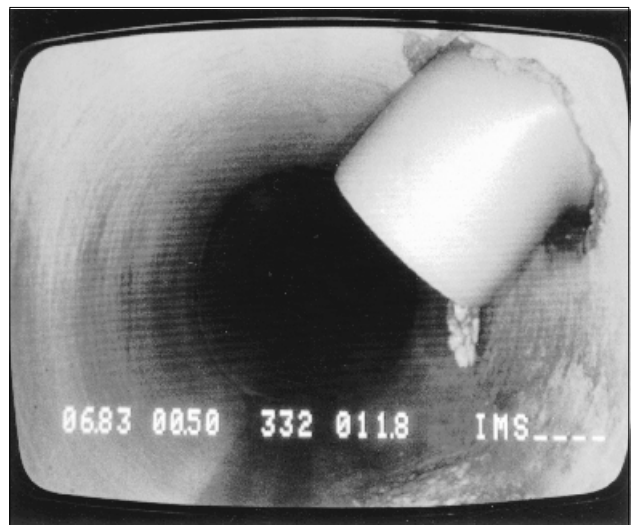


Abb. 3.14
Harte Ablagerungen und vorstehende Anschlüsse müssen vor Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten entfernt werden.

standsetzung oder Sanierung möglichst einem neu verlegten Rohr entsprechen. Dies ist nur möglich, wenn alle Ablagerungen und vorstehenden Hindernisse entfernt werden und danach die ursprüngliche Querschnittsfläche dem Durchfluss wieder zur Verfügung steht.

Zur Erreichung dieses Zieles wurden in den letzten Jahren zahlreiche Spezialgeräte – vom einfachen gezogenen Bohrgerät bis zum eigentlichen Kanalroboter – entwickelt. Allgemeingültige Aussagen über die Eignung der einzelnen Typen zu machen ist kaum möglich. Es sollen aber generell folgende Grundsätze beachtet werden:

- Das eingesetzte Gerät soll sich bei Lageabweichungen des Rohres nicht selbständig in das umgebende Erdreich bohren können
- Eine zusätzliche Beanspruchung des sanierungsbedürftigen Rohres muss durch geeignete Massnahmen verhindert werden. Kettenschleudern sind mit Vorsicht und nur in Ausnahmefällen einzusetzen
- Eine Überwachung des Fräsvorganges mit dem Kanalfernsehen ist wünschenswert
- Das Ausfräsen von Kunststoff- und Eternitleitungen ist nicht zu empfehlen.

Ein verbreitetes Übel beim Kanalunterhalt sind eingewachsene Wurzeln. Diese dringen auf der Suche nach Wasser bei Muffen und Schwachstellen der Rohrwandung in die Leitung ein und erweitern durch ihr Wachstum die einmal geschaffene Öffnung. Werden die Wurzeln mechanisch beseitigt, was mit Bohrgeräten oder hydrodynamischen Wurzelschneidern durchaus möglich ist, so besteht die Gefahr, dass die Wurzeln beschleunigt nachwachsen. Ein vermehrter betrieblicher Unterhalt ist in diesen Fällen erforderlich. Versuche, die verwurzelten Leitungsabschnitte mit speziell dafür entwickelten Herbiziden auszuschäumen, haben zumindest in der Schweiz zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt.

Vorbehandlung

Sind punktuell oder im grösseren Ausmass Defekte vorhanden, die eine sinnvolle Anwendung eines Verfahrens behindern, können diese vorgängig durch gezielte Massnahmen behoben werden.



Abb. 3.16
Wurzeleinwüchse erfordern einen erhöhten betrieblichen Unterhalt.

Dazu zählt beispielsweise die Sanierung zurückgebrochener Hausanschlüsse mit Kanalrobotern oder das Ergänzen ausgewaschener Rohrsohlen mit Zementmörtel.

Wasserhaltung

Nur wenige Verfahren zur Schadensbehebung kommen ohne Wasserhaltung aus – und dies häufig im Widerspruch zu den Prospektangaben. Es empfiehlt sich deshalb bei allen Massnahmen sorgfältig abzuklären:

- ob und bei welchem Wasseranfall eine Umleitung des Abwassers notwendig ist
- ob starke Grundwassereinbrüche vorgängig abzudichten sind
- ob seitliche Anschlüsse vorgängig verschlossen oder umgeleitet werden müssen.

Eine detaillierte Planung im Bereich der Wasserhaltung hilft nachträgliche finanzielle Überraschungen zu verhindern.

3.5.2 Schadensbehebung

Das Vorgehen bei der eigentlichen Hauptarbeit – bei der Schadensbehebung – ist je nach Systemwahl sehr unterschiedlich. Generelle Angaben zu den einzelnen Bautechniken sind in Kapitel 4 enthalten. Für die in der Schweiz angebotenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren können Einzelheiten zur Ausführung den Kurzbeschrieben des Kapitels 6 entnommen werden.

Im Gegensatz zum konventionellen Tiefbau sind bei der Ausführung von Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten verschiedene verfahrensbedingte Unterschiede zu beachten:

1. An der Ausführung sind normalerweise **mehrere Spezialfirmen** beteiligt wie z.B.
 - Kanalspüler
 - Roboterfirmen für Vorbereitungs- und Nacharbeiten
 - Spezialfirma zur eigentlichen Schadensbehebung
 - Kanalfernsehen zur Abnahme
 - Gegebenenfalls Tiefbaufirma
 - u.a.

Dieser Sachverhalt erfordert von der Bauleitung ein hohes Mass an Koordinationsarbeit. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die einzelnen Arbeitsgänge möglichst nahtlos hintereinander ausgeführt werden können.

2. Die verschiedenen Spezialfirmen sind meist nur während einer **kurzen Zeitdauer** auf dem Platz. Die Überwachung der Arbeiten durch die Bauleitung muss deshalb kontinuierlich erfolgen.
3. Es ist bereits während der Bauzeit durch geeignete Massnahmen sicherzustellen, dass die **Verantwortlichkeit** für die einzelnen Arbeitsschritte klar abgegrenzt ist. Damit können endlose Diskussionen bei Schadenfällen vermieden werden.



Diese Aufzählung zeigt, dass die Vorteile der grablosen Schadensbehebung, wie kurze Bauzeiten oder minimale Verkehrsbehinderungen, durch einen Mehraufwand im Organisationsbereich erkauft werden müssen. Die Wirtschaftlichkeit wird dadurch kaum beeinträchtigt.

3.5.3 Abschlussarbeiten

Der Stellenwert der Nebenarbeiten ist ähnlich wie derjenige der Vorarbeiten. Je nach Verfahren fallen folgende Abschlussarbeiten an:

- Auffräsen und dichtes Einbinden der seitlichen Anschlüsse
- Anpassungen in Kontrollschächten
- Hochdruckreinigung zur Vorbereitung der Abnahme.

Die für die verschiedenen Systeme notwendigen Abschlussarbeiten sind in den Verfahrensbeschrieben des Kapitels 6 aufgeführt.

Seitliche Anschlüsse

Das Wiederanschiessen seitlicher Anschlüsse von innen ist bei praktisch allen Reliningverfahren ein nur unbefriedigend gelöstes Problem. Bereits die **Lokalisierung** der Einläufe bietet nicht unbedeutende Schwierigkeiten. Bei Rohrstrangverfahren ohne Ringraum (z.B. U-Liner oder Nu-Pipe) und bei den Schlauchreliningverfahren können die Anschlüsse relativ leicht erkannt werden, da sich die Auskleidung in diesem Bereich ausbeult. Bei Reliningverfahren, deren Ringraum verdämmt wird, müssen die seitlichen Anschlüsse in der Regel exakt eingemessen werden.

Eher unproblematisch ist der **Auffräsvorgang**. Dafür stehen eine Vielzahl von Cuttern und Robotern zur Verfügung, die mit Hilfe des Kanalfernsehens ferngesteuert die gewünschte Öffnung in die Auskleidung fräsen.

Das schwächste Glied beim Wiederanschiessen ist das **dichte Einbinden** des seitlichen Anschlusses an die Auskleidung. Diese Massnahme ist insbesondere bei Sanierungen unterhalb des Grundwasserspiegels von ausschlaggebender Bedeutung. In der Folge sind einige Problemlösungen aufgezeigt:

- Auffräsen mit Kanalroboter und dichtes Einbinden durch Verspachteln oder Verpressen mit 2-Komponenten-Kunstharzen
- Verpressen des Anschlussbereiches mit Kunstharz mittels Spezialpackern
- Einbringen und Verkleben von vorfabrizierten Dichtungsmanschetten mit Hilfe von Kanalrobotern oder Spezialpackern
- Beim Kurzrohr-Relining können im Anschlussbereich vorgefertigte Anschlussrohre mit injizierbaren Dichtungsmanschetten positioniert werden.

Eine abschliessende Wertung der angebotenen Lösungen ist zur Zeit kaum möglich. Zwei Punkte sind festzuhalten: Die meisten Verfahren sind nicht ausgereift und alle sind teuer.

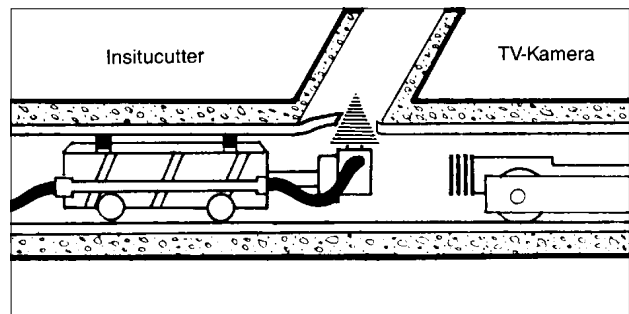


Abb. 3.17
Auffräsen des seitlichen Anschlusses mittels Cutter.

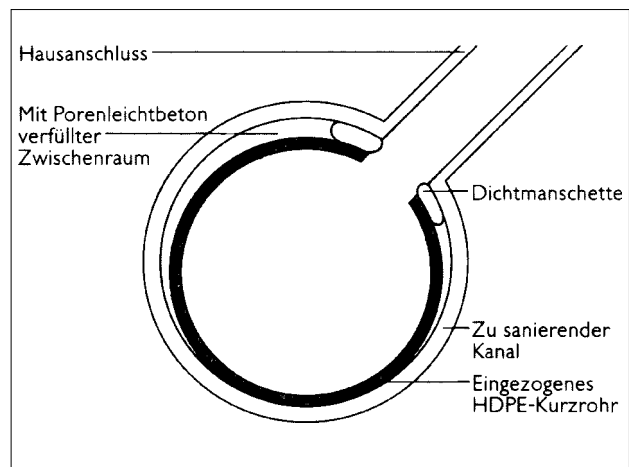


Abb. 3.18
Lösungsvorschlag zum Einbinden seitlicher Anschlüsse mit Dichtungsmanschetten beim Kurzrohr-Relining.

Kontrollschächte

Bei Kontrollschächten können folgende Nebenarbeiten anfallen:

- Dichtes Einbinden und Anpassen des Relinings im Bereich der Rohrenden
- Wiederherstellen und Anpassen der Durchlauf-rinnen
- Gegebenenfalls Rekonstruktion im Konus-bereich.

Die eigentliche Sanierung von Kontrollschächten z.B. durch Laminieren wird im Rahmen dieser Dokumentation nicht behandelt.

3.5.4 Qualitätskontrolle

Die während den Arbeiten erforderlichen Qualitätskontrollen sind stark vom gewählten System abhängig. Grundsätzlich sind die in der Angebotsbeilage angegebenen Systembeschreibungen und Materialdeklarationen mit den tatsächlich beim Einbau ermittelten Vorgängen und Materialkennwerten zu vergleichen und zu bewerten.

Beispiel 1

Bei örtlichen Instandsetzungen ist die Qualität der Ausführung nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung mit Hilfe des Kanalfernsehens zu überprüfen.

Beispiel 2

Beim Rohr- und Wickelrohr-Relining ist beispielsweise die rechnerisch ermittelte Einfüllmenge des Dämmmaterials mit dem tatsächlichen Verbrauch zu vergleichen. Das an der Austrittsöffnung austretende Material ist bezüglich Dichte, Schwindmass und Festigkeit zu überprüfen.

Beispiel 3

Beim Schlauch-Relining ist der Aushärtvorgang messtechnisch zu erfassen (Temperaturverlauf) und zu protokollieren. Nach der Aushärtung sind repräsentative Proben zu entnehmen und bezüglich Wandstärke, Biegezugfestigkeit und Elastizitätsmodul zu untersuchen.

Zur Abnahme zwingend vorgeschrieben sind Dichtigkeitsprüfungen. Für Dichtigkeitsprüfungen über eine oder mehrere Schachtdistanzen mit Wasser ist das Vorgehen in der SIA-Empfehlungen V 190 in Kapitel 11 eingehend beschrieben (Abb. 3.19). Bei Reliningverfahren ist bereits in der Ausschreibung festzulegen, ob die Dichtigkeitsprüfung vor oder nach dem Wiederanschliessen der seitlichen Anschlüsse zu geschehen hat.

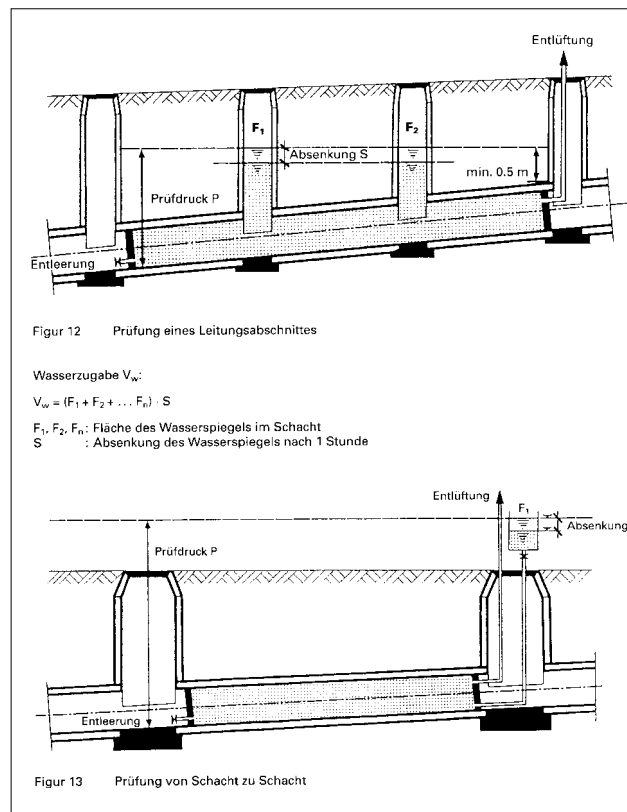


Abb. 3.19
 Dichtigkeitsprüfung mit Wasser nach der SIA-Empfehlung V 190.

Die partielle Prüfung beschränkter Leitungsabschnitte kann entweder mit Packern oder mit neu entwickelten pneumatischen Prüfgeräten erfolgen.

Die Dichtigkeitsprüfung mit Luft ist im Gegensatz zu anderen Ländern wie Österreich, Schweden oder den USA in der Schweiz nicht normiert. Sie bietet folgende Vorteile:

- Rasche und unkomplizierte Durchführung
- Druck unabhängig vom Leitungsgefälle
- In der Regel kein Umpumpen des Abwassers erforderlich (Rückstau)

Demgegenüber sind folgende Nachteile aufzuführen:

- Zwischen den normierten Prüfungen mit Wasser und den Prüfungen mit Luft besteht keine Korrelation.
- Bei der Prüfung mit Luft besteht aufgrund der Kompressibilität eine erhöhte Unfallgefahr

Bei nichtbegehbaren Kanalisationen ist eine abschliessende Kanalfernsehuntersuchung für die Abnahme in der SIA-Empfehlung V 190 zwingend vorgeschrieben. Der Untersuchungsbericht dient gleichzeitig als Grundlage für die Nachführung des Kanalkatasters.

ASTM C 828-90V:
Practice for low Pressure
Air Test of Vitrified Clay
Pipelines (4 to 12 in).
American Society of Testing and Materials.
Philadelphia 1990

*Abb. 3.20
USA-Norm zur Dichtigkeitsprüfung mit Druckluft*

4 Bautechniken

4.1	Allgemeines	55
------------	--------------------	-----------

4.2	Instandsetzung	58
4.2.1	Reparaturverfahren	59
4.2.2	Injektionsverfahren	61
4.2.3	Abdichtungsverfahren	61

4.3	Sanierung	62
4.3.1	Beschichtungsverfahren	63
4.3.2	Reliningverfahren	65
4.3.3	Montageverfahren	70

4.4	Erneuerung	70
4.4.1	Erneuerung in offener Bauweise	70
4.4.2	Erneuerung in geschlossener Bauweise	70

4 Bautechniken

4.1 Allgemeines

Bei der Beschreibung der verfügbaren Bautechniken im Bereich der nichtbegehbaren Kanalisationen wird in Anlehnung an das in Deutschland geltende Merkblatt M 143 «Inspektion, Instandsetzung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und -Leitungen» der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) mit den drei Begriffen

Instandsetzung – Sanierung – Erneuerung

gearbeitet. Diese auch in der Schweiz branchenüblichen Begriffe werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Bei begehbaren Kanalisationen mit Innendurchmessern von 800 mm und mehr können Instandsetzungs- und Sanierungsmassnahmen weitgehend mit konventionellen Baumethoden ausgeführt werden.

Bei nichtbegehbaren Kanalisationen mit Durchmessern unter 800 mm erfordern Massnahmen zur Schadensbehebung eigens dafür entwickelte Bautechniken (Abb. 4.1). Zur Zeit werden auf dem Schweizer Markt in diesem Bereich weit über 30 verschiedene Systeme angeboten. Einige wenige davon werden seit Jahrzehnten eingesetzt. Beim überwiegenden Teil fehlen aber Langzeiterfahrungen, die aussagekräftige Rückschlüsse auf deren Eignung ermöglichen würden. Einzelne der angebotenen Verfahren sind vorerst noch in der Erprobungsphase.

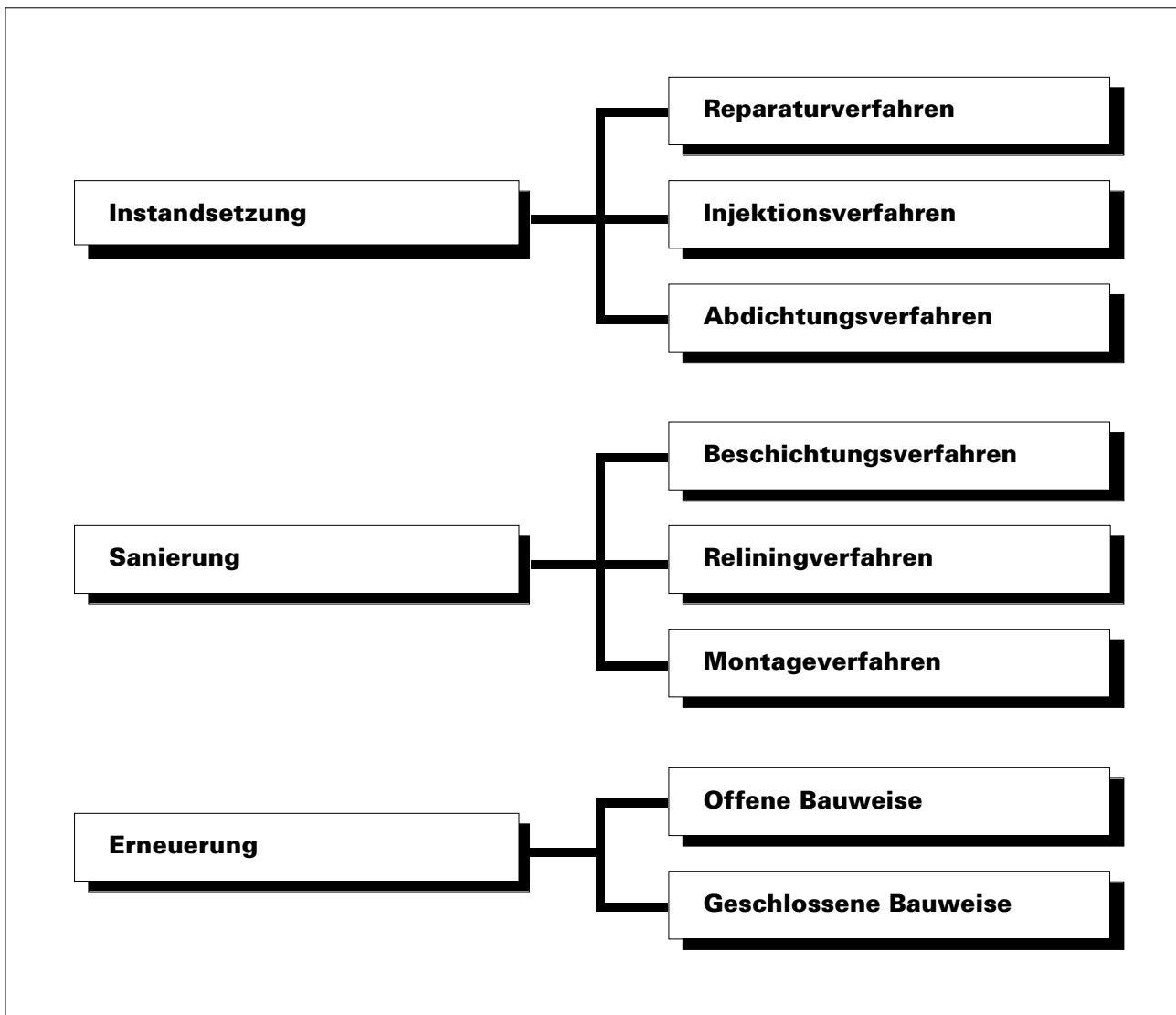


Abb. 4.1
Einteilung der Verfahren zur Schadensbehebung in Anlehnung an das ATV-Merkblatt M 143.

Die VSA-Richtlinie «Unterhalt von Kanalisationen» gibt einen summarischen Überblick über die heute angebotenen Verfahren und macht in Kapitel 8.2.1 «Allgemeine Hinweise» auf folgende Punkte aufmerksam, die bei der Anwendung dieser Verfahren zu beachten sind:

- Stand der Technik
- Beizug von Kanalisationsfachleuten und Spezialfirmen
- Kriterien für die Wahl des Sanierungsverfahrens
- Anschluss der Grundstückanschlussleitungen (Kanalanschluss)
- Vorarbeiten

Im Rahmen dieser Dokumentation wird die Verfahrensauswahl in Kapitel 5 dargestellt.

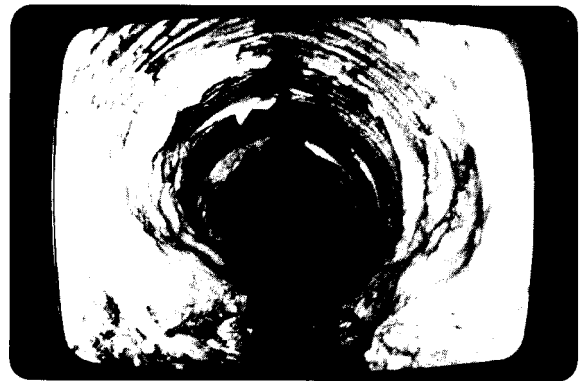
Ein Problemkreis, der zunehmend Sorge bereitet, ist der Bereich der Grundstückentwässerung. Dies aus zwei Gründen:

1. Obwohl der Baukostenanteil der Grundstückentwässerungen gegenüber dem Gesamtnetz klein ist, verursachen diese wegen ihres vielfach schlechten Zustandes den Grossteil des Fremdwasserzulaufes. Überdies kann durch defekte Grundstückentwässerungen Schmutzwasser in den Boden und gegebenenfalls in das Grundwasser austreten.
2. Das Wiederanschiessen bestehender Grundstückentwässerungen an sanierte Hauptkanalisationen ist nach wie vor ein Schwachpunkt aller angebotenen Sanierungsverfahren.

In den nachfolgenden Verfahrensbeschrieben kann das Problem der Grundstückentwässerungen wegen der Komplexität nur unvollständig behandelt werden.

VSA Verband Schweizerischer Abwasserfachleute
 ASPEE Association Suisse des Professionnels de l'Épuration des Eaux
 ASTEA Associazione Svizzera Tecnici Epurazione Acque

Unterhalt von Kanalisationen



Richtlinie für den Unterhalt von Leitungen und Anlagen der Kanalisation und der Grundstückentwässerung

Ausgabe 1992

Abb. 4.2
 Hinweise für die Anwendung von Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren sind in der VSA-Richtlinie «Unterhalt von Kanalisationen» zu finden.

4.2 Instandsetzung

Unter Instandsetzung werden Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes verstanden. In der Regel wird es sich um örtlich begrenzte Schäden handeln, die durch Alterung und Abnutzung an der Kanalisation entstanden sind.

Es wird nach folgenden Verfahrensgruppen unterschieden:

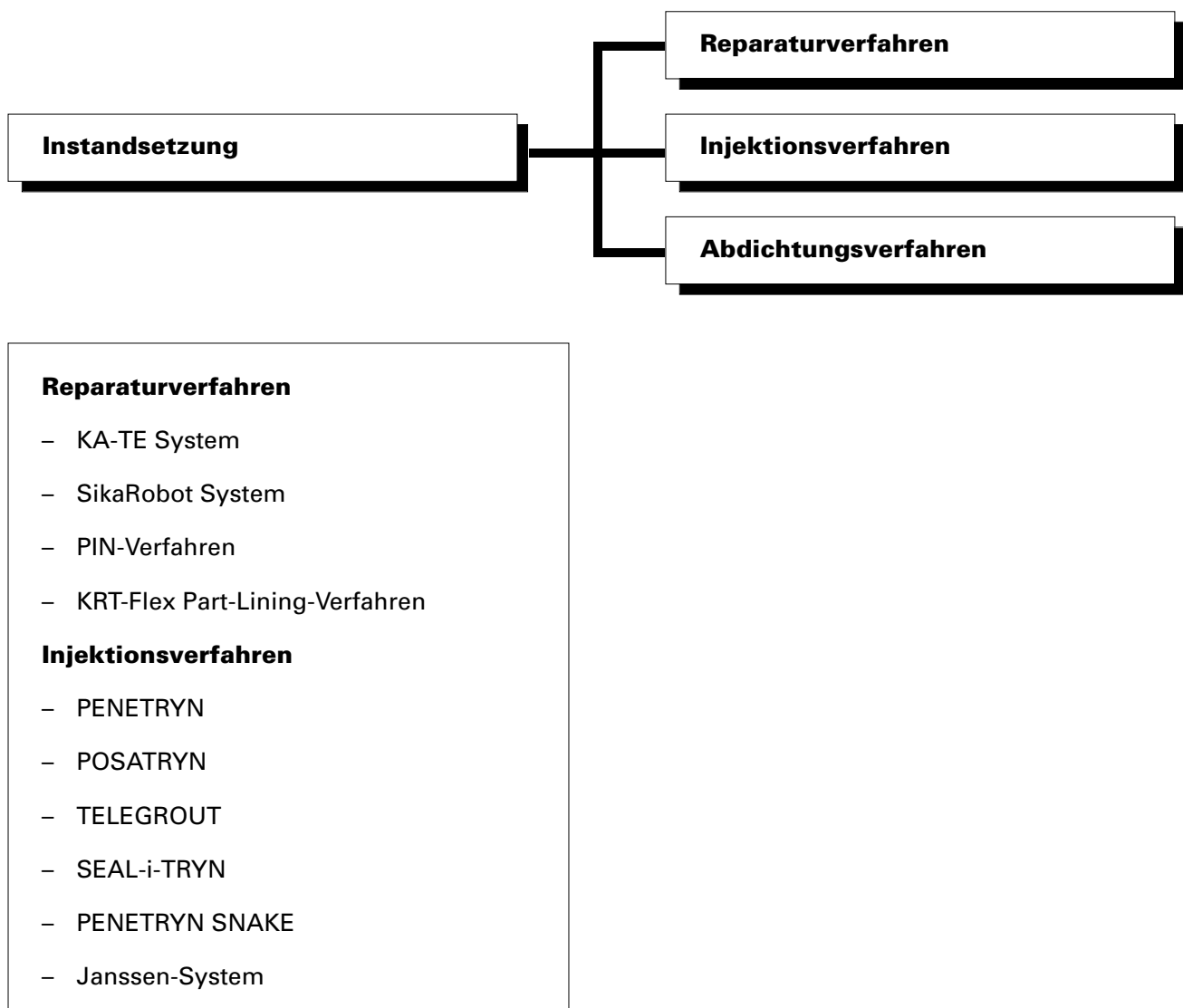


Abb. 4.3
Instandsetzungsverfahren, die in Kapitel 6 «Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe» eingehend erläutert werden.

4.2.1 Reparaturverfahren

Seit 1980 werden zur Behebung örtlich begrenzter Schäden der verschiedensten Art **Kanalroboter** eingesetzt. Diese Verfahrensweise gewinnt seither zunehmend an Bedeutung. Der Anwendungsbereich ist breit gefächert und umfasst unter anderem auch eine Vielzahl an Vor- und Abschlussarbeiten bei Sanierungen nach dem Reliningverfahren.

Die Roboter werden über den nächstliegenden Kontrollschacht in den defekten Kanalabschnitt eingeführt und vom Operateur im Einsatzfahrzeug mit Hilfe des Kanalfernsehens an die einzelnen Schadstellen gefahren. Die Behebung der Schäden erfolgt mit Spezialgeräten, die in der Lage sind, unterschiedlichste Arbeitsgänge wie Fräsen, Bohren, Injizieren, Spachteln, Schleifen und andere auszuführen. 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).

Die Kanalisation erfährt in der Regel keine Querschnittsverengung. Je nach Arbeitsvorgang und Wasseranfall muss die Kanalisation umgeleitet werden.

Ebenfalls zu den Reparaturverfahren gehören Systeme, mit denen örtlich begrenzte, nicht mehr tragfähige Leitungsabschnitte durch Auskleiden mit **Innenmanschetten** stabilisiert werden. Dazu werden mit Kunstharz getränkte Glasfasermanschetten eingesetzt, die mit Spezialpackern über der Schadstelle platziert werden und dort aushärten.

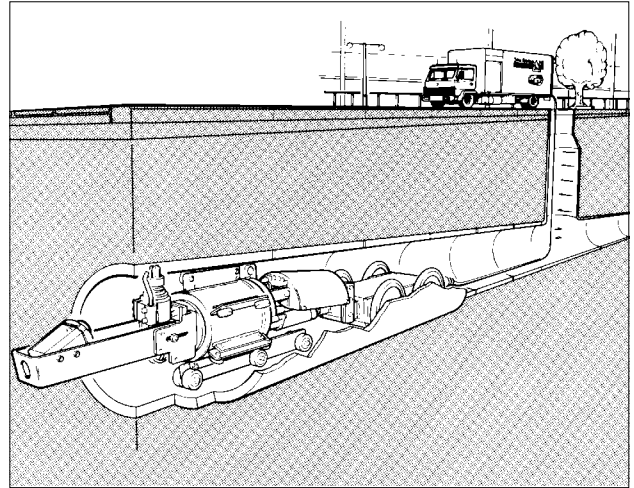


Abb. 4.4
Instandsetzung durch Reparatur mittels Kanal-Roboter.

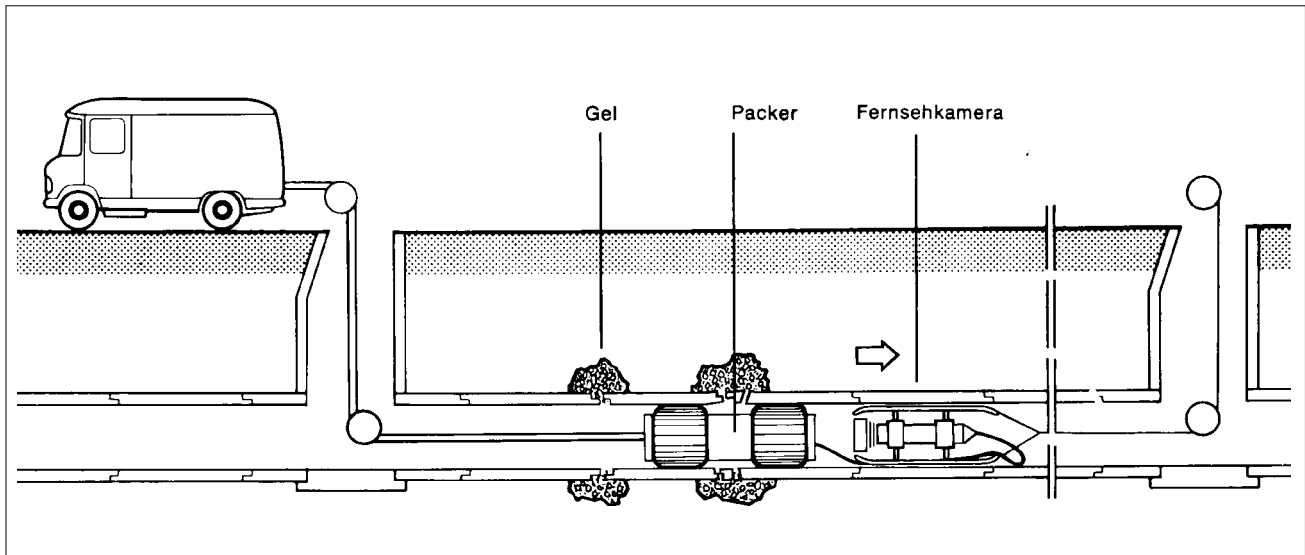


Abb. 4.5
Abdichtung im Muffenbereich mit Packer und Acrylgel (CUES).

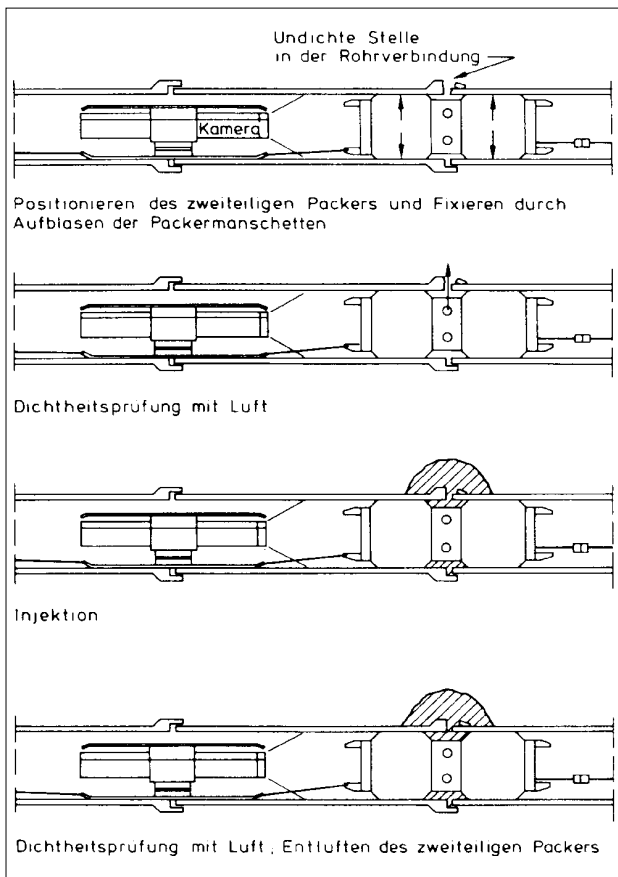


Abb. 4.6
Injektions-Packer für unterschiedliche Leitungsdurchmesser und -formen.

Abb. 4.7
Arbeitsablauf PENETRYN/ POSATRYN-Verfahren

4.2.2 Injektionsverfahren

Die heute eingesetzten Injektionsverfahren dienen beinahe ausschliesslich zur Behebung lokaler Undichtigkeiten wie sie in den Muffenbereichen und bei Querrissen häufig anzutreffen sind. Die Abdichtung erfolgt mit sogenannten **Packern** – Spezialgeräten mit zwei aufblasbaren Dichtungsmanschetten und einem starren oder flexiblen Mittelteil. Diese werden mit Hilfe des Kanalfernsehens über der Schadstelle platziert. Nach vorgängiger Dichtigkeitsprüfung wird im selben Arbeitsgang ein Kunstharz in den undichten Bereich gepresst. Abschliessend wird die Schadstelle, ohne den Packer in der Lage zu verändern, erneut auf Dichtigkeit geprüft. Das Abdichten mit Packern hat keine Querschnittsreduktion zur Folge. In der Regel ist ein Umleiten der Kanalisation nicht zwingend notwendig.

Die angebotenen Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen in den eingesetzten Packertypen und in den verwendeten Kunstharzen. In der Regel werden Injektionsmittel auf der Basis von Acrylharz oder Polyurethan eingesetzt, die zu elastischen Gelen auspolymerisieren.

Durch den Einsatz spezieller Packertypen ist auch das Abdichten von Grundstückentwässerung auf ihrer gesamten Länge möglich.

Das Abdichten mit Packern und Zwei-Komponenten-Kunstharzen wird in der Schweiz seit 1972 auf breiter Basis mit gutem Erfolg praktiziert. Dass die Anwendung zur Zeit rückläufig ist, beruht im wesentlichen auf zwei Gründen:

1. Die Diskussion über die Umweltverträglichkeit – insbesondere beim Einsatz in Grundwasserschutzgebieten – hat bei den Auftraggebern zu einer Verunsicherung geführt. Die Anbieter sind heute aber in der Lage, Produkte anzubieten, deren Umweltverträglichkeit gewährleistet ist (z.B. Ersatz von Acrylamiden durch Acrylate und Polyurethane). Überdies wird durch maschinentechnische Vorkehrungen sichergestellt, dass keine Einzelkomponenten in den Boden bzw. das Grundwasser gelangen können.

2. Das Verfahren wurde im Sinne eines Allheilmittels in Situationen verwendet, für die es nicht geschaffen war. Die Abdichtung mit Zwei-Komponenten-Kunstharzen wie Acrylgelen ist eine Instandsetzungs- und keine Sanierungsmassnahme.

Ein technisch und wirtschaftlich sinnvoller Einsatz des Verfahrens ist im Bereich des Unterhaltes nach wie vor gegeben, wenn u.a. folgende Randbedingungen erfüllt sind:

- Keine Beeinträchtigungen der Rohrstatik
- Keine starken Grundwasserströme
- Verwendung umweltverträglicher Produkte
- Prüfen und Abdichten aller Muffen eines Leitungabschnittes
- Periodische Überwachung.

Neben den Packerverfahren werden auf dem Markt **Füllverfahren** angeboten. Bei diesen in der Anwendung problematischen Systemen werden ganze Kanalabschnitte abgetrennt und nacheinander mit den Einzelkomponenten des Injektionsgutes gefüllt. Die beiden Komponenten fliessen nacheinander durch undichte Stellen ins Erdreich und bilden dort ein wasserdichtes Hartgel.

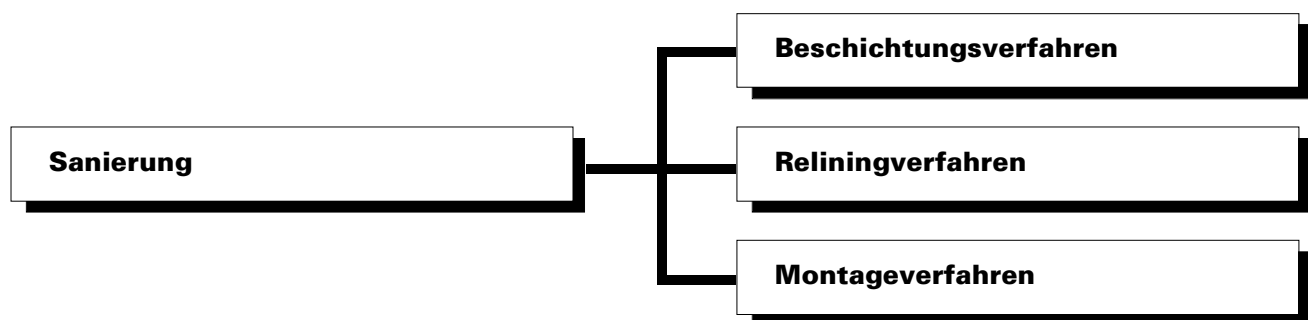
4.2.3 Abdichtungsverfahren

Abdichtungen mit Schrumpfmuffen von aussen wie auch von innen mit Dichtstoffen oder Dichtungsmanschetten werden ausschliesslich im Bereich der Versorgungsleitungen (Gas/Wasser) angewendet. Das Abdichten von Kanalisationen mit Oberflächenbehandlungen unter Verwendung unterschiedlichster Produkte beschränkt sich auf den begehbaren Bereich.

4.3 Sanierung

Sanierungen sind Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes an schadhaften Kanalisationen durch deren technische Veränderung unter Erhalt der Substanz, d.h. unter Einbezug des bestehenden Rohres. Ziel der Sanierung ist, eine Leitung zu erhalten, die bezüglich Leistungsfähigkeit und Lebensdauer annähernd einem Neubau entspricht. Sanierungen kommen bei örtlich begrenzten, wiederholt auftretenden oder bei umfangreichen Schäden zur Anwendung.

Es werden folgende Verfahrensgruppen unterschieden:



Beschichtungsverfahren

- ELIT-OR

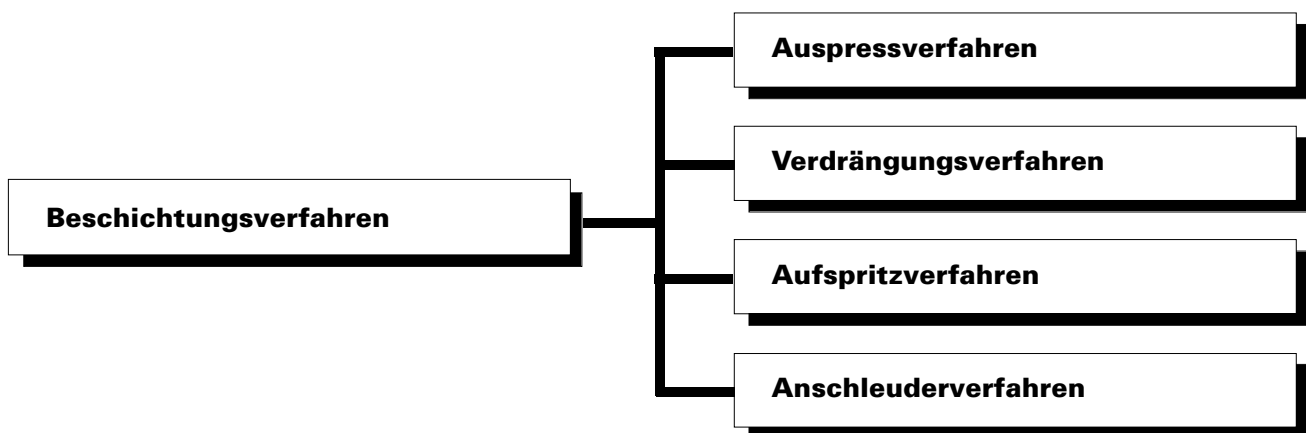
Reliningverfahren

- U-Liner
- NuPipe
- RIB-LOC
- ERSAG SR-System
- INSITUFORM-Relining
- Insitu-Lining
- Flex-KRT-System
- KM-Inliner
- PHOENIX-Relining
- SOFTLINING
- SikaRoboLiner 10

*Abb. 4.8
Sanierungsverfahren, die in Kapitel 6 «Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe» eingehend erläutert werden.*

4.3.1 Beschichtungsverfahren

Die verschiedenen Beschichtungsverfahren unterscheiden sich bezüglich Schichtdicke, Beschichtungsmaterial und Art des Beschichtungsvorganges. Bei der Beschichtung nichtbegehrbarer Kanalisationen steht das **Anschleuderverfahren** im Vordergrund.



Bis in die achtziger Jahre wurden in der Schweiz Kanalisationen mit Zementmörtel in Schichtdicken zwischen ein und fünf Millimeter beschichtet (Abb. 4.9). Das mit zahlreichen Nachteilen behaftete Verfahren ist im Kanalisationsbereich praktisch vollständig durch die verschiedenen Relining-Verfahren verdrängt worden.

Inzwischen werden verschiedentliche Anstrengungen unternommen, Kanalisationen mit Kunstharzen wie z.B. ungeschäumtem Polyurethan zu beschichten. Dieses wird mit einer Schichtdicke von 6 bis 10 Millimeter im Anschleuderverfahren aufgetragen. Langzeiterfahrungen liegen keine vor.

Bei allen Beschichtungsverfahren wird die Nennweite um die doppelte Schichtdicke reduziert. Die Kanalisation muss in jedem Fall während der Beschichtungs- und Erhärtungsphase umgeleitet werden. Anschlüsse von Grundstückentwässerungen sind nach der Beschichtung durch geeignete Massnahmen von innen oder von aussen vollständig durchgängig zu machen.

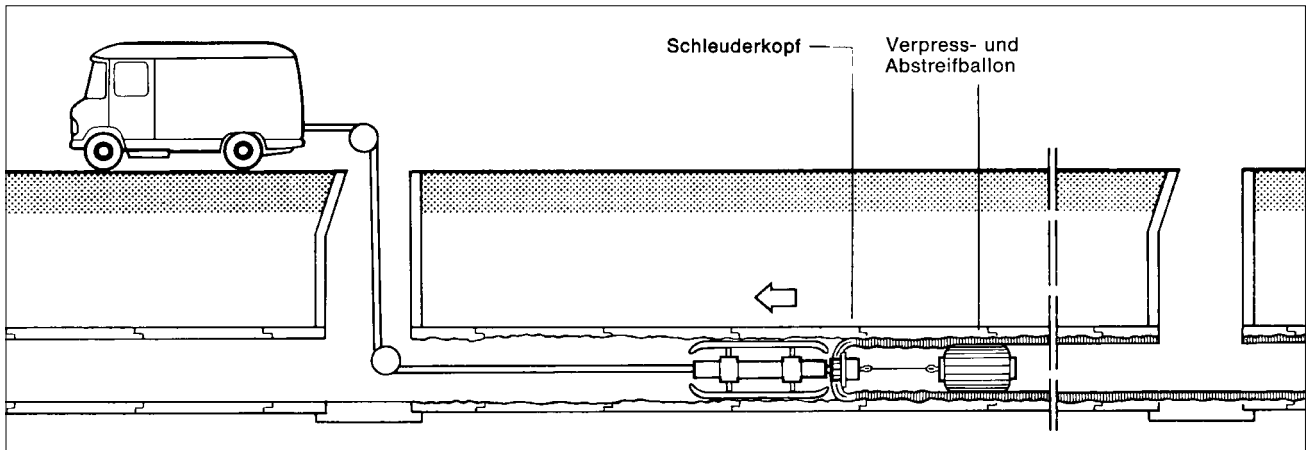


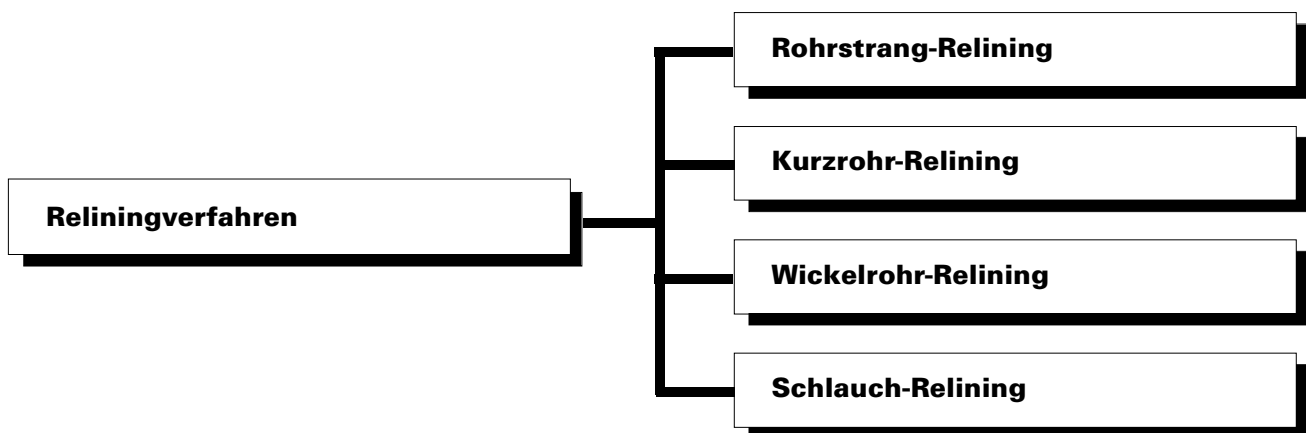
Abb. 4.9
Beschichtung mit Zementmörtel.

4.3.2 Reliningverfahren

Mit Relining wird das abschnittsweise Einbringen von Rohren in die bestehenden Kanalisationen bezeichnet. Es kann sich dabei um handelsübliche oder um an Ort und Stelle in Spezialverfahren hergestellte Rohre handeln.

Bei allen Relining-Verfahren muss eine mehr oder minder grosse Querschnittsverengung in Kauf genommen werden. Die Kanalisation ist grundsätzlich während der Relining-Arbeiten umzuleiten. Das Wiederanschiessen bestehender Grundstückentwässerungen nach der Sanierung der Hauptleitung ist bei allen angebotenen Verfahren ein Schwachpunkt. Die Anschlüsse müssen entweder aufgedrungen und von aussen neu angeschlossen oder von innen aufgefräst und mit geeigneten Massnahmen abgedichtet werden.

Relining-Verfahren werden nach folgenden Verfahrensgruppen unterschieden:



Bei der ältesten Form des Relinings – unter der Bezeichnung **Rohrstrang-Relining** oder Slip-Relining bekannt – wird der schadhafte Leitungsabschnitt durch Einziehen eines entsprechend langen Stranges aus fabrikmässig hergestellten und untereinander verschweissten Kunststoffrohren saniert (Abb. 4.10). Für das Einziehen des Rohrstranges ist eine Baugrube erforderlich, deren Ausmass durch die Dimension des Rohres und die Verlegetiefe bestimmt wird. Der Ringraum zwischen Auskleidung und bestehender Leitung muss mit speziell dafür entwickelten hydraulisch abbindenden Dämmern verfüllt werden.

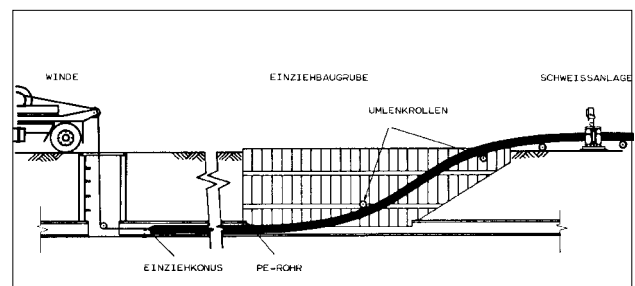


Abb. 4.10
Einziehen des Rohres beim Rohrstrang-Relining.

Bei verschiedenen Neuentwicklungen wird das Entstehen eines Ringraumes dadurch vermieden, dass der Kunststoffstrang vor dem Einbringen im Querschnitt verformt wird. Die endgültige Querschnittsform wird bei diesen Close-Fit- oder **Verformungsverfahren** erst nach dem Einziehen mittels Dampfdruck und/oder Molchen hergestellt. Die Auskleidung legt sich dadurch eng an die bestehende Rohrwandung an. Die Querschnittsreduktion bleibt minimal.

Beim **Kurzrohr-Relining** werden Kunststoffrohre mit einer Länge von weniger als einem Meter taktweise in die sanierungsbedürftige Leitung eingezogen oder -geschoben (Abb. 4.12). Die Verbindung der Rohre untereinander geschieht mittels Steck-, Schraub- oder Schweissmuffen. Der Einbringvorgang kann über bestehende Kontrollschächte erfolgen. Der Ringraum muss wie beim Rohrstrang-Relining mit Dämmern verfüllt werden.

Beim **Wickelrohr-Relining** wird im Kontrollschacht aus einem endlosen Kunststoff-Stegprofil ein kreisförmiges Spiralrohr gewickelt und gleichzeitig in den sanierungsbedürftigen Abschnitt eingeschoben (Abb. 4.13). Die Verbindung der einzelnen Rohrwindungen untereinander erfolgt mittels Schnappverschlüssen, die zusätzlich kalt oder warm miteinander wasserdicht verklebt oder verschweisst werden. Der Ringraum zwischen Wickelrohr und bestehender Leitung muss abschliessend verdämmt werden.

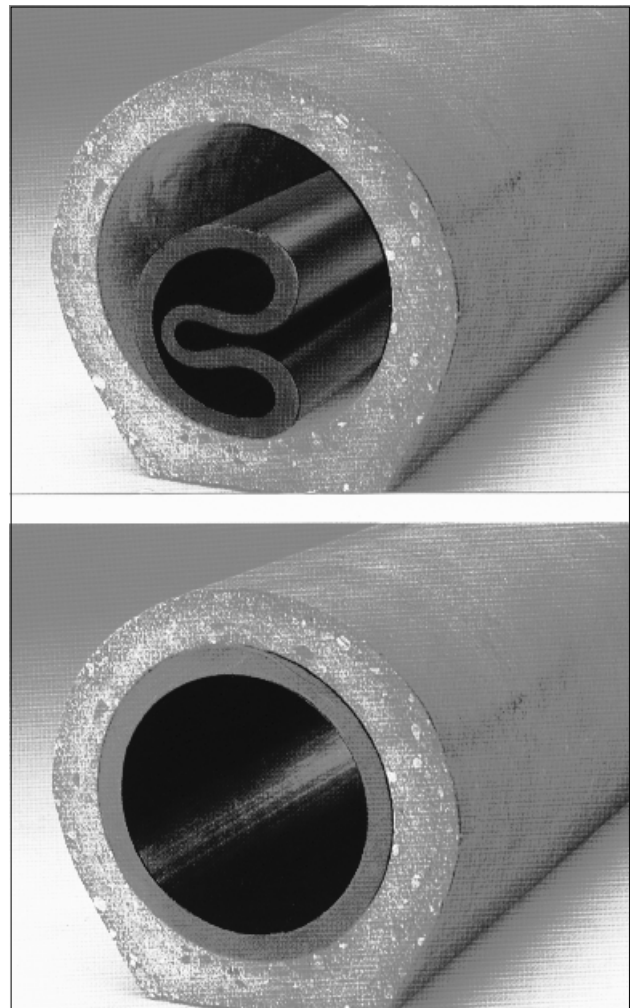


Abb. 4.11
Relining nach dem Verformungsverfahren.
PE-Rohr vor und nach dem Aufweiten.

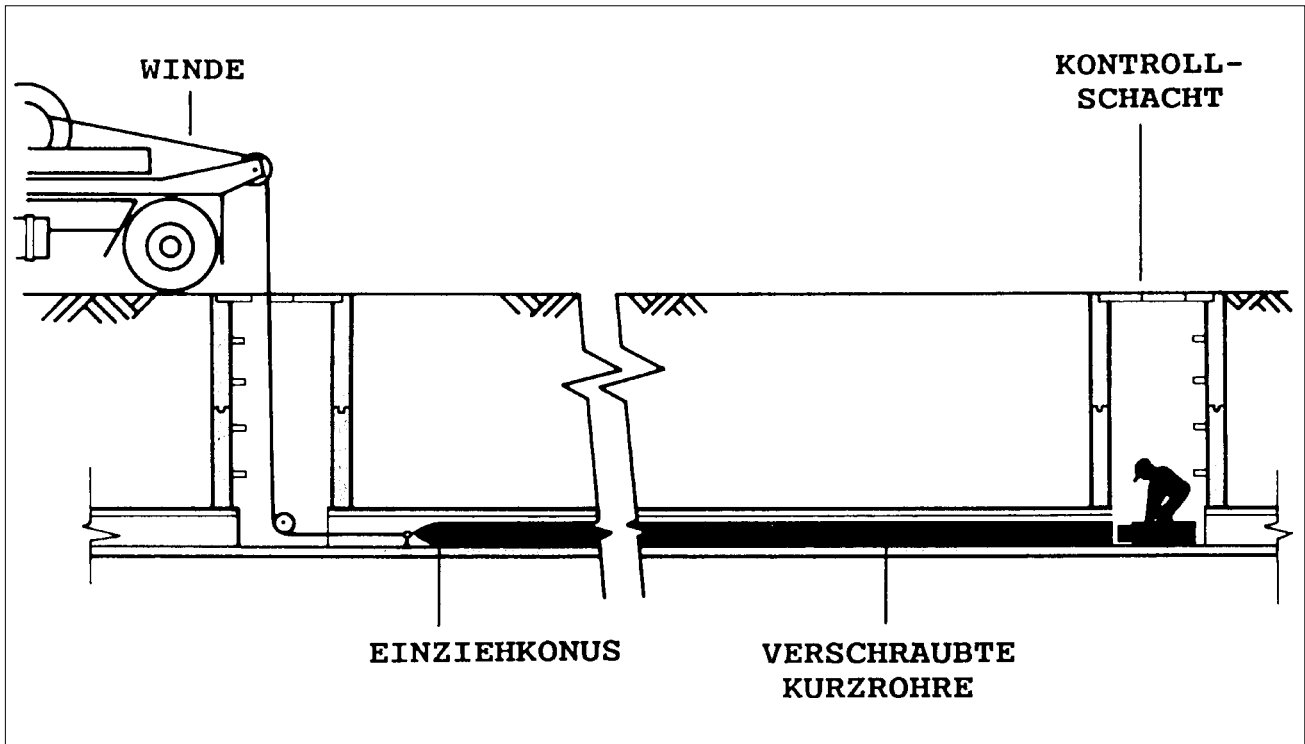


Abb. 4.12
Einziehen von Kurzrohren mit Schraubmuffen.

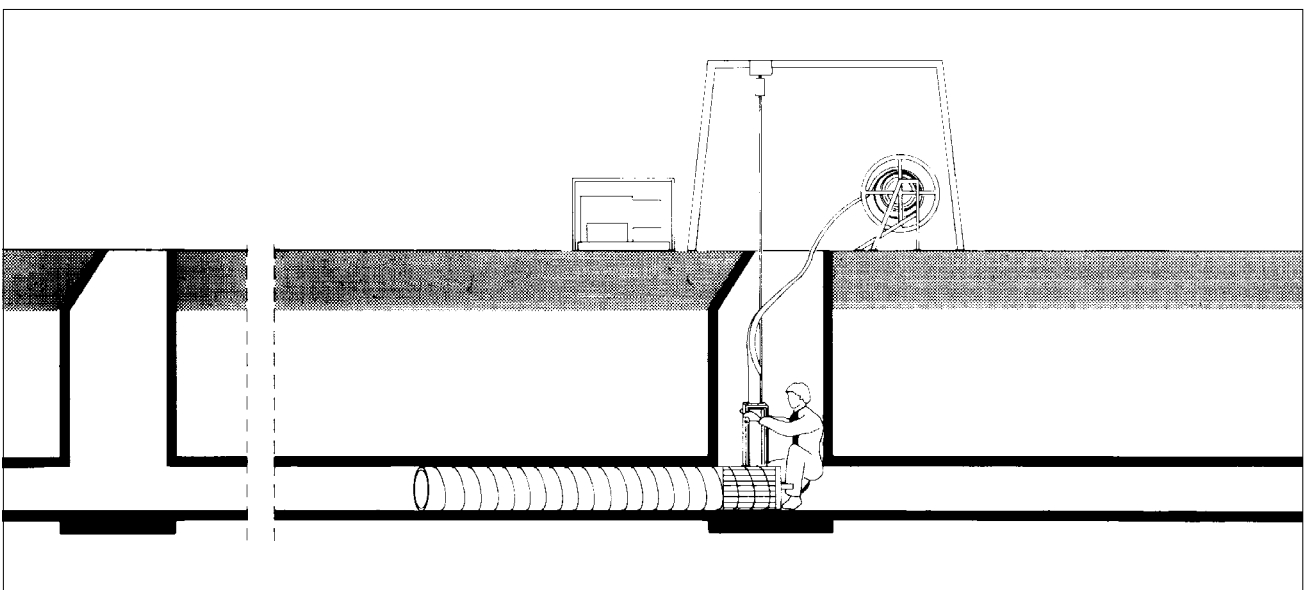


Abb. 4.13
Wickeln und Vorschieben des Spiralrohres beim Wickelrohr-Relining.

Im Gegensatz zu den erwähnten Rohr-Relining-Verfahren, bei denen bereits polymerisierte Werkstoffe eingesetzt werden, wird beim **Schlauch-Relining** das Rohr an Ort und Stelle (in situ) hergestellt. Dazu wird ein mit Kunstharz getränkter Trägerschlauch aus Filz, Glasvlies oder -Gewebe über einen Kontrollschacht in die sanierungsbedürftige Leitung eingebracht und dort unter Druck zu einem selbsttragenden Rohr ausgehärtet. Dadurch entsteht eine muffenlose eng am bestehenden Rohr anliegende Auskleidung ohne Ringraum. Das Durchflussprofil wird nur unwesentlich beeinträchtigt.

Die angebotenen Systeme unterscheiden sich in folgenden Punkten:

Werkstoffe	Polyesternadelfilze, Acrylfilze, Glasvliese und Glasgewebe zusammen mit Kunstharzen wie Polyester-, Epoxid- und Vinylesterharze.
Einbringen	Durch Inversieren (Umstülpen) oder Einziehen und Ausweiten des Schlauches.
Druckmedien	Luft, Dampf, Wasser.
Aushärtung	Mit Hilfe von Heisswasser, Dampf, elektrischer Widerstandsheizung oder UV-Licht.

Einzelne der angebotenen Systeme eignen sich auch zur Sanierung von Grundstückentwässerungen.

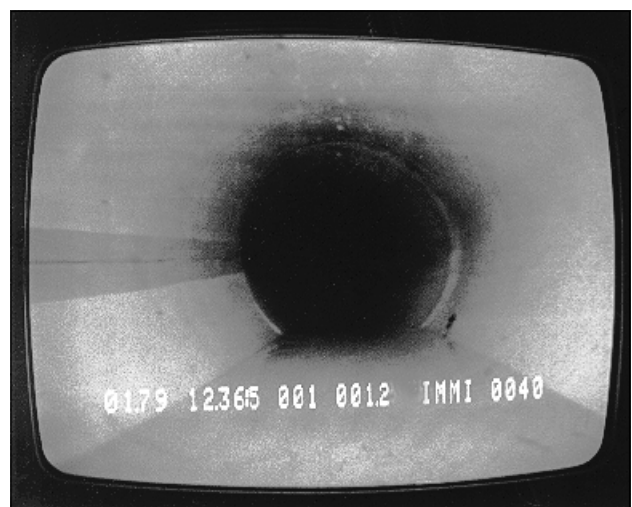
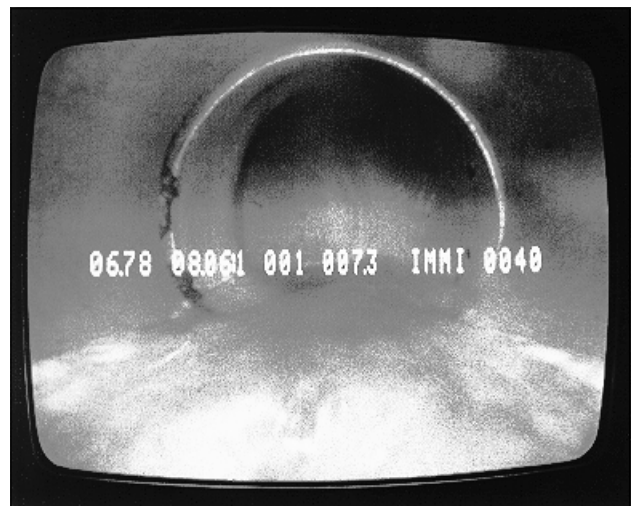


Abb. 4.14
Kanalisation NW 400 mm vor und nach der Auskleidung mit einem Schlauch-Relining (Ausführung Januar 1979).

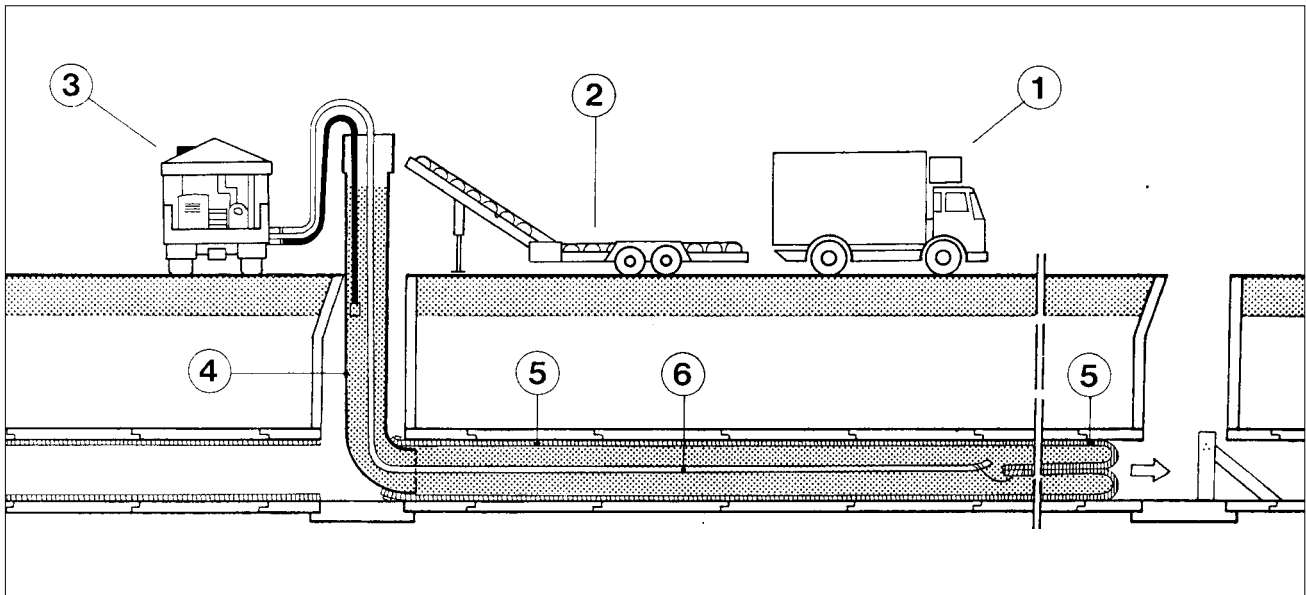


Abb. 4.15
Schlauch-Relining im Inversionsverfahren mit Kühlwagen (1), Förderband (2), Pump- und Heizaggregat (3), Inversionsrohr mit Umlenkbogen (4), mit Kunstharz getränkter Filzschlauch (5) und Heisswasserschlauch (6).

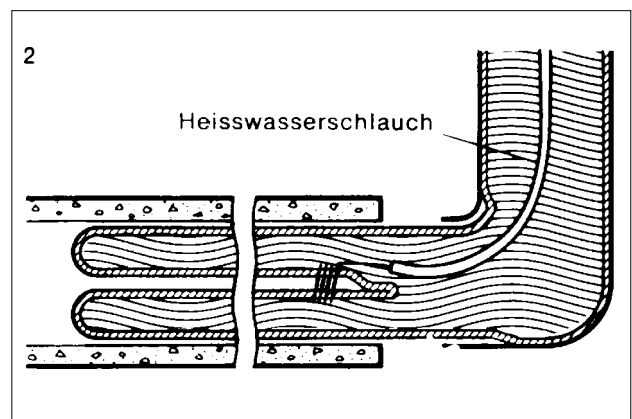
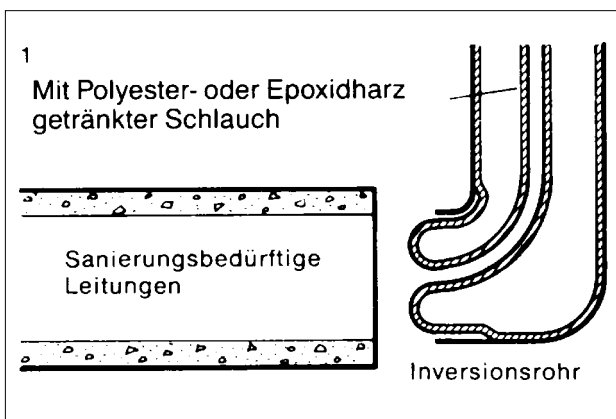


Abb. 4.16
Einleitung des Inversionsvorganges durch Füllen des Inversionsrohres mit Wasser.

Die Querschnittsverengung bleibt beim Schlauch-Relining minimal und entspricht der doppelten Wandstärke der Auskleidung. Während des Einbring- und Aushärtvorganges muss die Kanalisation umgepumpt werden. Das Wiederanschlüssen von Grundstückentwässerungen erfolgt in der Regel durch Auffräsen und Anpassen mit Kanalrobotern. Dabei wird der Anschluss zwischen Hauptkanal und Grundstückentwässerung vor allem dann zu einem Problem, wenn die Leitungen ganz oder teilweise im Grundwasser liegen. In diesen Fällen ist ein dichtes Einbinden des seitlichen Anschlusses unbedingt erforderlich.

4.3.3 Montageverfahren

Das Auskleiden von Kanalisationen im Montageverfahren beschränkt sich auf begehbare Querschnitte. Bei diesen Verfahren wird der sanierungsbedürftige Kanalabschnitt mit vorfabrizierten Elementen ausgekleidet. Dies kann über den gesamten Querschnitt als Vollauskleidung oder nur über gefährdete Zonen als Teilauskleidung erfolgen.

4.4 Erneuerung

Unter Erneuerung werden Massnahmen verstanden, bei denen ein neu erstellter Leitungsabschnitt die Funktion der alten schadhaften Kanalisation übernimmt. Dies kann in offener oder geschlossener Bauweise erfolgen.

4.4.1 Erneuerung in offener Bauweise

Die Erneuerung in offener Bauweise, d.h. durch Ausheben von Leitungsgräben, entspricht einem konventionellen Neubau und wird in der Folge nicht weiter behandelt.

4.4.2 Erneuerung in geschlossener Bauweise

Die Erneuerung in geschlossener Bauweise kann entweder im Bereich der bestehenden Leitung durch Auswechslungen erfolgen oder als Neubau mit neuer Leitungsführung ausgeführt werden.

Beim **Berst-Relining** wird mit Hilfe eines Seiles ein Verdrängungskörper durch den schadhaften Leitungsabschnitt geführt (Abb. 4.17). Dabei wird das bestehende Rohr zertrümmert, aufgeweitet und im selben Arbeitsgang eine neue Rohrleitung mit gleicher oder grösserer Nennweite eingezo-gen. Der Berstvorgang kann statisch oder dynamisch erfolgen.

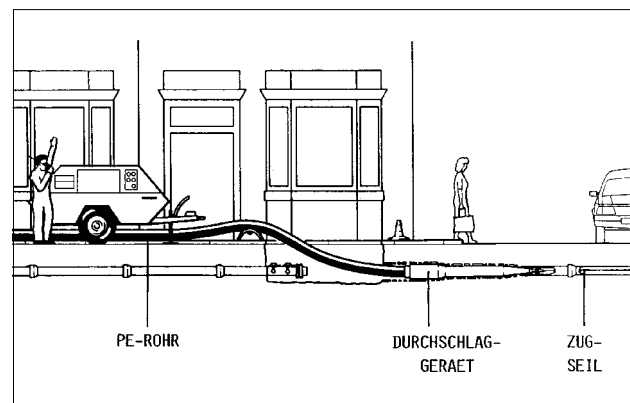


Abb. 4.17
Erneuerung durch Einziehen eines Rohres im Berst-Relining-Verfahren.

Die Anwendung des Berstverfahrens im Kanalisationsbereich beschränkt sich auf nichttarmierte Beton- und Steinzeugrohre, die nicht oder nicht vollständig in Beton verlegt sind. Zu parallel laufenden oder querenden Ver- und Entsorgungsleitungen muss ein genügender Sicherheitsabstand vorhanden sein. Anschlüsse von Grundstückentwässerungen müssen aufgedigelt und von außen neu angeschlossen werden.

Ein weiteres Verfahren, bei dem der schadhafte Leitungsabschnitt miteinbezogen wird, ist das **Überfahren**. Bei diesem auch unter den Bezeichnungen Fräs-Relining oder Pipe-Eating bekannten System kann der Rohrquerschnitt beibehalten oder gegebenenfalls auch erweitert werden. An-

stelle von Berstkörpern werden ferngesteuerte Vortriebsmaschinen wie bei den Microtunneling-Verfahren verwendet. Das bestehende Rohr dient dabei als Führung. Grundstückanschlüsseleitungen müssen aufgedigelt und neu angeschlossen werden.

Mit Hilfe des **Microtunneling-Verfahrens** können schadhafte Leitungen in neuer Leitungsführung ersetzt werden. Dabei wird ein Schutz- bzw. Produkterohr ferngesteuert aus einer Startgrube in Richtung Zielgrube vorgetrieben (Abb. 4.18). Die einzelnen Systeme unterscheiden sich im wesentlichen in der Art und Weise wie das Rohr vorgetrieben wird (Pilotrohr-, Pressrohr- und Schildvortriebsverfahren).

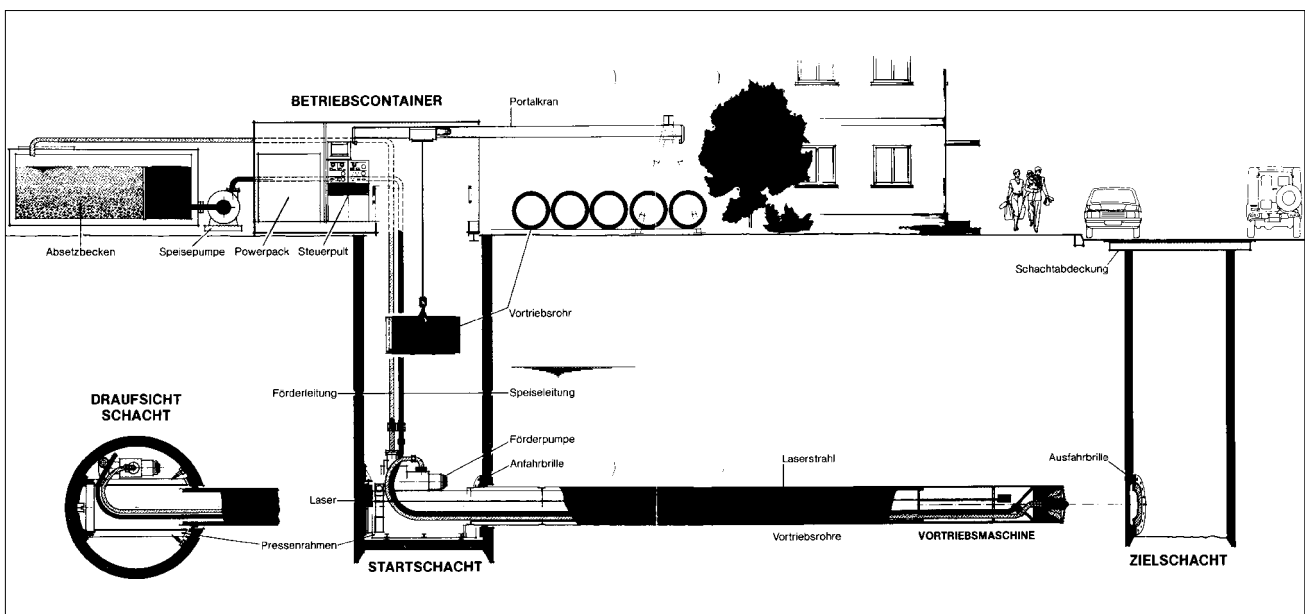


Abb. 4.18

Beim Microvortrieb werden Leitungen in geschlossener Bauweise mit neuer Leitungsführung erneuert.

5 Verfahrens-Auswahl

5.1	Vorgehen	75
5.2	Wirtschaftlichkeit	78

5 Verfahrens-Auswahl

5.1 Vorgehen

Die Wahl des technisch und wirtschaftlich optimalen Verfahrens zur Schadensbehebung erfolgt in der Regel in zwei Phasen:

In einer **ersten Phase** muss aufgrund der bei der Zustandserfassung und -beurteilung gewonnenen Erkenntnisse entschieden werden, ob die betreffenden Leistungsabschnitte instandgesetzt, saniert oder erneuert werden sollen. Die im wesentlichen von erhaltungsstrategischen Gesichtspunkten geprägten Überlegungen werden von verschiedenen Einflussgrössen bestimmt:

- Art und Umfang der Schäden
- Hydraulische Verhältnisse und Auslastung
- Gewünschte Nutzungsdauer der Massnahme
- Wirtschaftlichkeit.

Im Merkblatt M 143 Teil 1 der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) ist der Ablauf des Entscheidungsprozesses zur Wahl der geeigneten Verfahrensgruppe (Instandsetzung, Sanierung, Erneuerung) klar dargestellt (Abb. 5.1).

Ist der erste Grundsatzentscheid getroffen, so muss in einer **zweiten Phase** die geeignete Bautechnik ermittelt werden. Dabei sind neben den bereits erwähnten Einflussgrössen eine Vielzahl zusätzlicher Faktoren zu berücksichtigen:

- Boden- und Grundwasserverhältnisse
- Verlauf der Kanalisation in Situation und Längenprofil
- Rohrmaterial und Querschnittsform
- Anzahl, Lage und Zustand der seitlichen Anschlüsse
- u.a.

Tabellarische Übersichten (Abb. 5.2) können als Hilfsmittel benützt werden; in der Praxis dürfen die Entscheidungen jedoch in den wenigsten Fällen nach einem vorbestimmten Schema getroffen werden. Es ist die Aufgabe des unabhängigen Bauberaters in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber und den entsprechenden Spezialfirmen für jeden Einzelfall eine massgeschneiderte Problemlösung zu ermitteln.

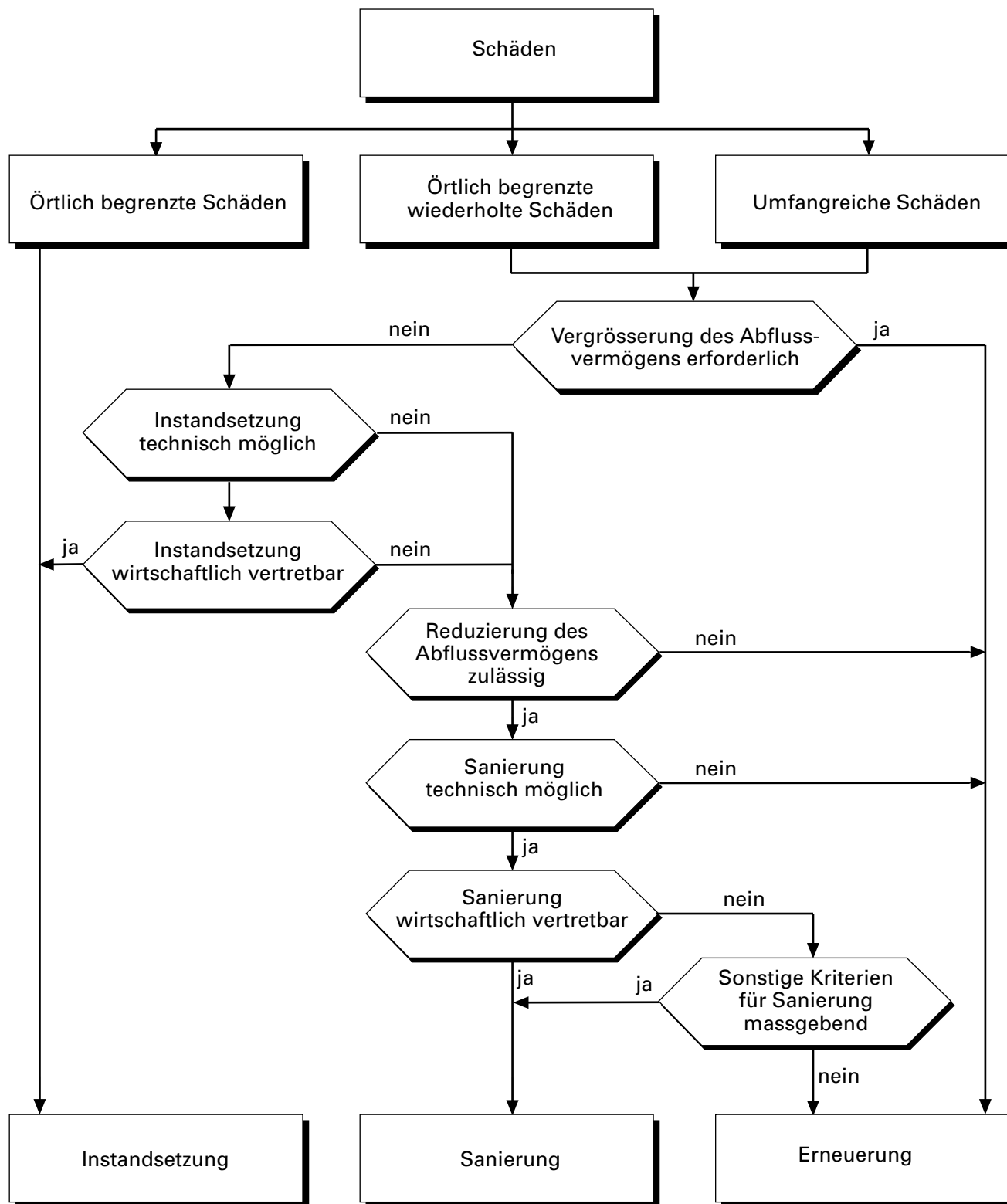


Abb. 5.1
Ablauf des Entscheidungsprozesses zur Wahl der geeigneten Verfahrensgruppe (Instandsetzung, Sanierung, Erneuerung).

Übersicht über Schadenbilder und Bautechniken	Instandsetzung			Sanierung			
	Fräsen/Bohren	Kanalroboter	Packer-Injektionen	Beschichtung	Kurzhrohr-Relining	Wickelhrohr-Relining	Schlauch-Relining
Geeignet ●							
Bedingt geeignet ■							
Nicht geeignet ▲							
Schadenbilder							
Rohrwandung							
– Querrisse (radial)	▲	●	■	■	●	●	●
– Längsrisse (axial)	▲	●	▲	■	●	●	●
– Undichtigkeiten	▲	■	▲	■	●	●	●
– Abplatzungen	▲	■	▲	●	●	●	●
– Korrosion	▲	▲	▲	●	●	●	●
– Scherbenbildung	▲	■	▲	▲	●	●	■
Rohrquerschnitt							
– Wurzeleinwuchs	●	●	▲	▲	▲	▲	▲
– Fremdkörper	●	●	▲	▲	▲	▲	▲
– Ablagerungen	●	●	▲	▲	▲	▲	▲
Rohrverbindungen							
– Undichtigkeiten	▲	●	●	▲	■	■	■
– Muffenspalt offen	▲	●	■	▲	■	■	■
– Muffen beschädigt	▲	●	▲	▲	■	■	■
– Muffen versetzt	■	■	▲	▲	▲	▲	▲
Seitliche Anschlüsse							
– Mangelhaft verputzt	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲
– Zurückversetzt	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲
– Vorstehend	■	●	▲	▲	▲	▲	▲
– Undichtigkeit	▲	●	■	▲	▲	▲	▲

Abb. 5.2
Hinweise zur Wahl der Bautechnik aufgrund der Schadenbilder.

5.2 Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftliche Überlegungen bestimmen mit, ob und nach welchem Verfahren die Schadensbehebung zu erfolgen hat. Dabei werden beispielsweise die Gesamtkosten einer Sanierung mit denjenigen einer Erneuerung in offener Bauweise (Neuverlegung) verglichen. Massgebende Faktoren sind dabei die Investitionskosten, der Kapitaldienst und die mutmassliche Nutzungs- oder Lebensdauer.

Das Verhältnis der Sanierungskosten zu denjenigen einer Erneuerung in offener Bauweise wird im wesentlichen von folgenden Faktoren bestimmt:

– Tiefenlage der Leitung

Je tiefer eine Leitung liegt, desto höher ist bei einer Neuverlegung der Anteil der kostenaufwendigen Spriess- und Erdarbeiten.

– Grundwasservorkommen

Sanierungen sind dann vorzuziehen, wenn für eine Neuverlegung umfangreiche Wasserhaltungsmassnahmen notwendig wären.

– Rohrdurchmesser

Grosse Rohrdurchmesser haben entsprechend hohe Kosten für die Grabarbeiten zur Folge. Leitungen mit kleineren Durchmessern werden im Hinblick auf allfällige Kapazitätserweiterungen häufig neu verlegt.

– Abschnittslängen

Je grösser die mögliche Abschnittslänge, desto günstiger ist eine Sanierung.

– Verkehrslage

In stark überbauten Gebieten sind Neuverlegungen oft nur mit aufwendigen Verkehrsumleitungen und Provisorien bei langer Bauzeit zu bewerkstelligen.

Neben den wirtschaftlichen Überlegungen sind weitere nicht streng erfassbare Faktoren wie geringere Umweltbelastung, minimale Verkehrsbeeinträchtigung u. a. bei der Verfahrensauswahl in die Überlegungen miteinzubeziehen.

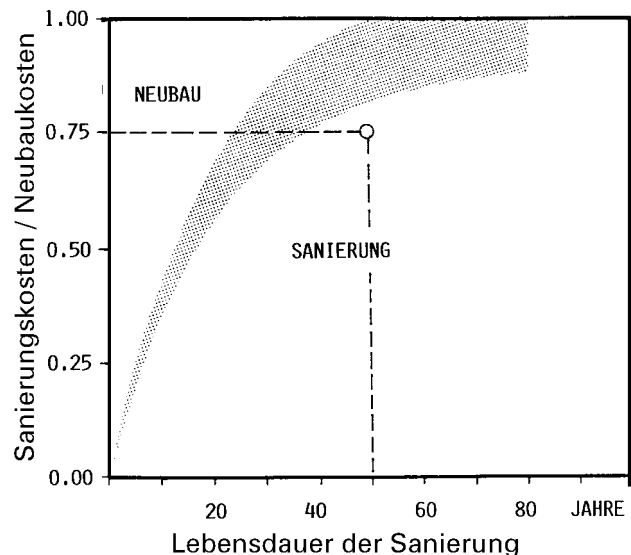


Abb. 5.3

Sanierung oder Neuverlegung?

Beispiel:

Bei einer mutmasslichen Lebensdauer der Sanierung von 50 Jahren und einer Einsparung von 25% gegenüber den Neubaukosten ist eine Sanierung wirtschaftlicher.

6 Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe

6.1	Allgemeines	81
6.2	Instandsetzung	82
	KA-TE System	83
	SikaRobot-System	85
	PIN-Verfahren	87
	KRT-Flex Part-Lining-Verfahren	89
	PENETRYN	91
	POSATRYN	93
	TELEGROUT	95
	SEAL-i-TRYN	97
	PENETRYN SNAKE	99
	Janssen-System	101
6.3	Sanierung	103
	ELIT-OR	105
	U-Liner	107
	NuPipe	109
	RIB-LOC	111
	ERSAG SR-System	113
	INSITUFORM-Relining	115
	Insitu-Lining	117
	Flex-KRT-System	119
	KM-Inliner	121
	PHOENIX-Relining	123
	SOFTLINING	125
	SikaRoboLiner 10	127

6 Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe

6.1 Allgemeines

Das Angebot an Verfahren zur Schadensbehebung bei nicht begehbaren Kanalisationen ist nur schwer überschaubar. Einem Nicht-Spezialisten ist es kaum möglich, bei der Vielfalt an erprobten und nichterprobten Verfahren technisch und wirtschaftlich wohlfundierte Entscheidungen zu treffen.

Der vorliegende Katalog über die in der Schweiz angebotenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren beruht auf einer Verfahrensübersicht, die von der Abteilung Umweltschutz im Baudepartement des Kantons Aargau 1991 im Ordner «Siedlungsentwässerung» veröffentlicht worden ist. Die Übersicht wurde inhaltlich erweitert und dem aktuellen Stand des Verfahrensangebotes angepasst. Damit wird für Gemeinden und Planer eine Entscheidungshilfe geschaffen, die es Ihnen ermöglicht, geeignete Erhaltungsmassnahmen aufgrund objektiver Unterlagen zu planen.

Die einzelnen Verfahrensbeschriebe sind firmenbezogen nach einem einheitlichen Raster aufgebaut. In Zusammenarbeit mit den Anbietern wurde versucht, die Verfahrensbeschriebe objektiv und

vergleichbar zu gestalten. Eine Übersicht über die Verfahrensanbieter ist in Abschnitt 8.1 des Anhangs enthalten.

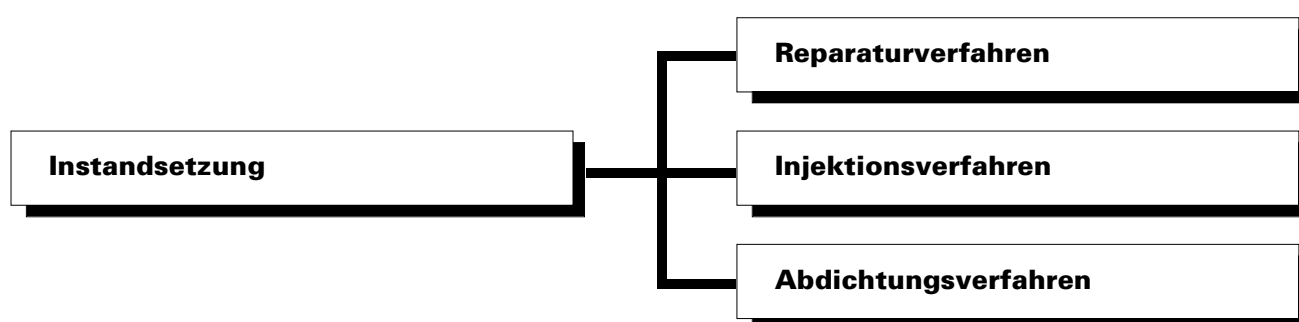
Bedingt durch die rasch wechselnden Marktverhältnisse kann der vorliegende Verfahrenskatalog keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Insbesondere sind **im Kapitel 6 nicht aufgeführt:**

- Verfahren, die nicht mehr oder nur in Einzelfällen ausgeführt werden (Beispiel: Zementmörtel-Beschichtung)
- Verfahren, die nicht nur von Spezialfirmen ausgeführt werden (Beispiel: Rohrstrang- oder Sliplining mit PE-Rohren).
- Verfahren, die überwiegend den Druckleitungsbereich (Gas, Wasser) betreffen (Beispiel: Roll-down-Verfahren).
- Erneuerungsverfahren in offener und geschlossener Bauweise (Beispiel: Microtunneling).

Hinweise auf diese Verfahren können dem Kapitel 4 «Bautechniken» entnommen werden.

6.2 Instandsetzung

Unter Instandsetzung werden Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes bei örtlich begrenzten Schäden verstanden. Bei nichtbegehbaren Kanalisationen wird unterschieden zwischen Reparatur- und Injektionsverfahren.



Folgende Verfahren sind im Abschnitt 6.2 aufgeführt:

6.2.1 Reparaturverfahren

- KA-TE-System
- SikaRobot-System
- PIN-Verfahren
- KRT-Flex Part-Lining-Verfahren

6.2.2 Injektionsverfahren

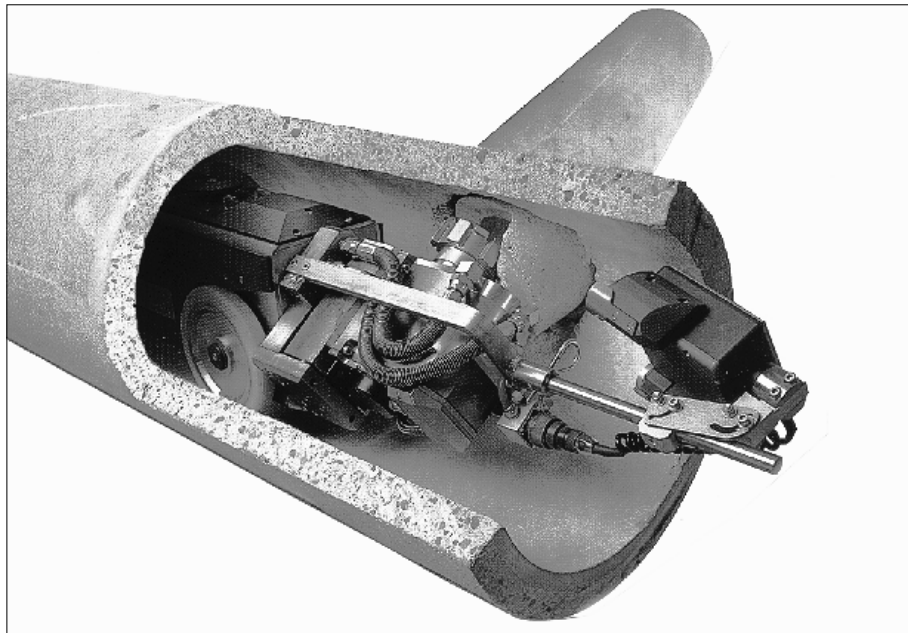
- PENETRYN
- POSATRYN
- TELEGROUT
- SEAL-i-TRYN
- PENETRYN SNAKE
- Janssen-System

Verfahren

KA-TE System

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Reparaturverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reparaturverfahren sind im Abschnitt 4.2.1 enthalten.
Lizenz	KA-TE System AG, 8041 Zürich
Anbieter	– KA-TE System AG, 8041 Zürich – Arpe AG, 4450 Sissach und Niederlassungen – Isotech SA, 1024 Ecublens
Kurzbeschrieb	Über einen Kontrollschacht werden Roboter in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingeführt und vom Operateur im Einsatzfahrzeug mit Hilfe des Kanalfernsehens an die einzelnen Schadstellen gefahren. Die Behebung der Schäden erfolgt mit Spezialgeräten, die in der Lage sind, unterschiedlichste Arbeiten wie Fräsen, Bohren, Injizieren, Spachteln und Schleifen auszuführen. Zusätzlich ist das Setzen von Gummischalungen bei der Sanierung seitlicher Anschlüsse möglich.

Prinzipskizze



Materialien	– 2-Komponenten-Epoxidharzkleber Concrecive 1800/1810 Master Builders Technologies – 2-Komponenten-Gel Drainseal zur vorgängigen Abdichtung von Wassereintritten
Normen	In der Schweiz nicht normiert
Erstanwendung	Weltweit / Schweiz 1980

Anwendungsbereich

Schadenbilder	Rohrquerschnitt: – Wurzeleinwuchs – Ablagerungen und Fremdkörper
---------------	--

Rohrwandung:

- Axial- und Radialrisse
- Abplatzungen und Löcher

Muffen:

- Undichtigkeiten
- Ausbrüche

Seitl. Anschlüsse:

- Vorstehende Anschlüsse
- Mängel im Anschlussbereich
- Verschliessen und Verfüllen toter Anschlüsse
- Wiederanschliessen bei Reliningverfahren

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Korrodierten Rohrwandungen – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichungen
Rohrmaterial	Alle Materialien, Einschränkungen bei Kunststoffen
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 200 mm bis NW 800 mm
Max. Reichweite	Bis zu 130 m'
Bögen / Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung.
Seitl. Anschlüsse	Keine vorgängigen Massnahmen erforderlich.
Grundwasser	Je nach Schadenbild vorgängige Abdichtung erforderlich.
Wasserhaltung	Bei Arbeiten im Bereich des Wasserflusses und bei grossen Wassermengen Umpumpen des Abwassers notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190

Bemerkungen	– Keine Querschnittsreduzierung – Exgeschützte Reparaturen unter Stickstoffatmosphäre möglich – Weltweit über 30 Anlagen im Einsatz.
--------------------	--

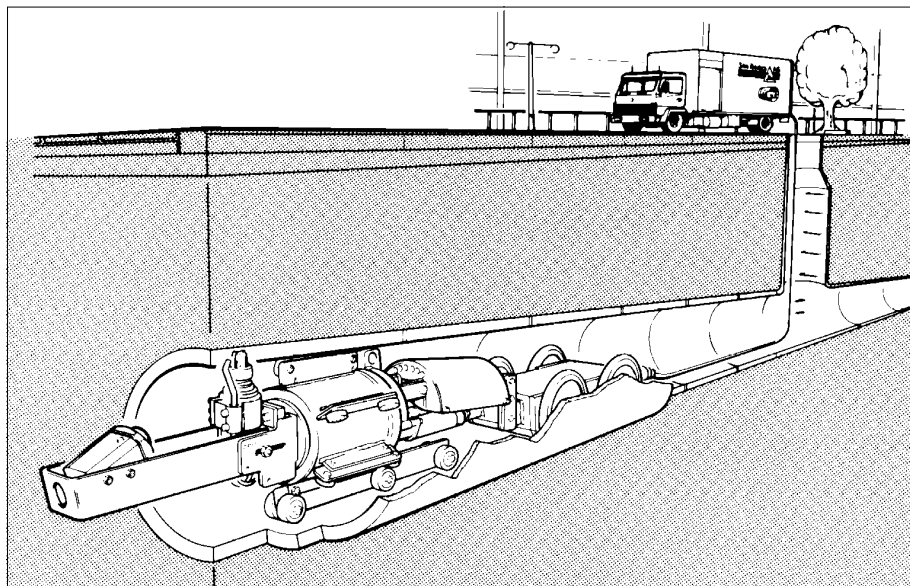
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

SikaRobot-System

Verfahrensgruppe	Instandsetzung - Reparaturverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reparaturverfahren sind im Abschnitt 4.2.1 enthalten.
Hersteller	Sika Robotics AG, 8627 Grüningen
Anbieter	– Sika Robotics AG, 8627 Grüningen – Rohrrenova AG, 9100 Herisau – Hächler ZenRuffinen, 5430 Wettingen – Rohr-Reinigungs-Service RRS AG 3110 Münsingen / 8004 Zürich
Kurzbeschreibung	Über einen Kontrollschacht werden Roboter-Kombinationen in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingeführt und vom Operateur im Einsatzfahrzeug mit Hilfe des Kanalfernsehens an die einzelnen Schadstellen gefahren. Die Behebung der Schäden erfolgt mit Spezialgeräten, die in der Lage sind, unterschiedlichste Arbeiten wie Fräsen, Bohren, Injizieren, Verpressen und Schleifen auszuführen. Zusätzlich ist das Setzen von Stützschalungen aus Stahlblech im Rohrquerschnitt und bei Einläufen möglich.

Prinzipskizze



Materialien	– 2-Komponenten-Epoxidharzkleber Sika RoboTec 56 – 2-Komponenten-PU-Schaum Sika Injektion 20 zur vorgängigen Abdichtung von Wassereintritten – Hastelloy-Schalungselemente
Normen	In der Schweiz nicht normiert
Erstanwendung	Weltweit / Schweiz 1988
Anwendungsbereich	
Schadenbilder	Rohrquerschnitt: – Wurzeleinwuchs – Ablagerungen und Fremdkörper

Rohrwandung:

- Axial- und Radialrisse
- Abplatzungen und Löcher
- Scherbenbildung

Muffen:

- Undichtigkeiten
- Ausbrüche

Seitl. Anschlüsse:

- Vorstehende Anschlüsse
- Mängel im Anschlussbereich
- Verschliessen toter Anschlüsse
- Wiederanschliessen bei Reliningverfahren

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Korrodierten Rohrwandungen – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichungen
Rohrmaterial	Alle Materialien. Einschränkungen bei Kunststoffen.
Querschnittsformen	Kreis- und Eiprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 150 mm bis NW 800 mm
Max. Reichweite	Bis zu 100 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung.
Seitl. Anschlüsse	Keine vorgängigen Massnahmen erforderlich.
Grundwasser	Je nach Schadenbild vorgängige Abdichtung erforderlich.
Wasserhaltung	Bei Arbeiten im Bereich des Wasserflusses und bei grossen Wassermengen Umpumpen des Abwassers notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190

Bemerkungen

- In der Regel keine Querschnittsreduzierung.
- Gesamteuropäisch 32 Anlagen im Einsatz.

Stand

Juli 1993

Verfahren

PIN-Verfahren

Verfahrensgruppe

Instandsetzung – Reparaturverfahren

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reparaturverfahren sind im Abschnitt 4.2.1 enthalten.

Lizenz

KFS Kanal-Service AG, 4703 Oensingen

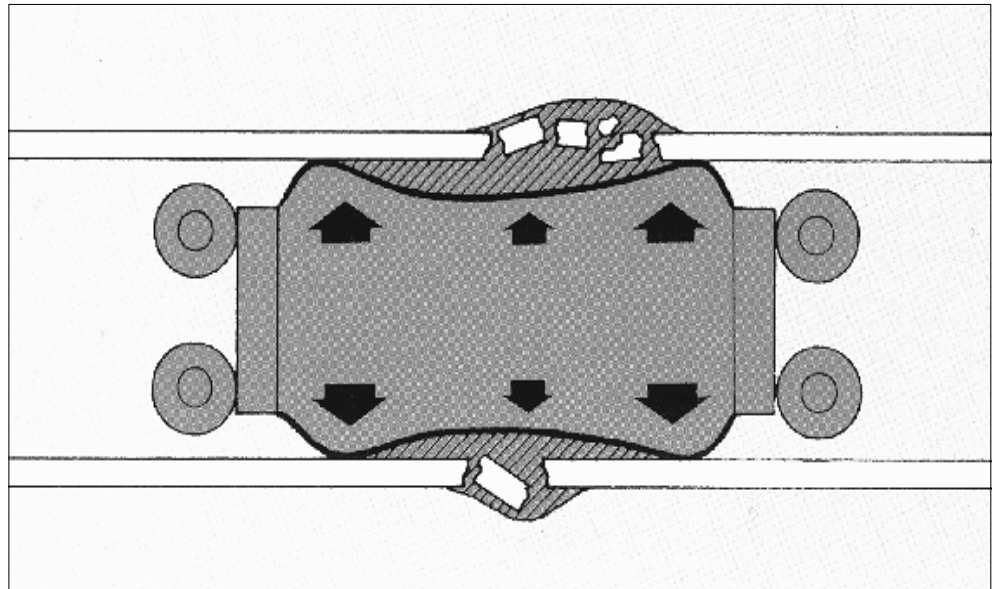
Anbieter

KFS Kanal-Service AG, 4703 Oensingen
und Niederlassungen

Kurzbeschrieb

Ein mit Epoxidharz getränkter Glasfaserschlauch beschränkter Länge wird auf einem Spezialpacker aufgezogen und mit Hilfe einer Winde über der Schadstelle positioniert. Durch Aufblasen des Packers wird der Glasfaserschlauch an die Rohrwandung gepresst, wobei das überschüssige Epoxidharz in Risse und Hohlräume eindringt. Nach Beendigung der Aushärtung wird der Packer entlüftet und aus dem Rohr entfernt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial:
Konfektionierte Manschette aus ECR-Glasvlies, ein- oder mehrlagig

Harz:
Epoxidharz evtl. mit Additiven

Schichtdicke:
2 mm bis 6 mm inkl. Überschussharz

Normen

In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung

Weltweit / Schweiz 1989

Anwendungsbereich

Schadenbilder	Örtlich begrenzte Schäden wie: – Offene oder beschädigte Muffen – Wurzeleinwüchse – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
Einschränkungen	– Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermäßige Verformung bei flexiblen Röhren – Durchgehend korrodierte Rohrwandung
Rohrmaterial	Alle Materialien mit Ausnahme von Polyäthylen
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 150 mm bis NW 600 mm
Max. Reichweite	Bis zu 200 m'
Bögen / Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	Bei Länge des Trägerschlauches bis 0.5 m Zugang über Kontrollschächte. Bis 3.0 m Länge über Baugruben.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Keine Massnahmen erforderlich
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Keine Massnahmen erforderlich
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190

Bemerkungen

- Minimale Querschnittsreduzierung.
- Länge des Trägerschlauches 0.5 bzw. 3.0 m.
- Aushärtung im Betriebszustand: 2 bis 5 Stunden.
- Im Bereich seitlicher Anschlüsse nicht einsetzbar.
- Auskleidung nicht selbsttragend. Verklebung zwingend notwendig.

Stand Juli 1993

Verfahren

KRT-Flex Part-Lining-Verfahren

Verfahrensgruppe

Instandsetzung – Reparaturverfahren

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reparaturverfahren sind im Abschnitt 4.2.1 enthalten.

Lizenz

KRT Kanalsanierungs-Technik AG

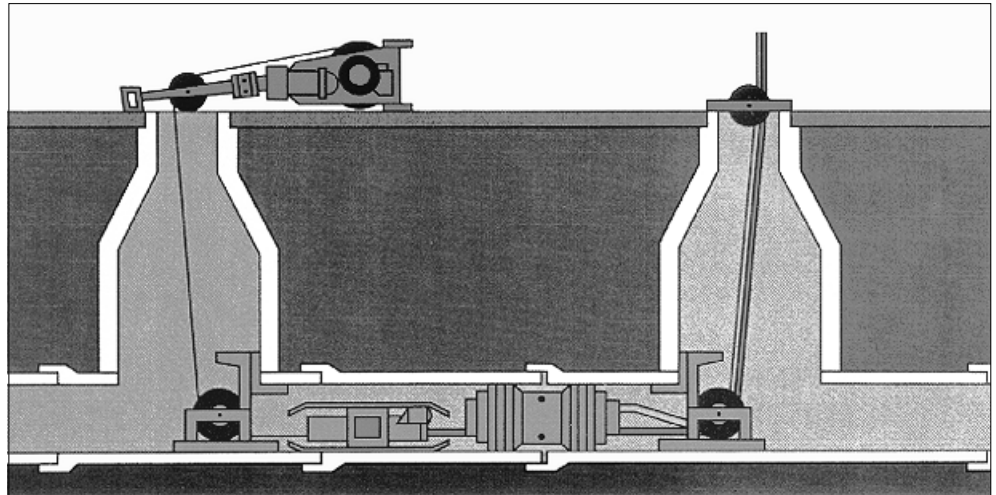
Anbieter

KRT Kanalsanierungs-Technik AG
2502 Biel und Niederlassungen

Kurzbeschrieb

Eine mit Epoxidharz getränkte Innenmanschette aus Glasfasermatte mit beschränkter Länge wird auf einem Spezialpacker aufgezogen und mit Hilfe einer Winde über der Schadstelle positioniert. Durch Zufuhr von Heisswasser in den Packer wird der Glasfaserschlauch an die Rohrwandung gepresst, wobei das überschüssige Epoxidharz in Risse und Hohlräume eindringt. Nach Beendigung der Aushärtung wird der Packer entlüftet und aus dem Rohr entfernt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial: Konfektionierte Manschette aus Glasfasermatte V 2600

Harz: Diverse Epoxidharz-Systeme

Schichtdicke: 3 mm bis 5 mm

Normen

In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung

Weltweit / Schweiz 1992

Anwendungsbereich

Schadenbilder

Örtlich begrenzte Schäden wie:

- Offene oder beschädigte Muffen
- Wurzeleinwüchse
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung

Einschränkungen	– Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren – Durchgehend korrodierte Rohrwandung
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 1000 mm
Max. Reichweite	Bis zu 100 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Keine Massnahmen erforderlich
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers in der Regel nicht erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Keine Massnahmen erforderlich
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190

Bemerkungen

- Minimale Querschnittsreduzierung.
- Länge der Manschetten 0.5 m.
- Aushärtung im Betriebszustand: 0.5 bis 2 Stunden.
- Im Bereich seitlicher Anschlüsse nicht einsetzbar.
- Auskleidung nicht selbsttragend. Verklebung zwingend notwendig.
- Ausführungen mit NW 100 mm bis 600 mm in der Schweiz, in Deutschland und Frankreich.

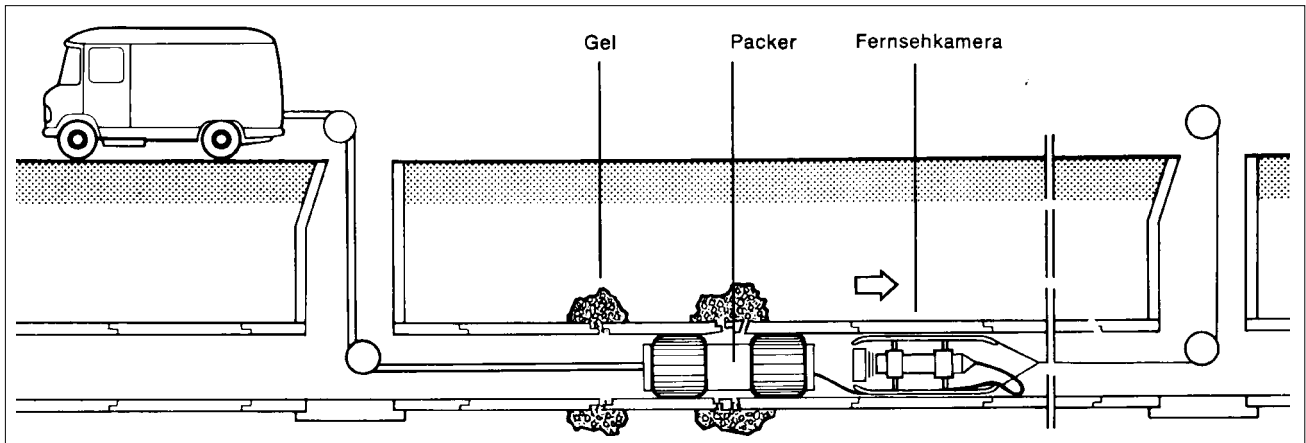
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

PENETRYN

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Gerätetyp	QUES, Orlando, USA
Anbieter	Neue Kasapro AG, 9202 Gossau und Niederlassungen
Kurzbeschreibung	Die über eine Kanalfernsehanlage lokalisierten Muffen werden mit Hilfe von Spezialgeräten (Packer) einzeln mit Luft abgepresst und so allfällige Druckverluste festgestellt. Bei undichten Muffen wird im selben Arbeitsgang unter Druck ein 2-Komponenten-Gel nach aussen ins Erdreich oder in die umhüllende Materie gepresst. Das Gel polymerisiert und bildet ausserhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Abschliessend wird die Dichtigkeit erneut kontrolliert.

Prinzipskizze



Materialien Transparenter, elastischer Gel auf Acrylharzbasis bestehend aus:

- wasserlöslichem Acrylharz Rocagil BT 2
- Natriumpersulfat als Katalysator
- TEAG (modifiziertes Triethanolamin) als Beschleuniger

oder auf Methacrylatbasis:

- PLEX 6803-1 0 und 6803-2 0
- Natriumpersulfat als Initiator

Normen In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung Weltweit 1960 USA
 Schweiz 1972

Anwendungsbereich

Schadenbilder Örtlich begrenzte Undichtigkeiten insbesondere im Muffenbereich (Infiltration, Exfiltration)

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Längsrissen – sehr rauher oder unebener Rohrwandung – statisch geschädigten Rohren – starken Grundwasserströmungen – extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels – Grundwasserschutzzonen
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis- und Eiprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 150 mm bis NW 1500 mm Eiprofile 400/600 mm bis 800/1200 mm
Max. Reichweite	Bis zu 150 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	In der Regel keine Massnahmen erforderlich. Siehe Einschränkungen.
Wasserhaltung	Nur bei grossen Wassermengen notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

Bemerkungen

- Keine Querschnittsreduzierung.
- Immer alle Muffen eines Abschnittes behandeln.
- In Grundwasserschutzzonen sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.
- Langzeiterfolg stark von Randbedingungen abhängig.
- Periodische Nachkontrollen nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung und gegebenenfalls Nachbehandlung notwendig.

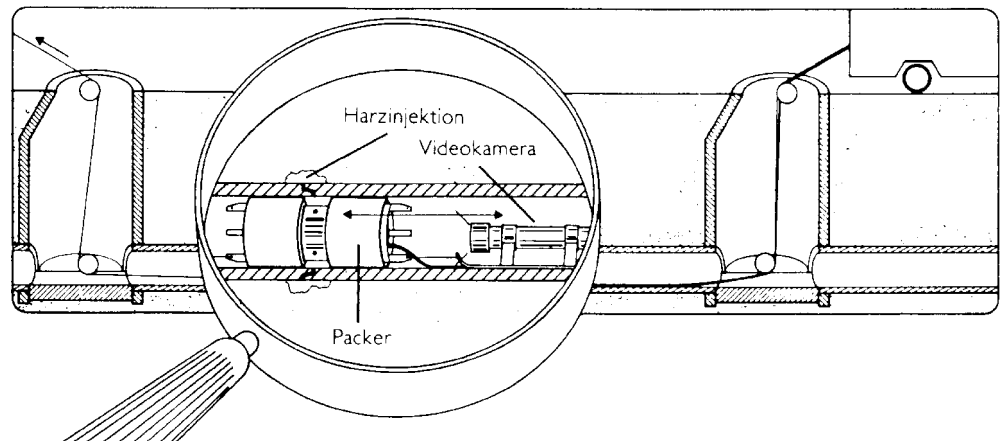
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

POSATRYN

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Gerätetyp	QUES, Orlando, USA
Anbieter	KFS Kanal-Service AG, 4702 Oensingen und Niederlassungen
Kurzbeschreibung	Die über eine Kanalfernsehanlage lokalisierten Muffen werden mit Hilfe von Spezialgeräten (Packer) einzeln mit Luft oder Wasser abgepresst und so allfällige Druckverluste festgestellt. Bei undichten Muffen wird im selben Arbeitsgang unter Druck ein 2-Komponenten-Gel nach aussen ins Erdreich oder in die umhüllende Materie gepresst. Das Gel polymerisiert und bildet ausserhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Abschliessend wird die Dichtigkeit erneut kontrolliert.

Prinzipskizze



Materialien	Transparenter, elastischer Gel auf Acrylharzbasis bestehend aus:
-------------	--

- wasserlöslichem Acrylharz Rocagil BT 2
- Natriumpersulfat als Katalysator
- TEAG (modifiziertes Triethanolamin) als Beschleuniger

oder auf Methacrylatbasis:

- PLEX 6803-1 0 und 6803-2 0
- Natriumpersulfat als Initiator

Normen	In der Schweiz nicht normiert
--------	-------------------------------

Erstanwendung	Weltweit 1960 USA Schweiz 1982
---------------	-----------------------------------

Anwendungsbereich

Schadenbilder	Örtlich begrenzte Undichtigkeiten insbesondere im Muffenbereich (Infiltration, Exfiltration)
---------------	--

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Längsrissen – sehr rauher oder unebener Rohrwandung – statisch geschädigten Rohren – starken Grundwasserströmungen – extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels – Grundwasserschutzzonen
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis- und Eiprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 125 mm bis NW 1250 mm Eiprofil 600/900 mm
Max. Reichweite	Bis zu 150 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	In der Regel keine Massnahmen erforderlich. Siehe Einschränkungen.
Wasserhaltung	Nur bei grossen Wassermengen notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

Bemerkungen

- Keine Querschnittsreduzierung.
- Immer alle Muffen eines Abschnittes behandeln.
- In Grundwasserschutzzonen sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.
- Langzeiterfolg stark von Randbedingungen abhängig.
- Periodische Nachkontrollen nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung und gegebenenfalls Nachbehandlung notwendig.

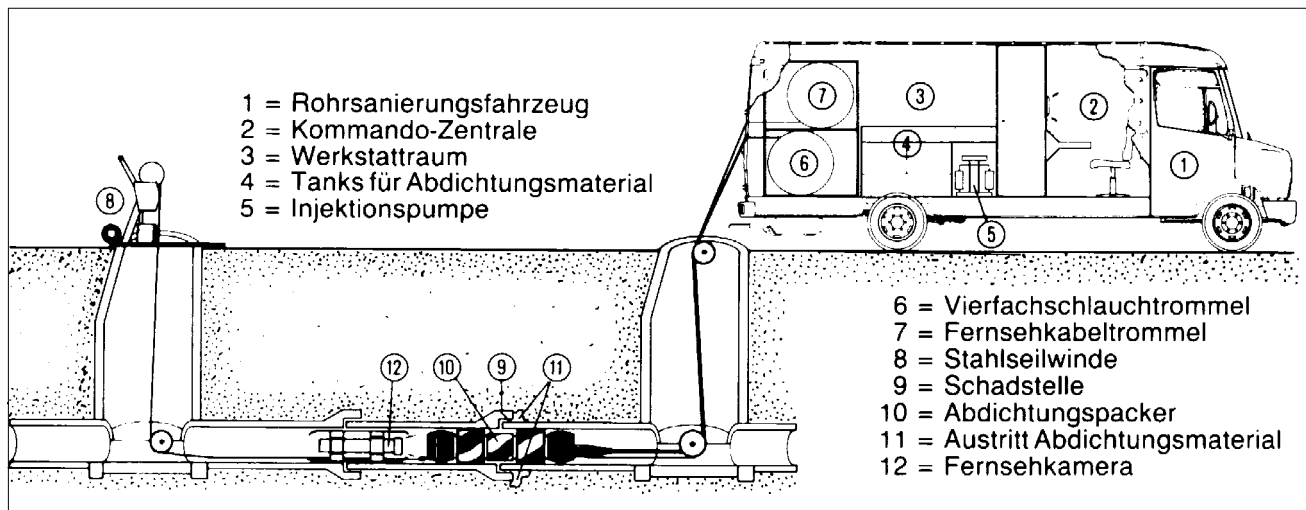
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

TELEGROUT

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Gerätetyp	Halliburton, USA
Anbieter	Käppeli, Bautenschutz und Umwelttechnik AG, 6430 Schwyz
Kurzbeschreibung	Die über eine Kanalfernsehanlage lokalisierten Muffen werden mit Hilfe von Spezialgeräten (Packer) einzeln mit Luft oder Wasser abgepresst und so allfällige Druckverluste festgestellt. Bei undichten Muffen wird im selben Arbeitsgang unter Druck ein 2-Komponenten-Gel nach aussen ins Erdreich oder in die umhüllende Materie gepresst. Das Gel polymerisiert und bildet ausserhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Abschliessend wird die Dichtigkeit erneut kontrolliert.

Prinzipskizze



Materialien Transparenter, elastischer Gel auf Acrylharzbasis bestehend aus:

- wasserlöslichem Acrylharz Rocagil BT 2
- Natriumpersulfat als Katalysator
- TEAG (modifiziertes Triethanolamin) als Beschleuniger

oder auf Methacrylatbasis:

- PLEX 6803-1 0 und 6803-2 0
- Natriumpersulfat als Initiator

Normen In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung Weltweit 1960 USA
Schweiz 1987

Anwendungsbereich

Schadenbilder Örtlich begrenzte Undichtigkeiten insbesondere im Muffenbereich (Infiltration, Exfiltration)

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Längsrissen – sehr rauher oder unebener Rohrwandung – statisch geschädigten Rohren – starken Grundwasserströmungen – extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels – Grundwasserschutzzonen
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 150 mm bis NW 1500 mm
Max. Reichweite	Bis zu 150 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	In der Regel keine Massnahmen erforderlich. Siehe Einschränkungen.
Wasserhaltung	Nur bei grossen Wassermengen notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

Bemerkungen

- Keine Querschnittsreduzierung.
- Immer alle Muffen eines Abschnittes behandeln.
- In Grundwasserschutzzonen sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.
- Langzeiterfolg stark von Randbedingungen abhängig.
- Periodische Nachkontrollen nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung und gegebenenfalls Nachbehandlung notwendig.

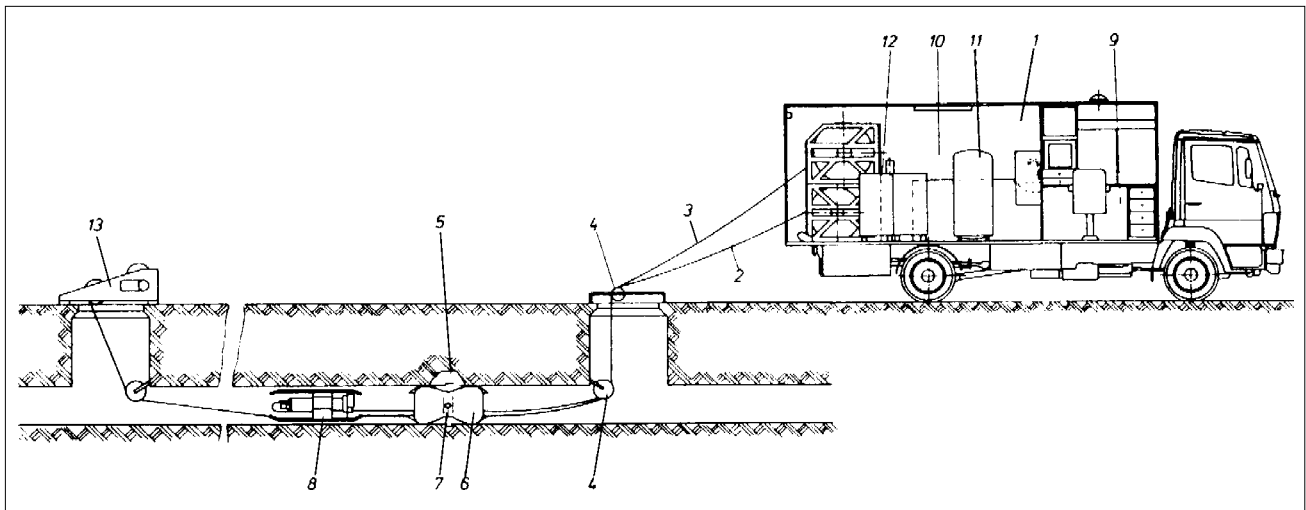
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

SEAL-i-TRYN

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Gerätetyp	IBAK, D-2300 Kiel
Anbieter	– Arpe AG, 4450 Sissach und Niederlassungen – Hatt-Haller-Klug AG, 8022 Zürich
Kurzbeschreibung	Die über eine Kanalfernsehanlage lokalisierten Muffen werden mit Hilfe von Spezialgeräten (Packer) einzeln mit Luft oder Wasser abgepresst und so allfällige Druckverluste festgestellt. Bei undichten Muffen wird im selben Arbeitsgang unter Druck ein 2-Komponenten-Gel nach aussen ins Erdreich oder in die umhüllende Materie gepresst. Das Gel polymerisiert und bildet ausserhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Abschliessend wird die Dichtigkeit erneut kontrolliert.

Prinzipskizze



Materialien Transparenter, elastischer Gel auf Acrylharzbasis bestehend aus:

- wasserlöslichem Acrylharz Rocagil BT 2
- Natriumpersulfat als Katalysator
- TEAG (modifiziertes Triethanolamin) als Beschleuniger

oder auf Methacrylatbasis:

- PLEX 6803-1 0 und 6803-2 0
- Natriumpersulfat als Initiator

Normen In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung Weltweit 1975 Deutschland
Schweiz 1990

Anwendungsbereich

Schadenbilder Örtlich begrenzte Undichtigkeiten insbesondere im Muffenbereich (Infiltration, Exfiltration)

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Längsrissen – sehr rauher oder unebener Rohrwandung – statisch geschädigten Rohren – starken Grundwasserströmungen – extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels – Grundwasserschutzzonen
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis- und Eiprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 1200 mm Eiprofile 400/600 mm bis 800/1200 mm
Max. Reichweite	Bis zu 150 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	In der Regel keine Massnahmen erforderlich. Siehe Einschränkungen.
Wasserhaltung	Nur bei grossen Wassermengen notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

Bemerkungen

- Keine Querschnittsreduzierung.
- Immer alle Muffen eines Abschnittes behandeln.
- In Grundwasserschutzzonen sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.
- Langzeiterfolg stark von Randbedingungen abhängig.
- Periodische Nachkontrollen nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung und gegebenenfalls Nachbehandlung notwendig.

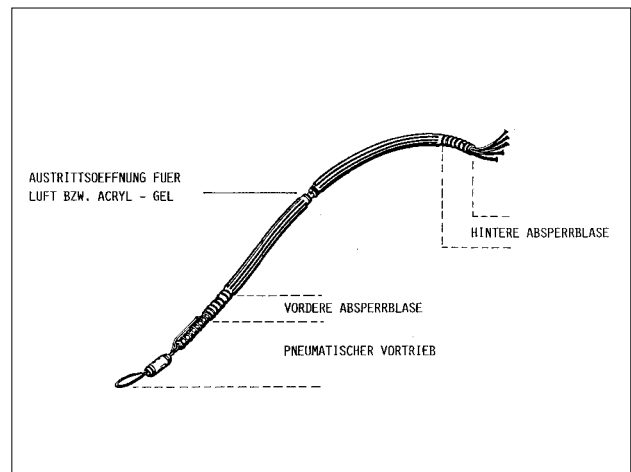
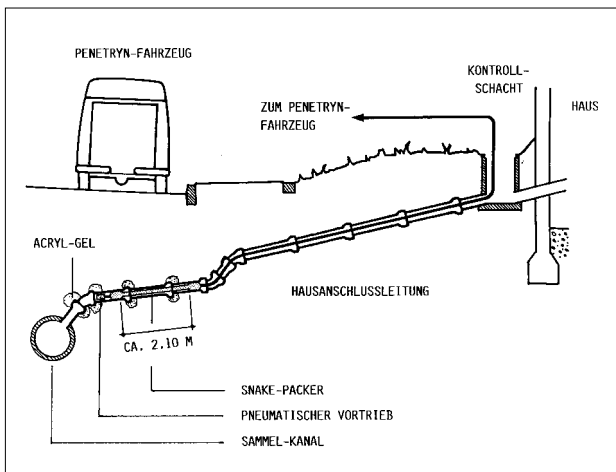
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

PENETRYN SNAKE

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren – Grundstückentwässerungen
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Gerätetyp	GELCO, Salem, USA
Anbieter	Neue Kasapro AG, 9202 Gossau und Niederlassungen
Kurzbeschreibung	Der SNAKE-Packer besteht aus einem aufblasbaren zylindrischen Gummischlauch mit einem pneumatisch arbeitenden Vortriebsgerät an der Spitze. Er wird über einen Kontrollschacht oder eine geeignete Öffnung in oder neben dem Haus in die Hausanschlussleitung eingeführt und mit Hilfe des pneumatischen Vortriebes in Richtung Sammelkanal gefahren. Ist das Ende der Leitung erreicht, wird durch Aufblasen des Schlauches ein ca. 2.10 m langes Stück der Leitung abgeschottet und mit Luft abgepresst. Bei Druckverlust wird im selben Arbeitsgang ein 2-Komponenten-Gel nach aussen ins Erdreich oder in die umhüllende Materie gepresst. Das Gel polymerisiert und bildet ausserhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Nach einer abschliessenden Dichtigkeitsprüfung wird der SNAKE-Packer um eine Länge zurückgezogen, worauf der nächste Prüf- und Abdichtungsvorgang erfolgen kann.

Prinzipskizze



Materialien

Transparenter, elastischer Gel auf Acrylharzbasis bestehend aus:

- wasserlöslichem Acrylharz Rocagil BT 2
- Natriumpersulfat als Katalysator
- TEAG (modifiziertes Triethanolamin) als Beschleuniger

oder auf Methacrylatbasis:

- PLEX 6803-1 0 und 6303-2 0
- Natriumpersulfat als Initiator

Normen

In der Schweiz nicht normiert

Erstanwendung

Weltweit 1980 USA
Schweiz 1987

Anwendungsbereich Grundstückentwässerungen

Schadenbilder Örtlich begrenzte Undichtigkeiten insbesondere im Muffenbereich (Infiltration, Exfiltration)

Einschränkungen Verfahren nur bedingt anwendbar bei:

- Längsrissen
- sehr rauher oder unebener Rohrwandung
- statisch geschädigten Rohren
- starken Grundwasserströmungen
- extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels
- Grundwasserschutzzonen

Rohrmaterial Alle Materialien

Querschnittsformen Kreisprofile

Dimensionen Kreisprofile NW 100 mm bis NW 200 mm

Max. Reichweite Bis zu 50 m'

Bögen Bis 45° anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte oder geeignete Öffnungen.

Rohrquerschnitt Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen

Seitl. Anschlüsse Vorstehende Anschlüsse abfräsen

Grundwasser In der Regel keine Massnahmen erforderlich. Siehe Einschränkungen.

Wasserhaltung Umpumpen des Abwassers erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte Keine Massnahmen erforderlich

Seitl. Anschlüsse Keine Massnahmen erforderlich

Nachbehandlung Hochdruck-Reinigung

Abnahme Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

Bemerkungen

- Keine Querschnittsreduzierung.
- Der Anschlussbereich an den Sammelkanal kann auf eine Länge von ca. 1.20 m systembedingt nicht geprüft und abgedichtet werden.
- Im Bereich seitlicher Anschlüsse kann ebenfalls nicht geprüft und abgedichtet werden.
- In Grundwasserschutzzonen sind die kantonalen Vorschriften zu beachten.
- Langzeiterfolg stark von Randbedingungen abhängig.
- Periodische Nachkontrollen nach vorgängiger Hochdruck-Reinigung und gegebenenfalls Nachbehandlung notwendig.

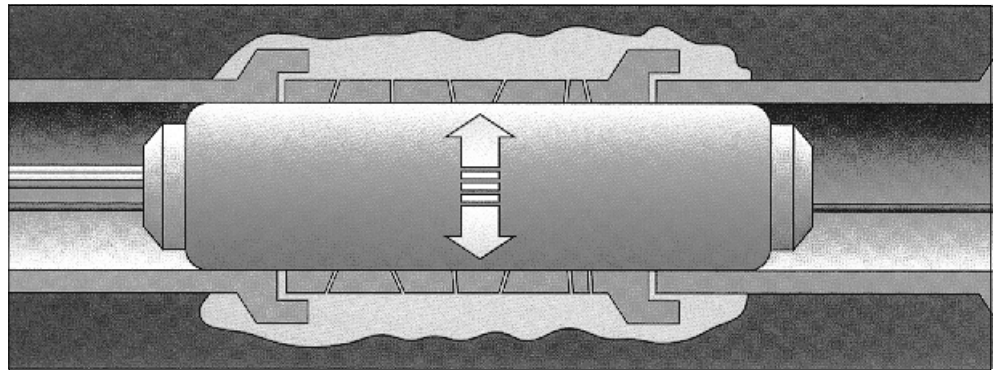
Stand Juli 1993

Verfahren

Janssen-System

Verfahrensgruppe	Instandsetzung – Injektionsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Injektionsverfahren sind im Abschnitt 4.2.3 enthalten.
Lizenz	Janssen GmbH, D-4192 Kalkar
Anbieter	– Hans Notter AG, 5623 Boswil – E. Hänni AG, 8117 Fällanden
Kurzbeschreibung	Ein Spezialpacker wird mit Hilfe einer Winde über der mit dem Kanalfernsehen lokalisierten Schadstelle positioniert und aufgeblasen. Anschliessend wird ein 2-Komponenten-Polyurethanharz in Risse, Löcher und in das umgebende Erdreich gepresst. Nach einer Aushärtzeit von 20 bis 40 Minuten ist die Schadstelle dicht und weist eine Stabilität auf, die etwa den ursprünglichen Werten des Rohres entspricht. Danach wird die Dichtigkeit überprüft, der Packer entlüftet und an die nächste Schadstelle umgesetzt.

Prinzipskizze



Materialien	2-Komponenten-Polyurethanharz
Normen	In der Schweiz nicht normiert
Erstanwendung	Weltweit 1985 Deutschland Schweiz 1991

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Wurzeleinwüchse – Risse, Abplatzungen und Scherbenbildung in der Rohrwandung – Rohrbrüche
Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 600 mm

Max. Reichweite	Bis max. 300 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Keine Massnahmen erforderlich
Wasserhaltung	Nur bei grossen Wassermengen notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Keine Massnahmen erforderlich
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung, evtl. Durchgang mit Kettenschleuder
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung mit Packer oder nach SIA V 190

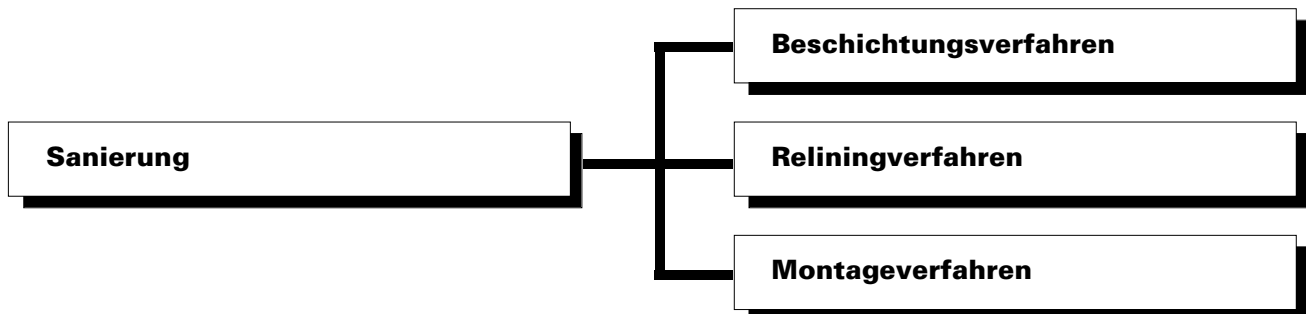
Bemerkungen

- Minimale Querschnittsreduzierung.
- Länge des Spezialpackers 1.5 m – 2.0 m.
- Im Bereich seitlicher Anschlüsse nicht einsetzbar.
- Das Verfahren ist seit 1989 von der Deutschen Bundesbahn zugelassen.

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

6.3 Sanierung

Sanierungen sind Massnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes an schadhafte Kanalisationen durch deren technische Veränderung unter Erhalt ihrer Substanz d.h. unter Einbezug des bestehenden Rohres. Bei nichtbegehbaren Kanalisationen wird unterschieden zwischen Beschichtungs- und Reliningverfahren.



Folgende Verfahren sind im Abschnitt 6.3 aufgeführt:

6.3.1 Beschichtungsverfahren

- ELIT-OR

6.3.2 Reliningverfahren

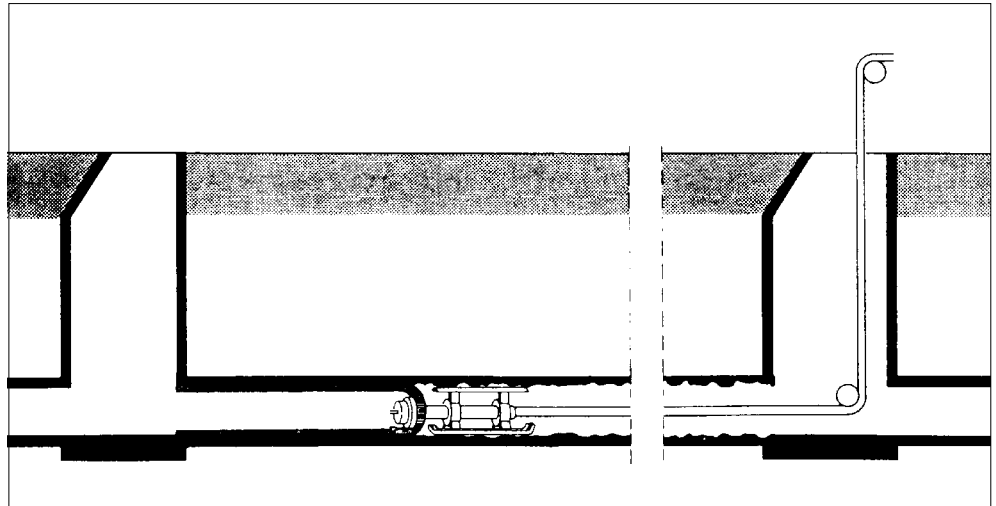
- U-Liner
- NuPipe
- RIB-LOC
- ERSAG SR-System
- INSITUFORM-Relining
- Insitu-Lining
- Flex-KRT-System
- KM-Inliner
- PHOENIX-Relining
- SOFTLINING
- SikaRoboLiner 10

Verfahren

ELIT-OR

Verfahrensgruppe	Sanierung – Beschichtungsverfahren
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Beschichtungsverfahren sind im Abschnitt 4.3.1 enthalten.
Lizenz	Käppeli, Bautenschutz und Umwelttechnik AG 6430 Schwyz
Anbieter	Käppeli, Bautenschutz und Umwelttechnik AG 6430 Schwyz
Kurzbeschreibung	Eine Schleudermaschine wird über einen bestehenden Kontrollschacht mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. Anschliessend wird das Gerät mit konstanter Geschwindigkeit rückwärts durch den Leitungsabschnitt gezogen. Dabei wird über einen mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Schleuderkopf Polyurethanharz an die Rohrwandung geschleudert. Es entsteht eine nahtlose, selbsttragende PUR-Beschichtung.

Prinzipskizze



Material	Ungeschäumter 2-Komponenten-Polyurethanharz Schichtdicke: 5 mm bis 10 mm je nach Beanspruchung und Durchmesser
Normen	In der Schweiz nicht normiert
Erstanwendung	Weltweit 1991 Spanien Schweiz 1992

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Längs- und Querrisse in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen – Defekte Muffen
Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung

Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 200 mm bis NW 800 mm
Max. Reichweite	Bis zu 60 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar.

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnitts durch Ausbohren oder -fräsen. Offene Muffen, Löcher in der Rohrwandung und defekte Rohrsohlen sind vorgängig der Beschichtung mit Zementmörtel auszugleichen.
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen. Wasserzufluss vollständig unterbinden (Absperrblasen).
Grundwasser	Sämtliche Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwasser erforderlich

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr / Kontrollschacht anpassen.
Seitl. Anschlüsse	Keine Massnahmen erforderlich
Nachbehandlung	Keine Massnahmen erforderlich
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190

Bemerkungen

- Die Rohrwandung darf erdfeucht sein.
- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 10 mm bis 20 mm
- Die Oberfläche der Beschichtung wird nicht abgeglättet.
- Über das Beschichten nichtbegehrter Kanalisationen mit Kunstharzen ist nur wenig Erfahrung vorhanden. Abschliessende Aussagen über das Langzeitverhalten können nicht gemacht werden.

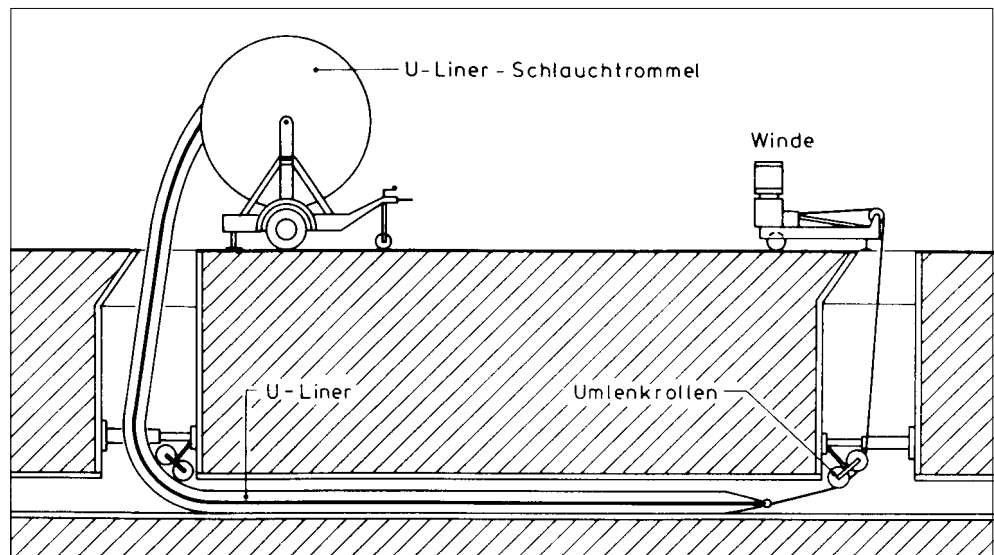
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

U-Liner

Verfahrensgruppe	Sanierung – Reliningverfahren – Rohrstrang-Relining ohne Ringraum
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.
Lizenz	Imbema / U-Liners Rohrsanierung GmbH, D
Anbieter	Line SA/AG, 1303 Penthaz und 8902 Urdorf
Kurzbeschreibung	Die verwendeten PE-Rohre werden bereits werkseitig thermomechanisch U-förmig verformt. Dadurch kann der Rohrquerschnitt für den Einziehvorgang bis zu ca. 50 % reduziert werden. Die auf Trommeln angelieferten Rohre werden über bestehende Kontrollschächte mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. Anschliessend wird das Rohr mit Dampf unter Druck auf den ursprünglichen Kreisquerschnitt aufgeweitet. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Material	PE-Rohre Typ RAU-PE 230 PE 80
	Wandstärke: 8.6 mm bis 12.8 mm je nach Rohrdurchmesser
Normen	In der Schweiz nicht normiert
	D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)
Erstanwendung	Weltweit 1983 USA Schweiz 1992

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
---------------	---

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 150 mm bis NW 400 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 200 m'
Bögen / Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Starke Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers erforderlich

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 17.2 mm bis 25.6 mm.
- Keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkte: Einbinden der Hausanschlüsse und Anpassen an Schächte.

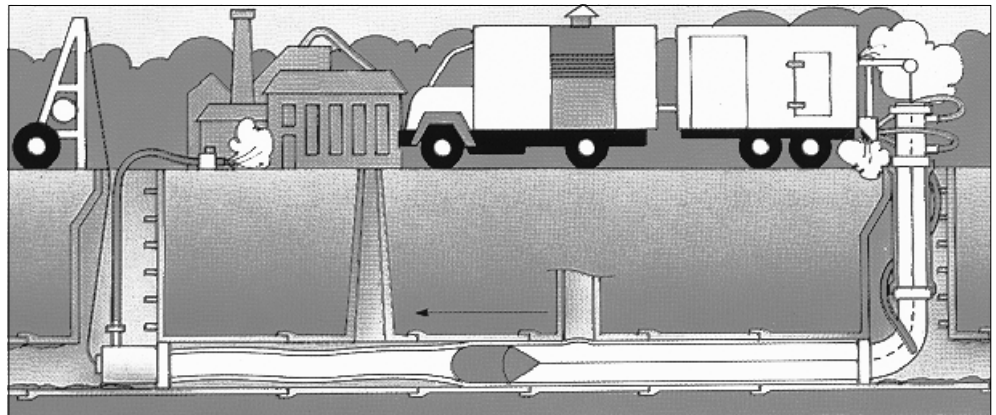
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

NuPipe

Verfahrensgruppe	Sanierung – Reliningverfahren – Rohrstrang-Relining ohne Ringraum
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.
Lizenz	NuPipe Inc., Memphis, USA
Anbieter	Rohrrenova AG, 9100 Herisau
Kurzbeschrieb	Die verwendeten PVC-Rohre werden bereits werkseitig thermomechanisch im Querschnitt gefaltet. Dadurch kann der Rohrquerschnitt für den Einziehvorgang wesentlich reduziert werden. Die auf Trommeln angelieferten Rohre werden mit Dampf erwärmt und über bestehende Kontrollschächte mit Hilfe von Seilwinden in einen zuvor eingebrachten und erwärmten Schutzschlauch eingezogen. Anschliessend wird das Rohr mit einem Molch unter Dampfdruck auf den ursprünglichen Kreisquerschnitt aufgeweitet. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien	Rohr aus modifiziertem uPVC Schutzschlauch aus PVC mit Polyesterzwischenlage Wandstärke: 6 mm bis 12 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung
Normen	In der Schweiz nicht normiert D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)
Erstanwendung	Weltweit 1988 USA Schweiz 1992

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
---------------	---

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 300 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 200 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Starke Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers erforderlich

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 12 mm bis 24 mm.
- Keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkte: Einbinden der Hausanschlüsse und Anpassen an Schächte.

Stand

Juli 1993

Verfahren

RIB-LOC

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Wickelrohr-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

Lizenz

RIB-LOC Group Ltd., Australien

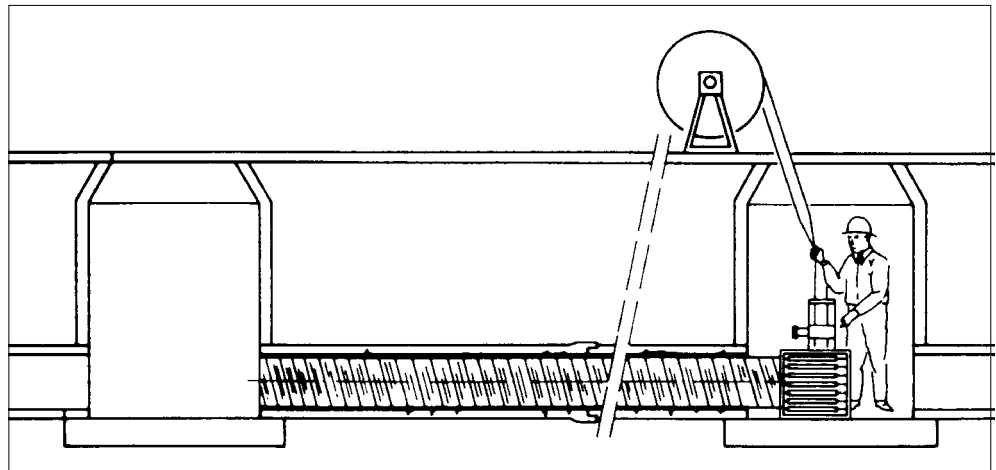
Anbieter

Hatt-Haller-Klug AG, 8022 Zürich

Kurzbeschrieb

Ein Kunststoff-Stegprofil wird im Kontrollschacht mit Hilfe einer hydraulischen Wickelmaschine zu einem kreisförmigen Endlos-Rohr gewickelt und gleichzeitig drehend in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt vorgeschoben. Die Verbindung der Profile untereinander erfolgt durch zwei integrierte verklebte Schnappverschlüsse. Der Ringraum zwischen Wickelrohr und bestehendem Rohr wird mit Dämmen verfüllt.

Prinzipskizze



Materialien

Stegprofil :
PVC-HI nach DIN 8061
Steghöhe je nach Rohrdurchmesser und Belastung
6.3 mm bis 20.0 mm

Dämmen:
Klug-Porenleichtdämmen
Rohdichte ca. 0.85 kg/dm³

Normen

In der Schweiz nicht normiert

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit 1984 Australien
Schweiz 1989

Anwendungsbereich

Schadenbilder

- Offene oder beschädigte Muffen
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
- Korrodierte Rohrwandungen

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 300 mm bis NW 1000 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 150 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	Je nach Rohrdurchmesser Zugang über Kontrollschacht, Kontrollschacht mit entferntem Konus oder Baugrube. Im Wickelschacht muss in der Regel die Schachtsohle abgebrochen werden.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder Ausfräsen
Seitl. Anschlüsse	Verschliessen mit Absperrblasen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Evtl. Schachtsohle ergänzen und Kontrollschacht instandstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschiessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalroboter von innen.
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190 vor Wiederanschiessen der Hausanschlüsse

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung von 40 mm bis 110 mm.
- Es muss sichergestellt sein, dass der Ringraum auf die ganze Länge in vollem Umfang verdämmt ist.
- Beim Verdämmen des Ringraumes ist dem Problem des Beulens bzw. demjenigen des Aufschwimmens Beachtung zu schenken.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- Bis Ende 1992 in der Schweiz ca. 3600 m' verlegt.

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

ERSAG SR-System

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Wickelrohr-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

Lizenz

Ersag Systeme AG, 8005 Zürich

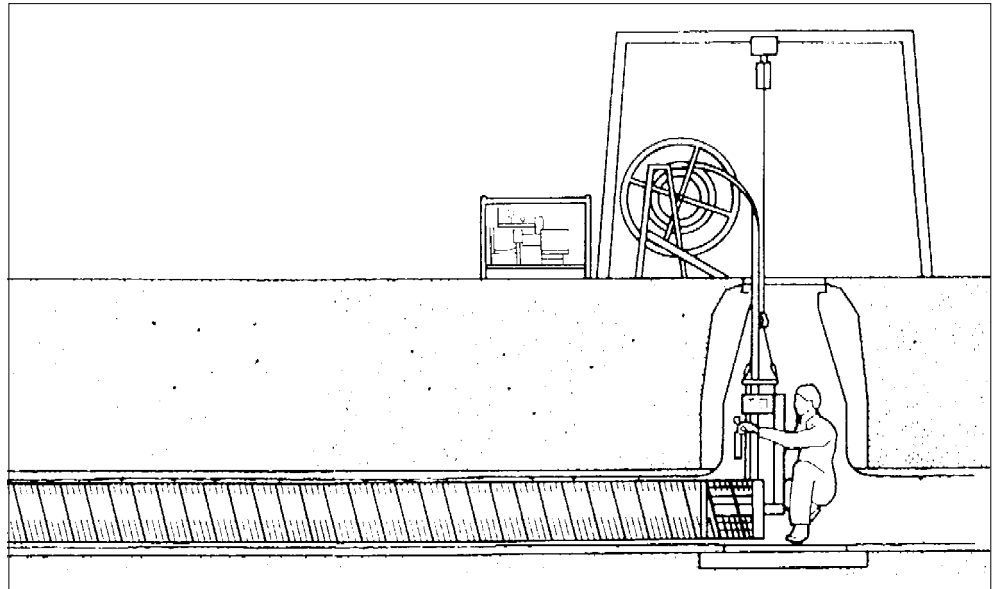
Anbieter

- Ersag Systeme AG, 8005 Zürich
- KFS Kanal Service AG, 4703 Oensingen und Niederlassungen
- Käppeli, Bautenschutz und Umwelttechnik AG 6430 Schwyz
- Pedrotti-Fischer AG, 9400 Rorschach

Kurzbeschrieb

Ein Kunststoff-Stegprofil wird im Kontrollschacht mit Hilfe einer hydraulischen Wickelmaschine zu einem kreisförmigen Endlos-Rohr gewickelt und gleichzeitig drehend in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt vorgeschoben. Die Verbindung der Profile untereinander erfolgt durch einen Schnappverschluss mit zwei integrierten Dichtleisten. Der Ringraum zwischen Wickelrohr und bestehendem Rohr wird mit Dämmen verfüllt.

Prinzipskizze



Materialien

Stegprofil : Hart PVC
Steghöhe je nach Rohrdurchmesser und Belastung
5.5 mm bis 14 mm.

Dichtungen: Co-extrudierte Primärdichtung aus Elastomere-PVC,
Gummidichtung EPDM (Neopren).

Dämmen: SR-Fliessdämmen

Normen

In der Schweiz nicht normiert

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit / Schweiz 1988

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreisprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 200 mm bis NW 600 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 100 m'
Bögen/Abwinkelungen	Beschränkt anwendbar

Vorarbeiten

Erdarbeiten	Je nach Rohrdurchmesser Zugang über Kontrollschacht, Kontrollschacht mit entferntem Konus oder Baugrube. Im Wickelschacht muss in der Regel die Schachtsohle abgebrochen werden.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querquerschnitts durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Verschliessen mit Absperrblasen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers notwendig.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Evtl. Schachtsohle ergänzen und Kontrollschacht instandstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschiessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalroboter von innen. ERSAG-Hausanschluss-System TROLL (Einmessen, Auffräsen, Einbinden) zur Zeit in Erprobung.
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190 vor Wiederanschiessen der Hausanschlüsse

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung
- Es muss sichergestellt sein, dass der Ringraum auf die ganze Länge in vollem Umfang verdämmt ist.
- Beim Verdämmen des Ringraumes ist dem Problem des Beulens bzw. demjenigen des Aufschwimmens Beachtung zu schenken.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

INSITUFORM-Relining

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

Lizenz

INSITUFORM International Inc., GB

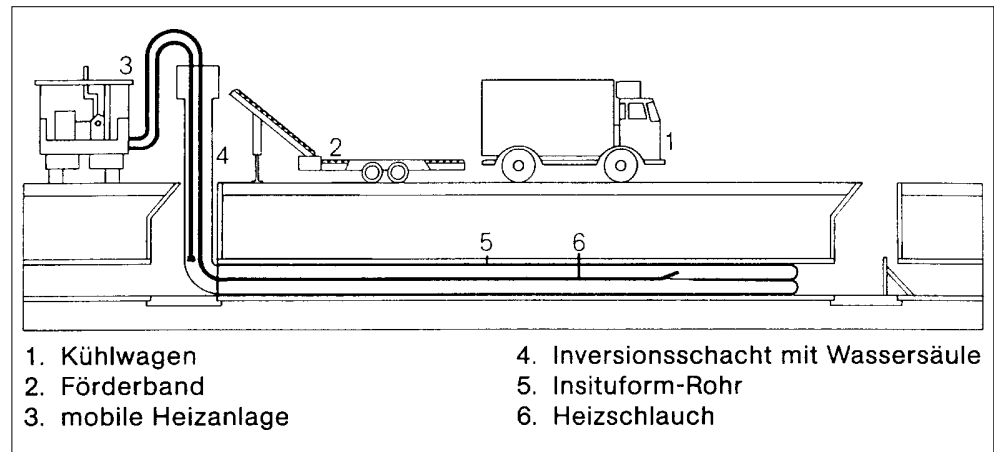
Anbieter

- KA-TE System AG, 8041 Zürich
- Arpe AG, 4450 Sissach und Niederlassungen

Kurzbeschrieb

Ein flexibler, mit Polyester- oder Epoxidharz getränkter Nadelfilzschlauch wird über einen Kontrollschacht im Inversionsverfahren mit Wasserdruck in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingebracht. Die Aushärtung des Harzes erfolgt unter Druck durch Aufheizen des Wassers. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial: Konfektionierter Schlauch aus Polyester-Nadelfilz, einseitig mit ca. 0.3 mm Polyurethan beschichtet

Harze: Isophaltsäure-Polyesterharz oder Epoxidharz (Araldit) mit Füllstoffen je nach Anforderung

Schichtdicke: 3.0 mm bis 48 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung

Normen

In der Schweiz nicht normiert

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit 1971 GB
Schweiz 1978

Hinweis

KA-TE System AG / Arpe AG haben die Lizenz für die Schweiz im Mai 1993 übernommen.

Anwendungsbereich

Schadenbilder

- Offene oder beschädigte Muffen
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
- Korrodierte Rohrwandungen

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsform	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 2500 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 600 m'
Bögen/Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung)

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung. Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen.
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers und der seitlichen Anschlüsse erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalroboter von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 9 mm bis 48 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- Bei nichtmetallischen Rohren keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- Verfahren auch für Grundstückentwässerungen geeignet.
- Langzeiterfahrung seit 1971. Weltweit in über 40 Ländern über 5000 km, in der Schweiz über 100 km verlegt.

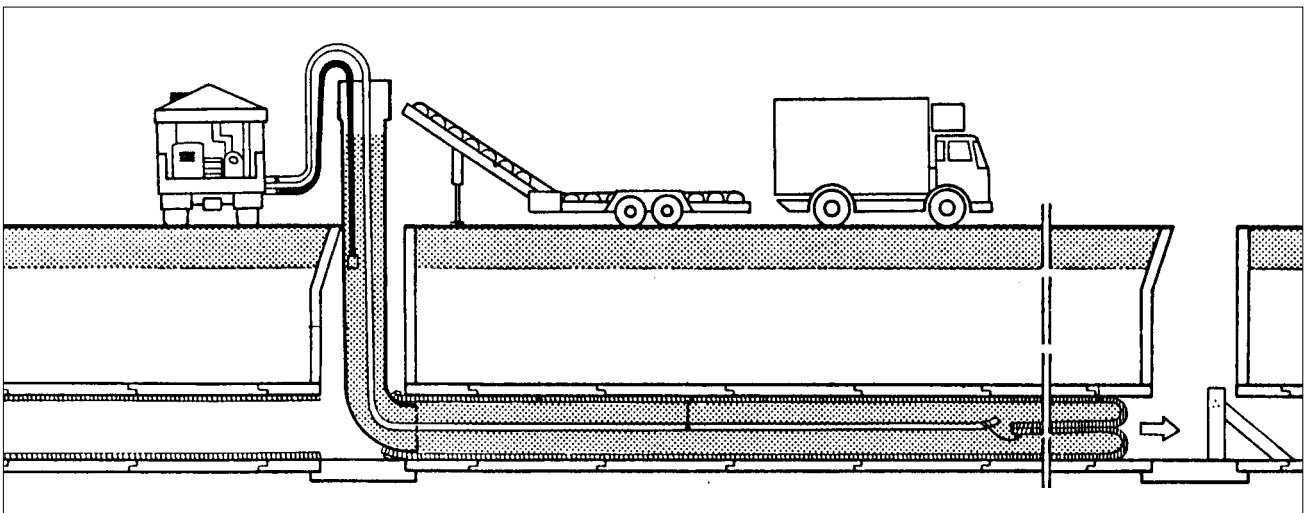
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

Insitu-Lining

Verfahrensgruppe	Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.
Lizenz	Neue Kasapro AG, 9202 Gossau
Anbieter	Neue Kasapro AG, 9202 Gossau und Niederlassungen
Kurzbeschrieb	Ein flexibler, mit Polyester- oder Epoxidharz getränkter Nadelfilzschlauch wird über einen Kontrollschacht im Inversionsverfahren mit Wasserdruck in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingebracht. Die Aushärtung des Harzes erfolgt unter Druck durch Aufheizen des Wassers. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien	Trägermaterial:	Konfektionierter Schlauch aus Polyester-Nadelfilz mit Polyester-Trägerschicht, einseitig mit ca. 0.3 mm Polyurethan beschichtet
	Harze:	Isophthalsäure-Polyesterharz oder Epoxidharz (Araldit) mit Füllstoffen je nach Anforderung
	Schichtdicke:	4.5 mm bis 24 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung
Normen	In der Schweiz nicht normiert	
	D:	ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)
Erstanwendung	Weltweit	1971 GB
	Schweiz	1978
Hinweis	Die Erstanwendung des Verfahrens erfolgte weltweit und in der Schweiz unter der Bezeichnung INSITUFORM-Relining. Die Neue Kasapro AG bietet das Verfahren seit Mai 1993 aus lizenzrechtlichen Gründen unter der Bezeichnung Insitu-Lining an.	

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsform	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 125 mm bis NW 1200 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 400 m'
Bögen/Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung)

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung. Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen.
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers und der seitlichen Anschlüsse erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschiessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalroboter von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 9 mm bis 48 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- Bei nichtmetallischen Rohren keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- Verfahren auch für Grundstückentwässerungen geeignet.
- Langzeiterfahrung seit 1971. In der Schweiz über 100 km verlegt.

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

Flex-KRT-System

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

Lizenz

KRT Kanalsanierungs-Technik AG, 2502 Biel

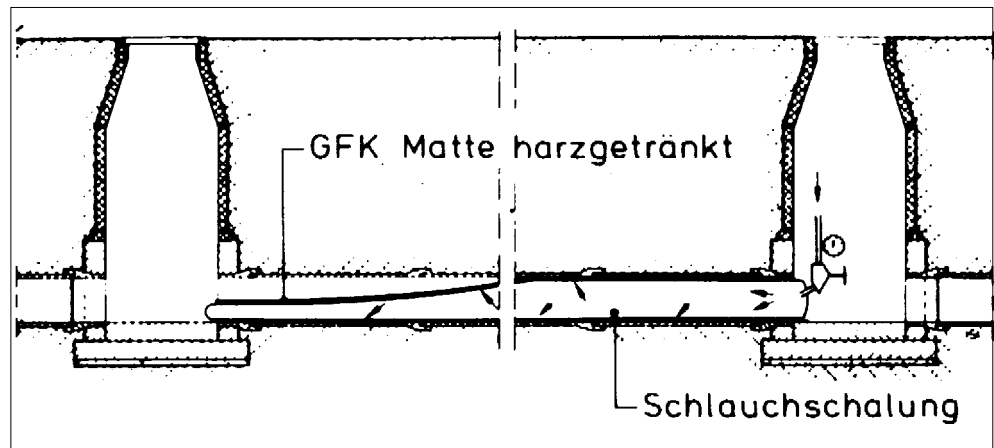
Anbieter

KRT Kanalsanierungs-Technik AG
2502 Biel und Niederlassungen

Kurzbeschrieb

Ein flexibler, mit Epoxidharz getränkter Schlauch aus Glasvlies und -gewebe wird über bestehende Kontrollschächte mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. Anschliessend wird der Schlauch mit Druckluft oder Wasser aufgeweitet und gegen die Rohrwandung gepresst. Die Aushärtung des Harzes erfolgt unter Druck mit Hilfe einer elektrischen Widerstandsheizung über im Glasvlies integrierte Heizdrähte oder mittels Heisswasser. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial: Konfektionierter Schlauch aus Glasvlies und -gewebe mit integrierten Heizdrähten. Innenfolie aus vlieskaschiertem PVC. Aussenfolie aus PVC.

Harz: Diverse Epoxidharz-Systeme

Schichtdicke: 6.0 mm bis 8.5 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung

Normen

In der Schweiz nicht normiert

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining (Entwurf)
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit 1979 F (Copeflex)
Schweiz 1985

Anwendungsbereich

Schadenbilder

- Offene oder beschädigte Muffen
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
- Korrodierte Rohrwandungen

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 1800 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 125 m'
Bögen /Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung)

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers und der seitlichen Anschlüsse erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln, Formstücke).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 12 mm bis 17 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- Keine Verklebung zwischen Relining und Rohr bei Verwendung einer Aussenfolie.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- In Frankreich bis Ende 1990 ca. 17.5 km ausgeführt; in der Schweiz bis Ende 1992 ca. 9.5 km.

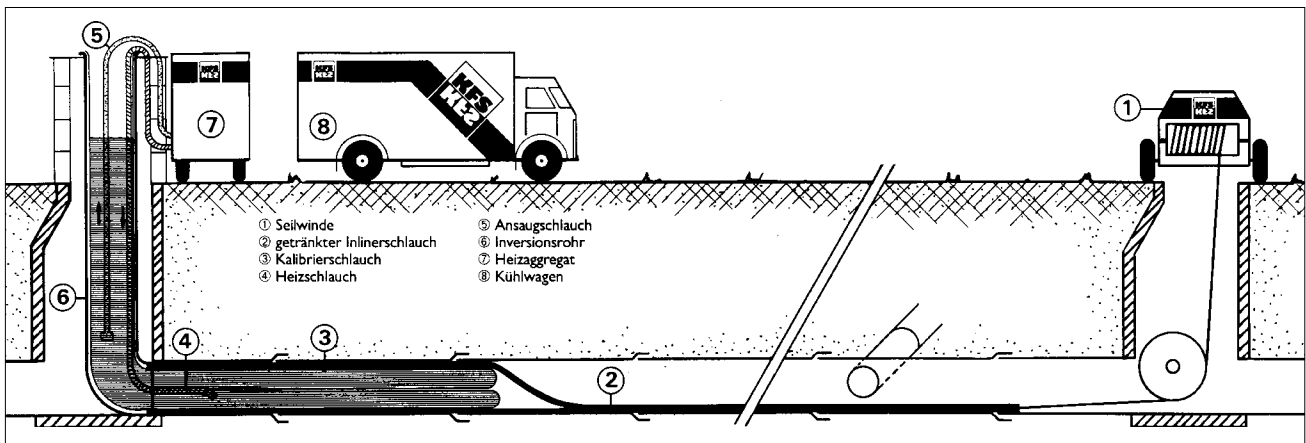
Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

KM-Inliner

Verfahrensgruppe	Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.
Lizenz	Kanal-Müller-Gruppe, D-4938 Schieder-Schwalenberg
Anbieter	KFS Kanal-Service AG, 4702 Oensingen und Niederlassungen
Kurzbeschreibung	Ein flexibler, mit Polyester- oder Epoxidharz getränkter Nadelfilzschlauch wird über bestehende Kontrollschächte mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. In diesen Trägerschlauch wird im Inversionsverfahren mit Wasserdruck ein Kalibrierschlauch eingebracht. Dadurch wird das Trägermaterial aufgeweitet und gegen die Rohrwandung gepresst. Die Aushärtung des Harzes erfolgt unter Druck durch Aufheizen des Wassers. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien	Trägermaterial für Aussen- und Kalibrierschlauch: Konfektionierter Schlauch aus Polyester-Nadelfilz, einseitig mit ca. 0.5 mm Polyurethan beschichtet. Das Trägermaterial kann mit einem Glasgewebe verstärkt werden. Harze: Isophtalsäure-Polyesterharz oder Epoxidharz Schichtdicke : Polyesterharz 4 mm bis 24 mm Epoxidharz 4 mm bis 10 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung
Normen	In der Schweiz nicht normiert D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)
Erstanwendung	Weltweit 1985 D Schweiz 1985

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
---------------	---

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 125 mm bis NW 1250 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 200 m'
Bögen / Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung).

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers und der seitlichen Anschlüsse erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln, Formstücke).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

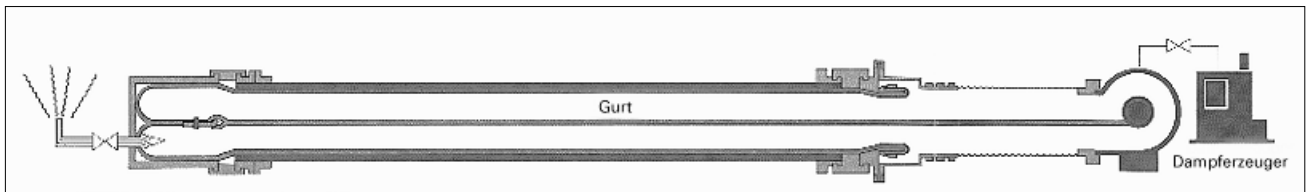
- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 8 mm bis 48 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- In der Regel keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- Langzeiterfahrung seit 1985. Weltweit in D, NL, GB, J und USA über 110 km, in der Schweiz über 8 km verlegt.

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

PHOENIX-Relining

Verfahrensgruppe	Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining
Hinweis	Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.
Lizenz	Phoenix Treatment SA, CH / NL
Anbieter	Line SA/AG, 13303 Penthaz und 8902 Urdorf
Kurzbeschrieb	Ein flexibler, mit Epoxidharz versehener Schlauch aus Polyestergewebe wird über bestehende Kontrollschächte im Inversionsverfahren mit Druckluft in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingebracht. Die Aushärtung des Harzes erfolgt unter Druck durch Einblasen von Dampf. Es entsteht eine nahtlose Auskleidung ohne Fugen, die eng am bestehenden Rohr anliegt.
Prinzipskizze	



Materialien	Trägermaterial: Nahtlos gewobener Polyesterschlauch einseitig mit PE beschichtet. Verstärkung mit Nadelfilzschicht je nach Anforderungen möglich. Harz: Epoxidharz Schichtdicke: 1.5 mm bis 12.0 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung
Normen	In der Schweiz nicht normiert D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)
Erstanwendung	Weltweit 1965 Japan (Gasleitungen) Schweiz 1982 Gasleitungen 1987 Kanalisationen

Anwendungsbereich

Schadenbilder	– Offene oder beschädigte Muffen – Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung – Korrodierte Rohrwandungen
Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermässige Verformung bei flexiblen Rohren

Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 80 mm bis NW 900 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 650 m'
Bögen/Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung) bis 90° (R > 3D)

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder -fräsen
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln, Formstücke).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 3.0 mm bis 24.0 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- Bei Beton- und Steinzeugrohren Verklebung zwischen Relining und Rohr kritisch.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.

Erfahrungen

- Das Verfahren wurde ursprünglich für den Druckleitungsbereich entwickelt. Langzeiterfahrungen liegen im Versorgungsbereich (Gas, Wasser) vor.
- Im Kanalisationsbereich beschränkt angewendet.

Stand

Juli 1993

Verfahren

SOFTLINING

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

System-Lieferant

Softlining AG, 3608 Thun

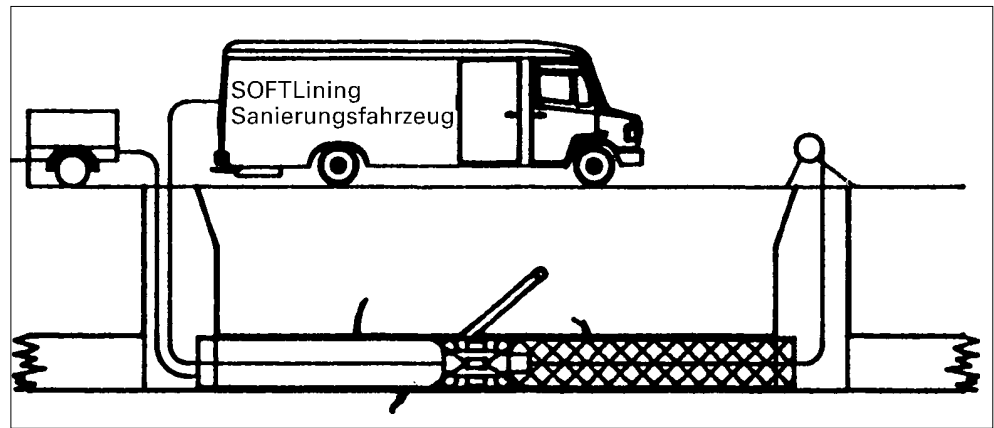
Anbieter

Softlining AG, 3608 Thun

Kurzbeschrieb

Ein flexibler, mit Polyesterharz getränkter Mehrlagenschlauch (Sandwichaufbau aus Folien, Glas und Filz) wird über einen Kontrollschacht mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. In diesen Trägerschlauch wird im Inversionsverfahren mit Druckluft ein Kalibrierschlauch eingebracht. Dadurch wird das Trägermaterial aufgeweitet und gegen die Rohrwandung gepresst. Die Aushärtung des Harzes erfolgt mit UV-Licht. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial: Konfektionierter Mehrlagenschlauch in Sandwichaufbau (Folie–Glas–Filz–Glas–Folie). Armierte UV-undurchlässige Aussenfolie. Kalibrierschlauch aus spezieller Mehrschichtfolie.

Harz: Lichthärtendes Polyesterharz auf Isophtalsäurebasis mit Neopentylglykol bzw. für extreme Abwässer Vinylesterharz-Basis.

Schichtdicke: 7 mm bis 13 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung

Normen

In der Schweiz nicht normiert

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit / Schweiz 1985

Anwendungsbereich

Schadenbilder

- Offene oder beschädigte Muffen
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
- Korrodierte Rohrwandungen

Einschränkungen	Verfahren nur bedingt anwendbar bei: – Starker Scherbenbildung – Rohrbruch oder Einsturz – Lageabweichung – Übermäßige Verformung bei flexiblen Rohren
Rohrmaterial	Alle Materialien
Querschnittsformen	Kreis-, Ei- und Spezialprofile
Dimensionen	Kreisprofile NW 100 mm bis NW 1000 mm
Max. Reichweite	Je nach Dimension bis max. 200 m'
Bögen/Abwinkelungen	Mit Vorbehalten (Faltenbildung)

Vorarbeiten

Erdarbeiten	In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.
Rohrquerschnitt	Hochdruck-Reinigung, Herstellen des ursprünglichen Leitungsquerschnittes durch Ausbohren oder Ausfräsen.
Seitl. Anschlüsse	Vorstehende Anschlüsse abfräsen.
Grundwasser	Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.
Wasserhaltung	Umpumpen des Abwassers und der seitlichen Anschlüsse erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte	Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.
Seitl. Anschlüsse	Wiederanschliessen von aussen oder Auffräsen des Relinings mit Kanalrobotern von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).
Nachbehandlung	Hochdruck-Reinigung
Abnahme	Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 14 mm bis 26 mm.
- Faltenbildung bei Bögen abhängig von Rohrdurchmesser, Radius und Winkel.
- Keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Schwachpunkt: Einbinden der Hausanschlüsse.
- 7 Anlagen im Einsatz. Auslandlizenzen in Deutschland, Österreich, Frankreich, Italien. Insgesamt 40 000 m' ausgeführt (Ende 1992).

Stand	Juli 1993
--------------	-----------

Verfahren

SikaRoboLiner 10

Verfahrensgruppe

Sanierung – Reliningverfahren – Schlauch-Relining

Hinweis

Allgemeine Informationen zu den Reliningverfahren sind im Abschnitt 4.3.2 enthalten.

Hersteller

Sika Robotics AG, 8627 Grüningen

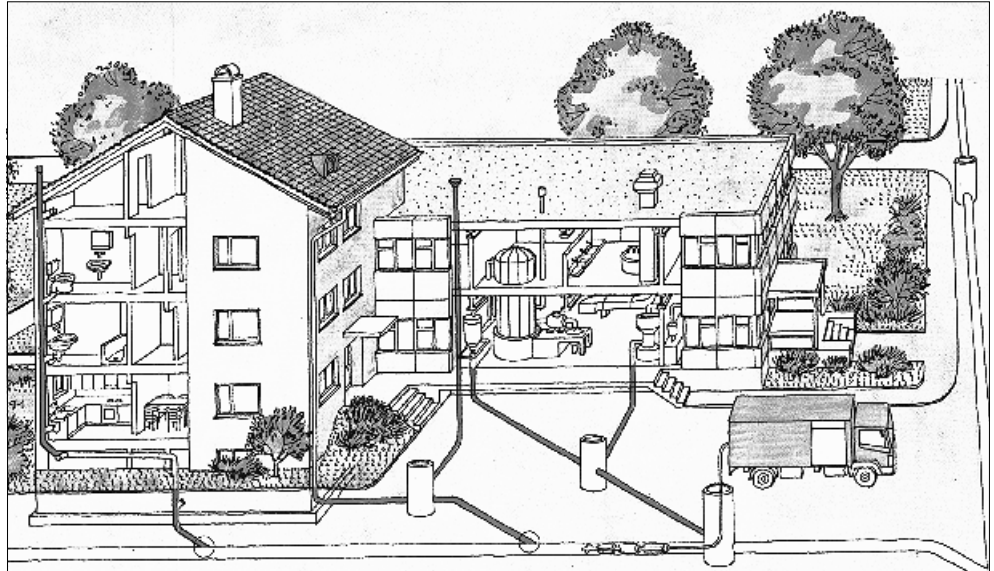
Anbieter

- Sika Robotics AG, 8627 Grüningen
- Rohrrenova AG, 9100 Herisau
- Hächler ZenRuffinen, 5430 Wettingen
- Rohr-Reinigungs-Service RRS AG 3110 Münsingen / 8004 Zürich

Kurzbeschreibung

Ein flexibler Schlauch aus Polyester-Nadelfilz wird vor Ort mit Epoxidharz getränkt und mit Hilfe einer Seilwinde in den sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitt eingezogen. Anschliessend wird der Schlauch mit Druckluft aufgeweitet und gegen die Rohrwandung gepresst. Die Aushärtung des Harzes erfolgt bei Normaltemperatur. Es entsteht eine fugenlose Auskleidung, die eng am bestehenden Rohr anliegt.

Prinzipskizze



Materialien

Trägermaterial : Konfektionierter Schlauch aus Polyester-Nadelfilz mit Trägergewebe. Evtl. PE-Preliner.

Harz : Kalthärtender 2-Komponenten-Epoxidharz
SikaRoboTec 8 bis 11 je nach Aussentemperatur

Schichtdicke: 3 mm bis 9 mm je nach Rohrdurchmesser und Belastung

Normen

In der Schweiz nicht normiert.

D: ATV-Merkblatt M 143, Teil 3: Relining
ATV-Arbeitsblatt A 127 (Statik)

Erstanwendung

Weltweit 1988 Schweden
Schweiz 1991

Anwendungsbereich Grundstück- und Hausentwässerungen

Schadenbilder

- Offene oder beschädigte Muffen
- Risse, Abplatzungen und leichte Scherbenbildung in der Rohrwandung
- Korrodierte Rohrwandungen

Einschränkungen

Verfahren nur bedingt anwendbar bei:

- Starker Scherbenbildung
- Rohrbruch oder Einsturz
- Lageabweichung
- Übermäßige Verformung bei flexiblen Rohren

Rohrmaterial

Alle Materialien

Querschnittsform

Kreis-, Ei- und Spezialprofile

Dimensionen

Kreisprofile NW 80 mm bis 250 mm

Max. Reichweite

Je nach Dimension und Anzahl Bögen bis max. 60 m'

Bögen/Abwinkelungen

Ein 45°-Bogen oder zwei richtungsgleiche 30°-Bögen möglich.

Vorarbeiten

Erdarbeiten

In der Regel nicht erforderlich. Zugang über Kontrollschächte.

Rohrquerschnitt

Hochdruck-Reinigung. Herstellen des ursprünglichen Querschnitts durch Ausbohren oder -fräsen.

Seitl. Anschlüsse

Vorstehende Anschlüsse abfräsen.

Grundwasser

Grundwassereinbrüche vorgängig abdichten.

Wasserhaltung

Umpumpen des Abwasser erforderlich.

Abschlussarbeiten

Kontrollschächte

Übergang Rohr/Kontrollschacht mit Spezialmörtel anpassen. Dichtigkeit zwischen Rohr und Relining im Übergangsbereich sicherstellen.

Seitl. Anschlüsse

Auffräsen des Relinings mit SikaRoboCut oder SikaRobot-Systemen von innen. Dichtes Einbinden der Anschlussleitung durch geeignete Massnahmen (Verpressen, Verspachteln).

Nachbehandlung

Hochdruck-Reinigung

Abnahme

Kontrolle mit Kanalfernsehen. Dichtigkeitsprüfung nach SIA V 190.

Bemerkungen

- Einzug in nichtbegehbare Kanalisationen mit Kanalroboter möglich.
- Querschnittsreduzierung je nach Schichtdicke 6 mm bis 18 mm.
- Bei Verwendung eines Preliners keine Verklebung zwischen Relining und Rohr.
- Für Nennweiten NW 250 mm bis NW 800 mm kann der SikaRoboLiner 20 eingesetzt werden.
- Gesamteuropäisch 11 Systeme im Einsatz.

Stand

Juli 1993

7 Umfrage

7.1	Allgemeines	131
7.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	133
7.3	Kommentar	141

7 Umfrage

7.1 Allgemeines

Vorbemerkung

Bei der Erarbeitung der Dokumentation hat die Arbeitsgruppe festgestellt, dass die Beschaffung gesicherter Unterlagen über die Planung und den Einsatz von Massnahmen zur Schadensbehebung schwierig ist. Insbesondere sind über die Zweckmässigkeit der in der Schweiz angebotenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren bei Auftraggebern und Anbietern recht unterschiedliche Auffassungen vorhanden. Die Dokumentation wurde deshalb durch eine Umfrage bei Städten und Gemeinden ergänzt, die seit Beginn der siebziger Jahre nichtbegehbare Kanalisationen ohne Grabarbeiten von innen instandgesetzt und saniert haben. Gleichzeitig konnten so ergänzende Angaben wie Organisationsformen, Strukturierung der Kanalnetze, Vorgehensweisen und Finanzierung erhalten werden.

Umfrageform

Herkömmliche Umfragen mit Fragebögen wie sie z.B. von der ATV in Deutschland (1988) oder dem Lehrstuhl für Betriebswirtschaft an der ETH Zürich (1991) durchgeführt worden sind, sagen wenig über Erfahrungen aus, die im Verlauf der Jahre mit den verschiedenen Verfahrenstechniken in qualitativer Hinsicht gemacht worden sind. Es wird dabei wohl umfangreiches Zahlenmaterial produziert, das statistisch betrachtet auch signifikant sein kann; die Frage nach der Qualität der einzelnen Systeme wird aber zumeist nur unbefriedigend beantwortet. Die Arbeitsgruppe hat deshalb eine beschränkte Anzahl Städte und Gemeinden in direktem Gespräch über ihre Erfahrungen bei der Erhaltung nichtbegehrer Kanalisationen befragt. Alle Befragungen sind nach einem einheitlichen Themen-Raster durchgeführt worden. (Abb. 7.1).

Umfragepartner

Die Auswahl der befragten Städte und Gemeinden wurde nach folgenden Kriterien vorgenommen:

- Erfahrungen im Bereich der Kanalerhaltung
- Einwohnerzahl
- Organisationsstruktur der Verwaltung
- Geografische Lage

Befragt wurden die zuständigen Instanzen folgender Städten und Gemeinden:

- | | |
|----------------------------|---|
| – Stadt Basel | Gewässerschutzamt Basel-Stadt (GSA) |
| – Stadt Bern | Amt für Abwasserentsorgung |
| – Stadt St. Gallen | Verwaltung der technischen Betriebe, Entsorgungsamt |
| – Stadt Chur | Tiebau- und Vermessungsamt |
| – Stadt Aarau | Stadtbauamt, Sektion Tiefbau |
| – Gemeinde Obergerlafingen | Präsidialabteilung und Ingenieurbüro Emch+Berger Solothurn AG |



IP BAU PI BAT

ImpulsprogrammBAU-ERHALTUNG
UND ERNEUERUNG**Programme d'impulsions**ENTRETIEN ET RENOVATION
DES CONSTRUCTIONS**Programma d'impulso**

RINNOVO DELLE COSTRUZIONI

Massnahmen zur Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen**UMFRAGE - THEMENRASTER****1. Allgemeine Angaben zur Gemeindestruktur**

- Einwohner, Industrie, weitere relevante Angaben
- Organisation Kanalerhaltung (Kanalbüro, Bauamt, Gemeindeingenieur, Spezialisten)
- Kanalnetz (Länge, Materialien, Dimensionen, Systeme, Alter, Spezialitäten)

2. Erhaltungsmassnahmen

- Ausgeführte Massnahmen (historische Entwicklung, Längen, Verfahren)
- Erhaltungsstrategie (Instandsetzung/Sanierung/Ersatz, Prioritäten, Massnahmen-evaluation, Ausschreibungen, weitere Gesichtspunkte)
- Schäden (Art, Ursachen)
- Finanzierung (Gesetzliche Vorgaben, Modelle, Schwierigkeiten)

3. Bautechniken

Auswahlkriterien, Einsatz, Erfahrungen, Vor- und Nachteile, Wirtschaftlichkeit folgender Verfahrensgruppen:

- | | |
|------------------|---|
| - Instandsetzung | Roboterverfahren
Partlining-Verfahren
Packer-Injektionen (Acryl-Gel)
Packer-Injektionen (PU-Schaum bzw. -Harz) |
| - Sanierung | Zementmörtel-Beschichtungen
Kunststoff-Beschichtungen
PE-Rohrstrang-Relining
Kurzrohr-Relining
Wickelrohr-Relining
Schlauchrohr-Relining |
| - Ersatz | Micro-Tunneling
Berst-Lining
Pipe-Eating
Andere Verfahren |

Abb. 7.1
 Auszug aus dem Umfrage-Themenraster.

7.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Allgemeine Angaben

Stadt/Gemeinde	Einwohner	Kanalisation	Dimensionen
Basel	ca. 200'000	ca. 360 km	ca. 65% unter 900 mm
Bern	ca. 135'000	ca. 300 km	ca. 50% unter 600 mm
St. Gallen	ca. 70'000	ca. 290 km	ca. 70% unter 800 mm
Chur	ca. 33'000	ca. 100 km	ca. 80% unter 800 mm
Aarau	ca. 16'000	ca. 75 km	ca. 65% unter 800 mm
Obergerlafingen	ca. 1'000	ca. 7 km	über 95% nichtbegehrbar

Abb. 7.2
Kenndaten der befragten Städte und Gemeinden.

Organisation

Die Organisationsstrukturen im Bereich der Kanalerhaltung sind in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl sehr unterschiedlich aufgebaut.

Während grössere Städte wie Basel über völlig eigenständige Organisationen mit entsprechender personeller Besetzung und maschineller Ausrüstung verfügen, werden diese Aufgaben in mittleren und kleineren Gemeinden vom Gemeinderat an Ingenieurbüros und Drittfirmen delegiert (z.B. Obergerlafingen).

Beispiel Basel

Die Kanalerhaltung ist vollumfänglich Aufgabe des Gewässerschutzamtes Basel-Stadt. Sie umfasst:

- Bestandesaufnahme mit eigenen Kanalfernsehanlagen, Beurteilung und Aufnahme in den Kanalisationskataster.
- Wartung unter Beizug von Fremdfirmen (z.B. für die Hochdruck-Reinigung).
- Projektierung und Bauleitung von Instandsetzungs- und Sanierungsmassnahmen unter Beizug privater Ingenieurbüros.

Die Baubegleitung erfolgt bei allen Massnahmen durch das Gewässerschutzamt Basel-Stadt.

Kanalnetze

Die Ausdehnung der öffentlichen Kanalnetze in den angesprochenen Städten und Gemeinden ist in Abb. 7.2 dargestellt.

Der überwiegende Teil der Kanalisationen ist mit Betonrohren ausgeführt. Diese Angaben decken sich mit denjenigen einer Untersuchung der ETH Zürich, die bei 70 untersuchten Gemeinden einen Anteil an Betonrohren von ca. 75% ausweist.

Eine Ausnahme von dieser Regel findet sich in Basel, wo mehrheitlich einbetonierte Steinzeugrohre verlegt sind. Ebenfalls Steinzeugrohre sind im Bereich der älteren Systeme in Innenstädten anzutreffen (z.B. St. Gallen, Chur).

Die in Abb. 7.2 ersichtlichen Unterschiede in den Dimensionen sind u.a. auf folgende Gegebenheiten zurückzuführen:

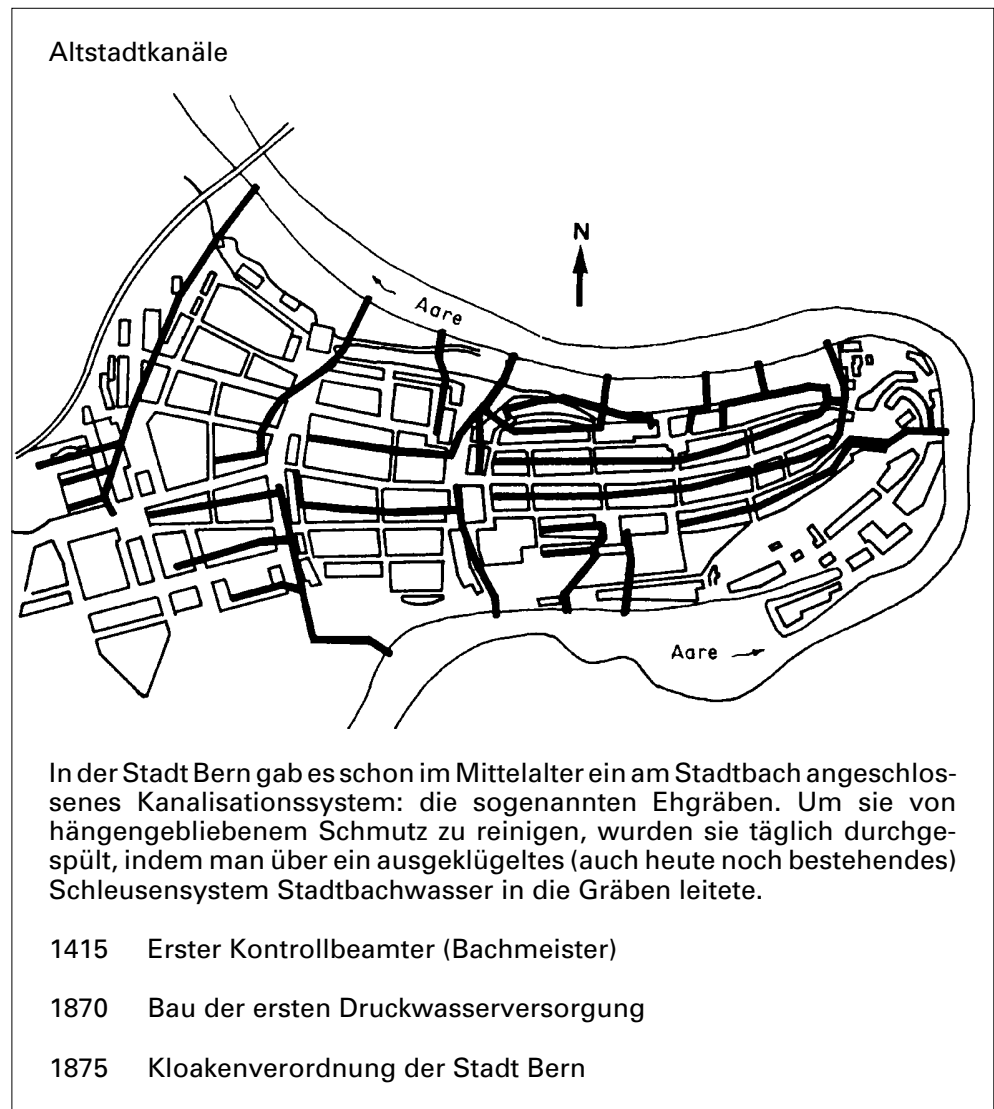
- Historische Entwicklung des Kanalisationsnetzes
- Ausdehnung und Einwohnerzahl der Gemeinde
- Lage innerhalb des Abwasserverbandes.

Die bereits erwähnte Untersuchung der ETH Zürich gibt für den Anteil der nichtbegehbaren Kanalisationen in der Schweiz einen Wert von ca. 90% an.

Eine Spezialität in Bern sind ausgedehnte private Entwässerungen, die weit über das Mass üblicher Grundstückentwässerungen hinausgehen. Ihr Zustand gibt ernsthaft Anlass zur Sorge.

Erhaltungsmassnahmen

Beispiel Bern



Entwicklung	Gesamtkonzepte zur systematischen Erhaltung und Bewirtschaftung der Kanalisationen sind in grösseren Städten seit Beginn der siebziger Jahren vorhanden. Ein Zusammenhang mit der Einführung des Kanalfernsehens in der Schweiz im Jahre 1965 ist klar erkennbar. Bei kleineren und mittleren Gemeinden ist der Schritt zur systematischen Erhaltung vielfach noch nicht vollzogen.
Bestandesaufnahme	Alle befragten Städte und Gemeinden überwachen ihr Netz mit Hilfe des Kanalfernsehens (Chur seit 1971). Der Grossteil der Kanalnetze ist vollständig erfasst. Der Kontrollturnus liegt zwischen 5 und 15 Jahren. Eine systematische Überprüfung der Dichtigkeit an bestehenden Leitungen nach SIA V 190 wird in der Regel nicht durchgeführt.
Schäden	Der in Abschnitt 1.1 der Dokumentation erwähnte Anteil an undichten oder beschädigten Kanalisationen von mindestens 20% wird allgemein als zu tief erachtet. Es ist wohl davon auszugehen, dass mindestens ein Drittel der Kanalisationen undicht oder anderweitig beschädigt sind. Bei Grundstückentwässerungen wird der Anteil auf über 50% geschätzt. Eine erhöhte Schadenhäufigkeit ist bei nichteinbetonierten Leitungen mit Spitzmuffen zu beobachten. Aarau erwähnt speziell Rohre mit defekter Sohle aus den Jahren 1940 bis 1950 (Überlauf Klärgruben) und verminderte Betonqualität bei Rohren aus den Kriegsjahren.
Strategie	Kanalsanierungs-Verfahren werden allgemein dann eingesetzt, wenn eine deutliche Verlängerung der Lebensdauer erzielt werden kann oder wenn die Gegebenheiten (Verkehr, bestehende Überbauungen u.a.) eine Neuverlegung unwirtschaftlich erscheinen lassen. Andererseits kann die Koordination mit anderen Werken (Gas, Wasser, Strassenbau) aus wirtschaftlichen Überlegungen zu Neubaumassnahmen führen.
Ausschreibungen	Von der Einladung einzelner Anbieter zur Offertstellung ohne vorgegebenen Ausschreibungstext bis zur öffentlichen Submission mit einheitlichem Leistungsverzeichnis werden alle möglichen Vorgehensweisen angegeben. Eine Vereinheitlichung der Leistungsverzeichnisse für die einzelnen Verfahrensgruppen wird allgemein befürwortet.
Finanzen	Bei den Städten sind mehrjährige Investitionsprogramme (5 bis 10 Jahre) heute die Regel. Aarau rechnet beispielsweise für die Jahre 1993 bis 1997 mit einem jährlichen Sanierungsaufwand von ca. 2 Millionen Franken. Das Vorgehen bei der Aufteilung der Kosten für Erhaltungsmassnahmen in Budget- und Investitionskredite ist so unterschiedlich, dass eine Aufzählung der Möglichkeiten den Rahmen dieser Dokumentation sprengen würde. Dasselbe gilt für die verschiedenen Finanzierungsmodelle (Flächenbeiträge, Gebäudebeiträge, Trinkwassergebühren u.s.w.)

Bautechniken

Roboterverfahren	Das Verfahren ist allgemein akzeptiert. Es werden zwei Einsatzbereiche angegeben: 1. Eigenständiges Verfahren zur Reparatur von Muffen, Rissen, seitlichen Anschlüssen u.a. (z.B. Basel, Aarau) 2. Wiederanschiessen seitlicher Anschlüsse nach Reliningarbeiten (z.B. Bern, Chur). Basel bezeichnet den Einsatz von Kanalrobotern zur Schadensbehebung bei Steinzeugrohr-Muffen als echte Sanierung im Sinne der ATV M 143. Die Qualität der Arbeit steht und fällt mit der Erfahrung des Operators.
Innenmannschetten	Nur vereinzelte Ausführungen. Bezüglich Erfahrung keine Aussage möglich.
Packer-Injektionen	Die Angaben der befragten Städte und Gemeinden über die Anwendung von Packer-Injektionen mit Acryl-Gel sind sehr unterschiedlich. Obergerlafingen hat sein Netz praktisch ausschliesslich mit Packer-Injektionen instandgesetzt. Die Erfahrungen sind gut. Aarau und Chur verweisen auf gute Erfahrungen, wenden aber das Verfahren seit einigen Jahren nicht mehr an. St. Gallen hat aufgrund negativer Erfahrungen mit Acrylgel auf Injektionen mit Polyurethan gewechselt. Die kontroversen Meinungen spiegeln die Situation wieder, die gesamtschweizerisch anzutreffen ist (siehe Abschnitt 4.2.2).
Zementmörtel-Beschichtungen	Chur hat bis 1983 regelmässig Zementmörtel-Beschichtungen ausgeführt. Das Verfahren ist durch das Schlauch-Relining abgelöst worden.
PUR-Beschichtungen	Keine Ausführungen bekannt.
Rohrstrang- und Kurzrohr-Relining	Beide Verfahren werden wegen den Problemen, die beim Wiederanschiessen der seitlichen Anschlüsse auftreten, nur vereinzelt angewendet. St. Gallen weist auf sehr gute Erfahrungen mit Kurzrohr-Relining hin. Die Hausanschlüsse sind aufgraben und von aussen neu angeschlossen und verschweisst worden.
Wickelrohr-Relining	Ausführung nur in St. Gallen. Als Schwachpunkte werden die Vollständigkeit der Verdämmung, die Dichtigkeit und das Wiederanschiessen der seitlichen Anschlüsse genannt. In Basel sind Wickelrohr-Relining in PVC-Material nicht zugelassen.
Schlauch-Relining	Breite Erfahrung vorhanden. Allgemein werden Systeme mit grösseren Schichtdicken und homogenem Materialaufbau bevorzugt. Gegenüber der Verwendung von hochfesten Materialien (Glasfasern) und geringen Schichtdicken bestehen Bedenken (Basel, Chur).

Anwendung der Bautechniken	Instandsetzung			Sanierung					
	Kanalroboter	Innenmanschette	Packer-Injektionen	ZM-Beschichtung	PUR-Beschichtung	Rohrstrang-Relining	Kurzhrohr-Relining	Wickelrohr-Relining	Schlauch-Relining
Städte/Gemeinden									
Basel	●	▲	●	■	▲	▲	▲	3)	●
Bern	●	▲	■	▲	▲	■	■	▲	●
St. Gallen	■	■	●	▲	▲	▲	●	■	●
Chur	●	▲	1)	1)	▲	■	▲	▲	●
Aarau	●	▲	2)	▲	▲	■	▲	▲	●
Obergerlafingen	▲	▲	●	▲	▲	▲	▲	▲	■

● Regelmässige Anwendung

■ Vereinzelte Anwendung

▲ Keine Anwendung

1) Anwendung bis 1983, später Schlauch-Relining

2) Anwendung bis 1989

3) Anwendung in PVC-Material nicht zugelassen

Abb. 7.3

Anwendung der verschiedenen Bautechniken in den befragten Städten und Gemeinden.

Beispiel Chur

Von 1983 bis 1991 wurden insgesamt ca. 20 km mit Schlauch-Relining ausgekleidet.

Systeme:

– INSITUFORM-Relining	seit	1983
– KM-Inliner	seit	1985
– Copeflex	seit	1985
– Phoenix-Relining	seit	1987

Die Erfahrungen mit Relining-Verfahren sind gesamthaft betrachtet gut.

Kosten pro Laufmeter seit 1986:

1986	Fr. 500.– pro m'
1987	Fr. 615.– pro m'
1988	Fr. 785.– pro m'
1989	Fr. 578.– pro m'
1990	Fr. 736.– pro m'

Die oben erwähnten Laufmeterpreise umfassen alle Vorarbeiten, das Relining und alle Abschlussarbeiten. Die mittleren Preise pro Laufmeter variieren je nach Durchmesser der sanierungsbedürftigen Leitungsabschnitte.

Schwachstellen und Entwicklung

Grundstück-entwässerungen

Die Sanierung von Grundstückentwässerungen wird wegen der hohen Schadenquote allgemein als vordringliche Aufgabe angesehen. Die Abgrenzung zwischen Kommune und Hausbesitzer ist in der Regel beim Übergang der Grundstückentwässerung in die öffentliche Kanalisation (seitlicher Anschluss). Eine Ausnahme ist in Basel festzustellen, wo die Abgrenzung bei der Parzellengrenze liegt.

Bei Umbauten ist vom Hausbesitzer die Dichtigkeit der Grundstückentwässerung nachzuweisen.

Basel verfügt über Erfahrung bei der Instandsetzung und Sanierung von Grundstückentwässerungen mit Injektionen und Schlauch-Reliningverfahren.

Seitliche Anschlüsse

Das dichte Einbinden der seitlichen Anschlüsse nach Relining-Arbeiten wird insbesondere im Grundwasserbereich als problematisch erachtet. Es sind Überlegungen im Gange, Grundstückentwässerungen unter bestimmten Voraussetzungen wieder vermehrt von aussen anzuschliessen. Basel bezeichnet das Problem als nicht gravierend, da die Mehrzahl der Leitungen unter 90° angeschlossen sind und in der Regel kaum Mängel aufweisen (Steinzeugrohre).

Entwicklung

Zur zukünftigen Entwicklung im Bereich der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen werden folgende Wünsche und Forderungen geäußert:

- Schäden sollten vermehrt durch gezielte Entwicklungsarbeit bei den Rohrmaterialien vermieden werden können.
- Der Erhaltung nichtbegehrter Kanalisationen ist bei der Erstellung von Normen und Richtlinien erhöhte Bedeutung zuzumessen. Eine Vereinheitlichung der Leistungsverzeichnisse (Normpositionen) für die verschiedenen Instandsetzungs- und Sanierungsverfahren ist wünschenswert.
- Die Möglichkeit der Einflussnahme bei der Erfassung und Sanierung defekter Grundstückentwässerungen sollte besser und klarer geregelt werden (Kommunale Verordnungen).
- Die Erhaltung müsste durch geeignete Finanzierungsmodelle besser unterstützt werden. Die Abgeltung der Meteorwasserentsorgung ist in die Modelle miteinzubeziehen.

7.3 Kommentar

Die Umfrage hat den Eindruck bestätigt, dass wohl eine Vielzahl verschiedenster Verfahren zur Schadensbehebung zur Verfügung steht, dass aber schadhafte Kanalisationsen in der Praxis mit einigen wenigen, ausgewählten Bautechniken instandgesetzt und saniert werden. Zur Zeit werden in der Schweiz über 30 Verfahren zur Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung nichtbegehbaren Kanalisationsen angeboten. Seit 1968 sind aber über 90% aller Massnahmen mit nur 4 Verfahrenstypen ausgeführt worden:

- Zementmörtelbeschichtung (von 1968 bis 1983)
- Packer-Injektionen mit Acryl-Gel (seit 1972)
- Schlauch-Relining (seit 1978)
- Roboter-Verfahren (seit 1980)

Damit liegt auf der Hand, dass bei vielen der angebotenen Verfahren nur wenig Aussagen über die Nutzungsdauer und damit letztendlich über die Wirtschaftlichkeit gemacht werden können.

Ein weiterer Punkt hat sich im Gespräch mit den Umfrageteilnehmern, aber auch mit den Fachleuten und Anbietern herausgeschält:

Die Schäden an nichtbegehbaren Kanalisationsen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit umfangreicher als bisher angenommen. Ein noch düstereres Bild wird im Bereich der Grundstückentwässerung erwartet.

Damit ist ganz klar eines der nächsten Aufgabenpakete angesprochen, das in den kommenden Jahren anzupacken ist. Vorerst gilt es dafür die rechtlichen, finanziellen und technischen Grundlagen zu schaffen.

8 Anhang

8.1	Übersicht über die Verfahrensanbieter	145
8.2	Literatur und Unterlagen	148

8 Anhang

8.1 Übersicht über die Verfahrensanbieter

In der nachfolgenden Übersicht sind diejenigen Verfahrensanbieter aufgeführt, die bei der Abfassung des Kapitels 6 «Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe» in verdankenswerter Weise mit Prospektmaterial und Auskünften mitgeholfen haben.

Die Übersicht muss sich zwangsläufig auf den Stand Juli 1993 beschränken. Sie kann aufgrund der rasch wechselnden Marktverhältnisse keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Anbieter	Verfahren	Hinweis
ARPE AG Ebenrainweg 10 4450 Sissach	– KA-TE System – SEAL-i-TRYN – INSITUFORM-Relining	 VB VB VB
Walo Bertschinger AG Postfach 7534 8023 Zürich	– Microtunneling	 BT
Max Eisenhut AG Churerstrasse 16 9400 Rorschach	– Packer-Injektionen – Rohrstrang-Relining – Kurzrohr-Relining – Roboter-Verfahren	 BT BT BT BT
Ersag System AG Pfingstweidstrasse 30 8005 Zürich	– ERSAG SR-System	 VB
E. Hänni Industriestrasse 30 8117 Fällanden	– Janssen-System	 VB
Hatt-Haller-Klug AG Postfach 8022 Zürich	– SEAL-i-TRYN – Flexoren-Relining – RIB-LOC – Kurzrohr-Relining CONDOR	 VB BT VB BT
Kanal- und Rohr-sanierungs-technik KRT AG Neuengasse 41 2502 Biel	– KRT-Flex Part-Lining – Zementmörtel-Beschichtung – Rohrstrang-Relining – Flex-KRT-System	 VB BT BT VB

Anbieter	Verfahren	Hinweis
Käppeli Bautenschutz und Umwelttechnik AG Bahnhofstrasse 48 6430 Schwyz	– Telegrout – ELIT-OR – ERSAG SR-System	VB VB VB
Neue Kasapro AG Moosburgstrasse 12 9202 Gossau	– PENETRYN – PENETRYN SNAKE – Insitu-Lining	VB VB VB
KA-TE System AG Leimbachstrasse 38 8041 Zürich	– KA-TE System – INSITUFORM-Relining	VB VB
KFS Kanal-Service AG Bittertenstrasse 12 4702 Oensingen	– PIN-Verfahren – POSATRYN – Zementmörtel-Beschichtung – Rohrstrang-Relining – Kurzrohr-Relining KFS / W & H – ERSAG SR-System – KM-Inliner	VB VB BT BT BT VB VB
LINE AG Grubenstrasse 3 8902 Urdorf	– U-Liner – PHOENIX-Relining	VB VB
Gebr. Meier AG Paradiesstrasse 5 5200 Brugg	– Microtunneling	BT
Hans Notter AG Alte Muristrasse 2 5623 Boswil	– Janssen-System	VB
Rohrrenova AG Lindenwiese 6 9100 Herisau	– Sikarobot System – NuPipe – SikaRoboLiner 10/20	VB VB VB/BT

Anbieter	Verfahren	Hinweis
Sika Robotics AG Industriestrasse 8627 Grüningen	– SikaRobot System – SikaRoboLiner 10/20	VB VB
Softlining AG Bierigut-Strasse 11 3608 Thun	– Softlining	VB
TRENCHAG AG Riedenerstrasse 13 8305 Dietlikon	– Microtunneling	BT

Anbieter:	In der Regel ist nur der Hauptsitz der Anbieterfirma angegeben. Niederlassungen sind nicht aufgeführt.
Verfahren:	Es sind nur diejenigen Verfahren aufgelistet, die im Bereich Kanalisation von Bedeutung sind. Die Bereiche Gas und Wasser sind nicht berücksichtigt.
Hinweis:	VB Eingehender Verfahrensbeschrieb in Kapitel 6 «Firmenbezogene Verfahrensbeschriebe». BT Allgemeine Informationen zum Verfahren im Kapitel 4 «Bautechniken».

8.2 Literatur und Unterlagen

Literatur

- [1] Abwassertechnische Vereinigung e.V., W. Niederehe u.a.: Dokumentation von Verfahren zur Schadensbehebung an Entwässerungskanälen und -leitungen. GFA St. Augustin D, 1990
- [2] Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung Umweltschutz: Ordner Siedlungsentwässerung, Aarau 1989 (Erstausgabe)
- [3] U. Ryffel, J. Fisch: Die Kanalisationen der Schweiz – Vorgehensplan zur Beurteilung von Kanalisationsanlagen, unveröffentlichte Semesterarbeit am Lehrstuhl für Betriebswirtschaft der ETH Zürich, 1991
- [4] B. Schmuck: Gezielter Unterhalt von Kanalisationen, Kommunalmagazin, April 1993
- [5] R. Sprenger: Kanalisationen erhalten – aber wie? Zeitschrift für Impuls, 8/1993
- [6] Stadtbauamt Aarau, Sektion Tiefbau: Mehrjahresprogramm Kanalisationen 1993–1997, Aarau, 1992
- [7] Stadt Bern, Planungs- und Baudirektion (Abwasserentsorgung): Abwasserreinigungsanlage ARA Bern-Neubrück, Bern 1988
- [8] Stein, Niederehe: Instandhaltung von Kanalisationen, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Ernst & Sohn Berlin, 1992
- [9] VSA-Verbandsbericht Nr. 228, J. Santeler, R. Sprenger: Kanalsanierung durch Auskleidung und Relining, Zürich 1982
- [10] VSA-Verbandsbericht Nr. 306: M. Graf: Kanalisationskataster – Wichtige Grundlage bei der Kanalnetzsanierung, Zürich 1986
- [11] VSA-Verbandsnachricht Nr. 321, W. Grigo u.a.: Sanierungsmethoden für Grundstücksanschlussleitungen und Kanalisationen, Zürich 1986
- [12] Water Research Centre, Sewerage Rehabilitation Manual, Swindon GB, 1983

Firmeninformationen	Die im Anhang 8.1 aufgeführten Anbieter haben in verdankenswerterweise umfangreiche Dokumentationen zur Verfügung gestellt. Daneben wurden Prospekte folgender Firmen mitbenutzt: – Hans Brochier GmbH & Co, D-8500 Nürnberg – IBAK, D-2300 Kiel – Insituform-Brochier, D-8501 Schwaig bei Nürnberg – Kanal-Müller-Gruppe, D-4938 Schieder-Schwalenberg 2 – WAVIN AG, Departement Rollmaplast, CH-4553 Subingen – WAYSS & FREYTAG AG, D-6000 Frankfurt a.M. 11
Normen und Richtlinien	Die übergeordneten Normen und Richtlinien zur Erhaltung von Kanalisationen sind im Kapitel 2, Abb. 2.2 aufgeführt.
Cartoons	Sylvia Vananderoye, Bern
Bildnachweis	Die Bilder stammen zu einem Teil von den Autoren. Zum anderen Teil sind sie den oben erwähnten Publikationen und Firmeninformationen entnommen.