

Diploma Thesis

Trenchless rehabilitation: comparison of conventional construction methods to trenchless technologies

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

Grabenlose Sanierung: Vergleich der konventionellen Bauweise mit grabenlosen Technologien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Sebastian Mayr, BSc

Matr. Nr.: 01327669

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. **Bettina Chylik, BSc**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/234-1, A-1040 Wien

Wien, im Oktober 2021

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Personen bedanken, die mich während meines Studiums und vor allem während der Ausarbeitung dieser Diplomarbeit tatkräftig unterstützt haben.

Bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerald Goger, der mir das Verfassen meiner Diplomarbeit am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement am Forschungsbe-
reich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik ermöglicht hat.

Besonders bedanken möchte ich mich auch bei Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Bettina Chylik, Herrn Dipl.-Ing. Stefan Hitzfelder und Frau Mag. Silke Cubert, die mich während des Verfassens dieser Arbeit tatkräf-
tig mit Wissen, Unterlagen, Beistand und Geduld unterstützt haben.

Weiters möchte ich sämtlichen Unternehmen und Mitarbeitern meinen Dank aussprechen, die Un-
terlagen für die Ausarbeitung der Thematik und fachbezogene Gespräche beigesteuert haben.

Danke auch an meine Studienkollegen Arthur, Jan, Kerstin, Michi und Wolfgang, die sich gemeinsam
mit mir durch dieses Studium gekämpft, Erfolge und Niederlagen gefeiert und die es teilweise auch
schon zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht haben. Es gab zahlreiche lustige, anstrengende und
im Rückblick auf die Vergangenheit legendäre Stunden, die ich nie vergessen werde.

Ein weiterer Dank gilt der Fa. Bernegger, vor allem Richard, Harald, Christoph und Stefan, die mich
während einer schwierigeren Phase meines Studiums und Lebens unwissentlich aufgebaut und stets
unterstützt haben.

Zu guter Letzt schulde ich einen großen Dank meiner Freundin Jasmin, meiner Mutter, meinem Vater,
meiner Oma, meinem Bruder, meinem Onkel, meinen Stiefeltern und dem Rest meiner Familie, die
mich während des Studiums in guten wie in schlechten Zeiten jederzeit unterstützt haben. Sie haben
mich aufgebaut, wenn etwas nicht nach Plan gelaufen ist und ebenso jeden Erfolg mit mir gefeiert.

Kurzfassung

Schlagwörter: Grabenlose Verfahren, konventionelle Bauweise, Vergleich von Sanierungsvarianten, Leitungssanierung, Grabenlose Technologien, monetäre und bauzeitliche Vergleiche

Die immer besser werdende Vernetzung der Menschen erfordert eine in ähnlicher Schnelligkeit verbesserte Infrastruktur der Leitungsver- und der Abwasserentsorgung. Ein großer Teil des heute bestehenden Kanalnetzes in Österreich wurde bereits in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts erbaut und ist in den nächsten Jahren zu sanieren, renovieren oder ersetzen. Durch umfangreiche Literaturrecherchen und deren zusammenfassende Darstellung in dieser Arbeit wird ein Verständnis für die komplexe Materie des Leitungsbaus, der grabenlosen und konventionellen Technologien bzw. Verfahren erzeugt.

Zu Beginn steht die Bedeutung der Sanierung und dessen zukünftige Rolle in Österreich im Fokus. Es folgen Darstellungen zu Anschlussstatistiken, Informationen zum Bestand und ein Ausblick auf die kommenden Jahre. Weiters wird die Thematik des Leitungsbaus und der gängigen konventionellen und grabenlosen Verfahren angeschnitten. Anschließend kommen Beschreibungen, Aufzählungen und Erläuterungen zu den verschiedensten Rahmenbedingungen, Funktionsweisen, Abläufe, Materialien und Verfahren. Da nicht nur die verwendeten Verfahren, sondern auch die rechtlichen Rahmenbedingungen oft einen großen Einfluss im Bauwesen haben, werden die aktuell gültigen Normen, Richtlinien und Regelblätter für die grabenlose Sanierung und den konventionellen Leitungsbau aufgelistet.

Anhand eines konkret erarbeiteten Fallbeispiels werden zum Abschluss verschiedene Sanierungsvarianten der grabenlosen Technologien mit konventionellen Bauweisen verglichen. Die Schwerpunkte liegen dabei auf der Reparatur, der Renovierung und der Teilerneuerung. Die verschiedenen Varianten werden im Anschluss monetär und bauzeitlich bewertet und in einem Vergleich gegenübergestellt. Als Ausgangspunkt für diesen Vergleich werden eigens definierte Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Einflüsse auf die Umwelt während des Baus, herangezogen.

Abstract

Keywords: trenchless methods, conventional construction methods, comparison of rehabilitation options, pipeline rehabilitation, trenchless technologies, comparison of monetary and construction expenses

The ever-improving connection between people and settlements requires an equal improving pipeline supply and wastewater disposal network. A large part of today's existing sewers in Austria was already built in the second half of the last century and will have to be rehabilitated, renovated, or replaced in the coming years. Extensive literature research and in this thesis presented summaries will provide a deep understanding of the complex matter of pipeline construction, trenchless and conventional technologies, or methods.

The importance of rehabilitation and its role in the future in Austria is elaborated at the beginning of this thesis. Connection statistics, information on the existing situation of the sewer network and a perspective for the coming years are described. Furthermore, the topic of pipeline construction and the common conventional and trenchless methods are discussed. Various boundary conditions, functionalities, procedures, materials, and methods are explained in detail. Since not only the methods used but also the legal framework has a major influence in the construction industry, the currently valid standards, guidelines, and codes of practice for trenchless rehabilitation and conventional pipeline construction are listed.

Comparisons of different rehabilitation variants with trenchless techniques as well as conventional construction methods based on a concrete project will be worked out. The focus of the variants is on repair, renovation, and partial renewal. These variants will then be evaluated monetarily and in terms of construction time and compared. The comparison is based on defined boundary conditions, such as the impact on the environment during the construction period.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Motivation.....	5
1.2	Forschungsfragen.....	5
1.3	Forschungsmethodik und Aufbau der Arbeit.....	6
1.4	Begriffsdefinitionen	6
2	Grundlagen des Leitungsbaus.....	9
2.1	Geo- und Hydrologie.....	10
2.1.1	Geologische Erkundungen.....	11
2.1.2	Bodengruppen.....	13
2.2	Verlegearten von Ver- und Entsorgungsleitungen.....	13
2.2.1	Erdverlegung.....	14
2.2.2	Verlegung im Schutzrohr.....	15
2.2.3	Verlegung im Mantelrohr.....	15
2.2.4	Verlegung im Leitungsgang bzw. -kanal.....	16
2.2.5	Verlegung in Produktrohrleitungen.....	16
2.3	Grabenlose Sanierung von Kanälen.....	17
2.3.1	Anschlussstatistik.....	17
2.3.2	Kanalalter	17
2.3.3	Zustand des Bestandes.....	19
2.3.4	Kanalmaterialien des Bestandes.....	21
2.3.5	Investitionsvolumen.....	24
3	Konventioneller Leitungsbau.....	27
3.1	Methoden der Baugrubensicherung.....	28
3.1.1	Geböschte Baugruben bzw. Gräben.....	28
3.1.2	Spundwand/Trägerverbau	29
3.1.3	Konventioneller Verbau.....	31
3.1.4	Grabenverbaugeräte (nach DIN 4124).....	32

3.1.5	Weitere Verbauarten in Spezialfällen (nach DIN 4124).....	33
3.2	Mindestabmessungen für die Grabenbreite	33
4	Grabenloser Leitungsbau.....	37
4.1	Nicht steuerbare Verfahren.....	39
4.2	Steuerbare Verfahren	39
4.3	Bodenverdrängungsverfahren	39
4.4	Bodenentnahmeverfahren.....	41
4.5	Start- und Zielschacht.....	42
4.6	Vorteile von grabenlosen Technologien.....	44
5	Grabenlose Verfahren	45
5.1	Neuverlegung	45
5.2	Sanierung, Erneuerung und Reparatur	46
5.2.1	Schlauchlining.....	47
5.2.2	Verformte Rohre.....	53
5.2.3	Langrohrlining.....	55
5.2.4	Kurzrohrlining.....	56
5.2.5	Wickelrohrverfahren	58
5.2.6	Beschichtungsverfahren	60
5.2.7	Berstverfahren.....	62
5.2.8	Aufweit- und Ziehverfahren	65
5.2.9	Rohrsegment-Lining.....	66
5.2.10	Überfahren des Altrohres.....	67
5.2.11	Roboterverfahren.....	68
5.2.12	Packerverfahren (Injektionsverfahren).....	70
5.2.13	Edelstahlmanschette (Innenmanschette).....	72
5.2.14	Abschnittsweise Auskleidung	74
5.2.15	Flutungsverfahren.....	75
5.2.16	Weitere Verfahren.....	77
6	Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren.....	79
6.1	Baufachliche Richtlinie für Abwasser aus Deutschland.....	79
6.2	ÖWAV Regelblatt 28.....	80
6.3	Weitere technische Rahmenbedingungen.....	81
6.4	Vertragliche Rahmenbedingungen	82

6.4.1	Leistungsverzeichnis.....	82
6.4.2	Normen und Richtlinien.....	83
7	Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels.....	87
7.1	Standortfindung.....	87
7.2	Fallbeispiel.....	90
7.2.1	Schadensdokumentation	91
7.2.2	Handlungsbedarf bzw. zu sanierende Schäden.....	92
7.2.3	Sanierungsvarianten	92
7.3	Kalkulation.....	93
7.3.1	Resultate der Literaturrecherche	94
7.3.2	Kostenentwicklung.....	95
7.3.3	Anpassen der Teilerneuerung auf das Rohrmaterial Asbestzement.....	97
7.3.4	Festlegung der Kosten.....	99
7.4	Zusammenfassung der ausgearbeiteten Varianten	101
7.4.1	Variante A-Reparatur.....	101
7.4.2	Variante B-Renovierung.....	105
7.4.3	Variante C-Teilerneuerung durch Kleinbaugruben.....	107
8	Auswertung des Fallbeispiels	111
8.1	Festlegung vergleichender Parameter	111
8.2	Vergleich der Verfahren beim Fallbeispiel.....	114
8.3	Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten.....	116
8.3.1	Variante A-Reparatur.....	116
8.3.2	Variante B-Renovierung	116
8.3.3	Variante C-Teilerneuerung.....	117
8.4	Ausarbeitung einer Übersichts- /Entscheidungsmatrix.....	117
8.5	Beantwortung der Forschungsfragen.....	118
8.6	Conclusio und Ausblick.....	119
9	Anhänge.....	131

1 Einleitung

Die immer bessere Vernetzung von Menschen, der Bedarf an Ver- und Entsorgungsleitungen und die immer älter werdenden Bestandsleitungen erzeugen komplexe Anforderungen an den Bau, die Instandhaltung, die Sanierung und die Erneuerung von Leitungsstrukturen im urbanen und ländlichen Raum. Einerseits müssen Informationen zum Bestand wie Lage, Tiefe, Zustand, Material und Handlungsbedarf aufgenommen und katalogisiert werden, andererseits müssen auch die in Zukunft erforderlichen Ressourcen der Gebiete geplant und gebaut werden. Erschwerend wirkt sich die Störung der Umgebungsstruktur während des Baus, der Instandhaltung und der Sanierung bzw. Erneuerung von Leitungen aus. Um möglichst geringe Ausfallszeiten von bestehenden Leitungen zu erzeugen, gilt es so gut wie möglich die Leitungs- und Verkehrswege aufrecht zu erhalten. In diesem Zusammenhang werden komplexe Problemstellungen an den Bauingenieur¹ herangetragen. Dessen Aufgabe besteht darin, eine wirtschaftliche, technische und möglichst störungsarme Lösung zu entwerfen. Grabenlose Technologien in der Neuverlegung, Sanierung und Reparatur von Leitungen bieten hier umfangreiche Instrumente und Verfahren dies zu bewerkstelligen. Einerseits können so bei geringerer und kürzerer Verkehrs- und Umweltbelastung (durch weniger Grabenöffnungen, kleineren Flächenbedarf, weniger Rodungen und Materialentsorgungen etc.) Leitungen verlegt werden und andererseits werden durch spezielle Verfahren Sanierungen, Erneuerungen und Reparatur in kleinem und großem Durchmesser möglich.

1.1 Motivation

Die Verlegung, Instandhaltung, Sanierung und Erneuerung von Leitungen wird heutzutage trotz vieler bestehender alternativer Verfahren noch oft in konventioneller Bauweise durchgeführt. Dies ist durch das Fehlen von Entscheidungshilfen für die Auswahl von technisch, wirtschaftlich und störungsarmen, alternativen Verfahren begründet. Diese Diplomarbeit befasst sich daher mit den Grundlagen des Leitungsbaus, dem Aufzeigen der aktuellen Bestandssituation in Österreich, den derzeit verwendeten grabenlosen und konventionellen Verfahren in der Sanierung sowie der Darstellung von Regelwerken. Anhand von vorher definierten Rahmenbedingungen für ein konkretes Fallbeispiel wird versucht eine Entscheidungshilfe für zukünftige Projekte zu erstellen.

1.2 Forschungsfragen

Mithilfe der im Vorfeld definierten Forschungsfragen werden die Rahmenbedingungen für diese Arbeit festgelegt:

- Welche Auswirkungen haben die ausgewählten Verfahren auf die umliegende Infrastruktur?
- Welchen Einfluss hat das gewählte Verfahren auf die Flächennutzung und Umwelt?
- Wie entwickeln sich die Bauzeiten im Vergleich zu den anderen gewählten Methoden?

¹ Genderhinweis: „Der Autor legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.“

- Welche Auswirkungen hat das ausgewählte Verfahren auf die Kostenentwicklung inklusive des erforderlichen Personal- und Geräteaufwands für einen Standardfall?

1.3 Forschungsmethodik und Aufbau der Arbeit

Dem Beginn der Arbeit liegt eine umfassende Literaturrecherche zur Thematik Leitungsbau und den dazugehörigen konventionellen und grabenlosen Verfahren zugrunde. Diese dient einerseits zur Erzeugung eines tieferen Verständnisses, zur Recherche, welche Verfahren derzeit Anwendung finden, und der Darstellung des aktuellen Standes der Technik. Die Grundlagen, die Bestandssituation und die Rolle der Sanierung sind in Kapitel 2 „Grundlagen des Leitungsbaus“ geschildert. Anschließend werden in den Kapiteln 3 „Konventioneller Leitungsbau“, 4 „Gabenloser Leitungsbau“ und 5 „Gabenlose Verfahren“ die derzeitigen Technologien und Verfahren erläutert und Vor- bzw. Nachteile beschrieben. Im anschließenden Kapitel 6 „Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren“ beschreiben Aufzählungen und Erläuterungen die Rahmenbedingungen und Grenzen von grabenlosen Sanierungen. Anschließend ist die ganze Thematik anhand eines eigenen Fallbeispiels zusammengefasst. Zuerst erfolgt eine Standortanalyse, um eine konkret, für diese Arbeit zugeschnittene, Grundlage zu erhalten. Nach Auswahl des Standortes werden Plangrundlagen erstellt die Schäden bzw. das Ziel festgelegt und die Sanierungsvarianten erarbeitet. Am Schluss folgt die Auswertung und ein Vergleich der Varianten, sowie ein Resümee und ein Ausblick auf zukünftige Forschungsbereiche.

1.4 Begriffsdefinitionen

Aufrichter: *senkrecht angeordnete Verbindungsteile zwischen Platten und Streben*²

Bemannte Verfahren: *Verfahren mit Einsatz von Personal an der Ortsbrust während des Vortriebs.*³

Bohrgut: *Gesteinsmaterial bei Trockenbohrungen im Lockergestein.*⁴

Bohrklein: *Gesteinsmaterial bei anderen Bohrverfahren bzw. im Festgestein.*⁴

Erneuerung: *Herstellung einer neuen Rohrleitung in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei das neue Rohrleitungssystem die Funktion des ursprünglichen übernimmt.*³

Gleitschienen: *senkrecht angeordnete Profilträger, die zur Führung und Stützung von Verbauplatten dienen*²

Liningrohr: *zur Renovierung einzubringendes Rohr*⁵

² Aus [15] DIN 4124:2012-01-00: *Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, S. 16

³ Aus [39] ÖRNORM EN 12889:2000-06-01: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 5 ff.

⁴ Aus [55] Stein, S. 240

⁵ Aus [19] EN ISO 11295:2017: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 9

Lining System (Lining): *Lining-Rohr und alle zugehörigen Formstücke, die zur Renovierung in eine vorhandene Rohrleitung eingebaut wurden*⁶

Neuverlegung: *bei der Neuverlegung von Leitungen werden neue Leitungsstränge, Produkt-, Schutz- oder Leerrohre verlegt. Diese können überirdisch, unterirdisch, grabenlos, konventionell oder in Bestandsleitungen verlegt werden.*⁷

Unbemannte Verfahren: *Verfahren ohne Einsatz von Personal an der Ortsbrust während des Vortriebs.*⁸

Renovierung: *Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Rohrleitung, unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz*⁹

Reparatur: *Behebung örtlich begrenzter Schäden*⁹

Ortsbrust: *Begrenzungsfläche eines söhligen und geneigten Grubenbaus in seiner Auffahrtsrichtung, die bei der Auffahrung mit Mitteln der Vortriebstechnik bearbeitet wird, um den Grubenbau in diese Richtung zu verlängern.*¹⁰

Sanierung: *Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Rohrleitungssystemen, einschließlich Renovierung, Reparatur und Erneuerung*⁹

Stützbauteile: *Bauteile des Verbaus, die zur Aufnahme von Druck- und Zugkräften dienen, z. B. Streben und Stützrahmen*¹¹

Überdeckung: *Abstand zwischen der Oberkante der Verkehrsfläche bzw. des Geländes und der Oberkante der Leitung bzw. des Schutzrohres.*¹²

Verbauarbeiten; Verbaumaßnahmen (Verbau): *statisch erforderliche Stützungsmaßnahmen zur Sicherung von Arbeitsräumen und zur Begrenzung der Bodenverformung.*¹³

⁶ Aus [19] EN ISO 11295:2017: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 9

⁷ Definition gemäß des Authors für die Verwendung in dieser Arbeit

⁸ Aus [39] ÖRNORM EN 12889:2000-06-01: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 5

⁹ Aus [19] EN ISO 11295:2017: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 8

¹⁰ Aus [9] Bischoff et al., S. 248

¹¹ Aus [15] DIN 4124:2012-01-00: *Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, S. 16

¹² Aus [16] DIN 1998:2018-07-00: *Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Verkehrsflächen – Richtlinie für die Planung*, S. 5

¹³ Aus [37] ÖRNORM B 2205:00-11-01: *Erdarbeiten Werkvertragsnorm*, S. 5

2 Grundlagen des Leitungsbaus

Im folgenden Kapitel wird ein Überblick der Thematik Leitungsbau aufgezeigt, um einen Einblick in die Vielfalt und den Umfang zu bekommen. Im ersten Teil des Kapitels werden die Leitungsarten aufgelistet. Es wird auf die Rohrmaterialien und deren übliche Durchmesser eingegangen, sowie Aspekte der Geo- bzw. Hydrologie bei unterirdisch verlegten Leitungen beschrieben. In einem weiteren Schritt werden die verschiedenen Arten der Leitungsverlegung dargestellt und deren Rolle in der grabenlosen Bauweise aufgezeigt. Zuletzt wird ein Überblick über die aktuelle Bestandsituation in Österreich dargestellt und die Wichtigkeit der Sanierung in der Zukunft erläutert.

Gemäß Stein [55] stellt der Leitungsbau den Bau, die Erhaltung, die Sanierung und die Renovierung von Ver- und Entsorgungsleitungen des städtebaulichen Gemeinwesens dar. Leitungen können verschiedene Medien wie Gase, Wärme, Wasser, Abwasser, Daten, Elektrizität oder Flüssigkeiten transportieren und sind für eine moderne Gesellschaft unabdinglich. Leitungen verbinden nicht nur einzelne Siedlungen, Gemeinden und Regionen miteinander, sondern auch Gebäude und Stadtteile, und bilden somit ein kommunales Gesamt- und Versorgungssystem. Die Art und Anzahl der zu verlegenden Leitungen hängt meist von den ortsspezifischen Gegebenheiten und Raumplanungskonzepten ab.¹⁴

Leitungen können entweder oberirdisch oder unterirdisch verlegt sein. Beide Varianten haben ihre Vor- bzw. Nachteile, so sind zum Beispiel oberirdisch verlegte Leitungen leichter herstell- und wartbar, jedoch nicht vor Witterung und anderen äußeren Einflüssen geschützt. Unterirdisch verlegte Leitungen sind dagegen vor äußeren Einflüssen sicher, jedoch im Bau schwieriger. In der weiteren Arbeit wird nur mehr Bezug auf unterirdisch verlegte Leitungen genommen, da der Vergleich der konventionellen mit den grabenlosen Technologien systembedingt auf diese Leitungen beschränkt sind.

Einen Überblick über die derzeit verwendeten Leitungsarten zeigt Abb. 2.1. Jede Leitungsart weist nutzungs- bzw. systembedingt unterschiedliche Durchmesser, Überdeckungshöhen, Lagegenauigkeiten und Toleranzen auf.



Abb. 2.1: Leitungsarten¹⁵

¹⁴ Vgl. [55] Stein, S. 1 ff

¹⁵ modifiziert nach Stein [55].

In Tab. 2.1 werden die gebräuchlichen Durchmesser und Werkstoffe für verschiedene unterirdisch verlegte Leitungen dargestellt. Anforderungen an Rohrwerkstoffe und Kupplungen sind je nach Transportmedium, Verwendung und Umgebung anzupassen und haben eine große Varietät. So werden zum Beispiel Stromkabel meist in Polyvinylchlorid (PVC)-Rohren mit einem Durchmesser (DN) ≥ 50 mm verlegt und Fernwärmeleitungen bestehen aus Stahlrohren mit Isolier- und Schutzschicht bei einem DN ≥ 125 mm.¹⁶

Tab. 2.1: Übersicht Rohrwerkstoffe inkl. Durchmesser¹⁷

Leitungsart	Werkstoff	Übliche DN [mm]
Telefon	Kabel	
	• Freiliegend	*k. A.
	• In PVC-Rohren	≥ 10
	• In Betonformsteinen	≤ 100
Elektro	Kabel mit	
	• Blechmantel	*k. A.
	• Kunststoff, schwarz	≥ 50
Gas	Stahlrohr	
	PVC-Rohr	≥ 40
	Gussrohr	≤ 200
Wasser	Polyethylen (PE)-Rohr	*k. A.
	Stahlrohr	*k. A.
	Gussrohr	≥ 38
Fernwärme	Stahlrohre mit Isolierung	≥ 125
Signalkabel (für Verkehrsanlagen)	Kabel mit diversen Ausführungen	≥ 30

*k. A. = keine Angabe: für diese Leitungsarten konnten keine gebräuchlichen DN ermittelt werden

Die minimale Überdeckung der verschiedenen Leitungsstränge variiert je Leitungsart zwischen 0,6-1,8 m. Der Straßenquerschnitt wird gemäß DIN 1998 [16, S. 9 ff.] in Zonen gesplittet, um ähnliche Leitungen zu bündeln und den Querschnitt optimal aufzuteilen.¹⁸

2.1 Geo- und Hydrologie

Geo- und hydrologische Randbedingungen spielen eine große Rolle im Leitungsbau, da viele der Leitungen unter der Oberfläche verlegt werden bzw. wurden. Sie geben nicht nur die Grenzen der Realisierbarkeit von konventionellen und grabenlosen Verfahren, sondern auch Randbedingungen für zusätzlich notwendige Maßnahmen, vor. So ist zum Beispiel die technische Durchführbarkeit von Verdrängungsverfahren (siehe Kapitel 4.5) im grabenlosen Leitungsbau vor allem von der Ramm-

¹⁶ Vgl. [56]Stein et al., S. 8

¹⁷ Vgl. [56]Stein et al., S. 8

¹⁸ Vgl. [16] DIN 1998:2018-07-00: *Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Verkehrsflächen – Richtlinie für die Planung*, S. 9 ff.

bzw. Verdrängbarkeit des Untergrundes abhängig. Des Weiteren hängt die Art der Baugrubensicherung und der weiteren Maßnahmen, wie beispielsweise die Wasserhaltung oft von den örtlichen Grundwasserspiegeln ab (sogenannte hydrologische Randbedingungen).

Um einen optimalen Bauablauf zu gewährleisten bzw. eine optimale Nutzungs- und Lebensdauer von Leitungen realisieren zu können, sind umfangreiche ingenieurgeologische Untersuchungen im Vorfeld notwendig. Die „ÖNORM EN 1997-2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes“ [40] ist ein Regelwerk, das den Mindestuntersuchungsaufwand für verschiedenste Bauvorhaben bzw. Projekte vorgibt. Dabei ist jedoch bei komplexen Projekten bzw. Untergrundverhältnissen immer noch die Einschätzung eines Fachingenieurs gefragt. Dieser kann zusätzlich zu den in der Norm geforderten direkten und indirekten Erkundungsmaßnahmen und Laborversuchen weitere Verfahren, wie zusätzliche Erkundungen, Probenentnahmen, Labor und Feldversuche oder dgl., vorschreiben und durchführen. Mit den Ergebnissen dieser Maßnahmen lassen sich Rückschlüsse auf die Interaktion zwischen dem Untergrund und dem geplanten Bauvorhaben ziehen.

Im grabenlosen Leitungsbau kann es aufgrund von unzureichend durchgeführten Baugrunduntersuchungen, durch Fehleinschätzungen oder Inhomogenitäten der Baugrundverhältnisse zu Schwierigkeiten während der Bauphase kommen. Diese Probleme können so weitreichend sein, dass es zum Beispiel zum Abbruch des Vortriebs bei Neuverlegungen oder Bauzeitverlängerungen kommt. Eventuell kann eine Verlegung der Leitungstrasse notwendig werden.^{19 20}

2.1.1 Geologische Erkundungen

Unter geologischen Erkundungsmethoden sind direkte oder indirekte Aufschlüsse der vor Ort herrschenden Untergrundverhältnisse und deren Beschreibung sowie Quantifizierung zu verstehen. In Österreich bzw. im europäischen Raum gibt es diverse Regelwerke, Richtlinien und Literatur zu dieser Thematik. Einige dieser Arbeiten beschäftigen sich mit der Vereinheitlichung von Bodenarten oder dem Umfang der Erkundung sowie der Beschreibung und Quantifizierung von Bodeneigenschaften. Für eine Auflistung von Normen und Regelwerken wird auf das Kapitel 6.4 „Vertragliche Rahmenbedingungen“ verwiesen.²¹

Direkte Erkundungsmethoden

Der Zweck dieser Erkundungsart ist, direkt Aufschluss über die Geologie vor Ort zu geben. Das bedeutet, dass der Fachingenieur den Untergrund betrachtet und Bodenproben für Laborversuche entnommen bzw. verschiedenen Prüfungen vor Ort durchgeführt werden können. Diese Erkundungsarten werden genutzt um Schichtgrenzen, Bodenaufbauten, Grundwasserverhältnisse und weitere Eigenschaften zu bestimmen.²¹

Indirekte Erkundungsmethoden

Diese Methoden dienen dazu, einen Überblick über ausgewählte Eigenschaften des Baugrundes zu bekommen, die indirekt auf Untergrundaufbauten, Schichtgrenzen etc. schließen lassen. Als Beispiel können Inklinometermessungen genannt werden. Mittels dieser Messungen werden Informationen

¹⁹ Vgl. [56] Stein et al., S. 10 ff.

²⁰ [10] Tel. Besprechung mit einem Vertreter der Fa. Braumann GmbH

²¹ Vgl. [8] Skriptum zu Baugrunderkundungsmethoden und Gebirgsklassifizierung Teil 1

zur Lage und dem Ausmaß von Verschiebungen im Untergrund gewonnen. Diese Verschiebungen können zum Beispiel oberhalb von Schichtgrenzen oder Grundwasserspiegeln verlaufen. Die indirekten Aufschlussmethoden verlangen jedoch die geschulte Einschätzung von Fachingenieuren, um Missinterpretationen bzw. Fehlschlüsse zu vermeiden. Zur Risikominimierung werden sie meistens in Kombination mit direkten Aufschlüssen verwendet.^{22 23}

In Abb. 2.2 sind die laut Bilak [8] gängigen Erkundungsmethoden für direkte und indirekte Aufschlüsse dargestellt. Diese Übersicht stellt eine gute Grundlage dar, welche Möglichkeiten dem Ingenieur zur Verfügung stehen, um Information zum Baugrund und dessen Verhalten zu sammeln.

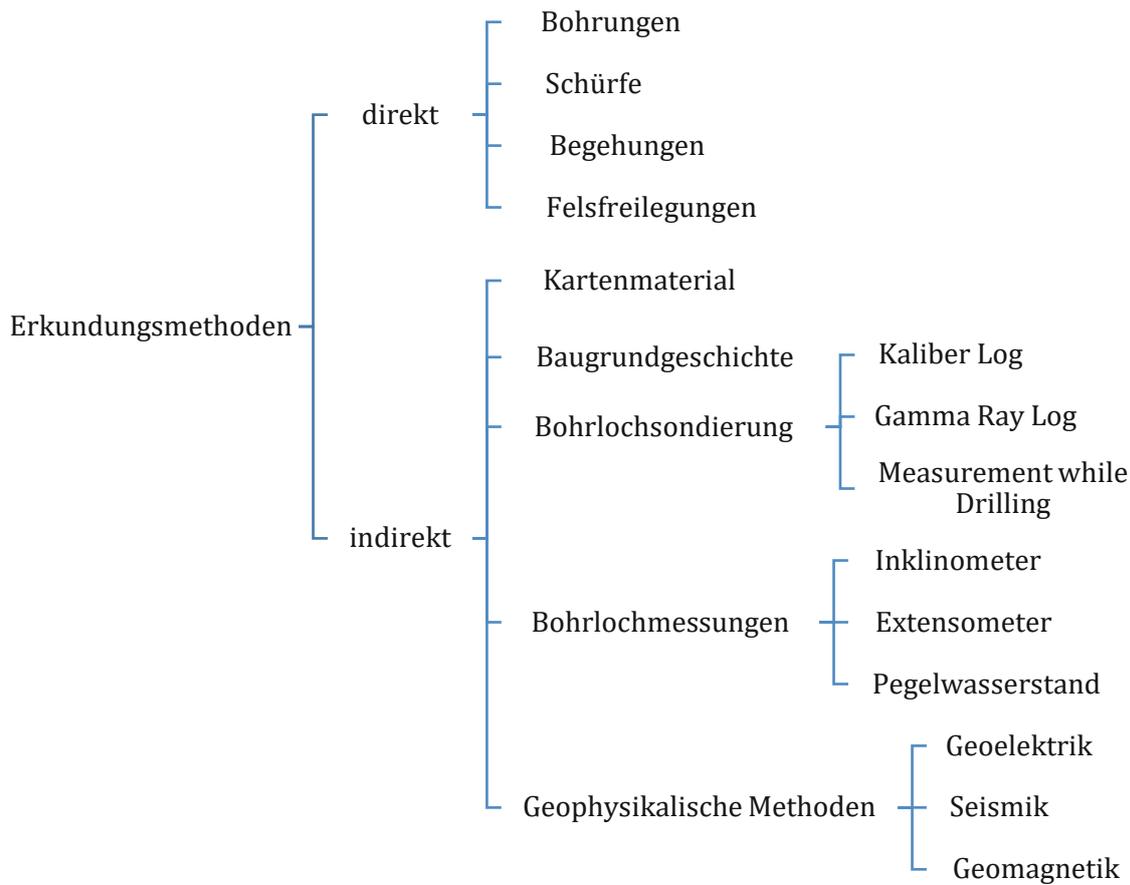


Abb. 2.2: Übersicht Erkundungsmethoden²²

Unter dem Begriff Hindernis im Untergrund werden Objekte anthropogener oder natürlicher Natur verstanden, die nicht den zu erwartenden umliegenden Bodenverhältnissen entsprechen. Hindernisse können zum Beispiel Findlinge, Fundament- bzw. Mauerwerksreste etc. sein. Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von natürlichen Hindernissen können zum Beispiel über die Information der geologischen Aufschlüsse (Erkundungen) getroffen werden. Im Leitungsbau sind Hindernisse vor allem bei den grabenlosen Neubautechnologien von großer Bedeutung, da bei verschiedenen Verfahren systembedingt Grenzen bei der Durchörterung von Hindernissen vorhanden sind.

²² Vgl. [8] Skriptum zu Baugrunderkundungsmethoden und Gebirgsklassifizierung Teil 1

²³ Vgl. [56] Stein et al., S. 10 ff.

2.1.2 Bodengruppen

Die Untergrundverhältnisse werden in diversen Regelwerken zu Gruppen zusammengefasst. Diese Gruppen können Aussagen über die Bodenart (siehe z. B. Gruppierung gemäß DIN 18196 „Erd- und Grundbau-Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“, als Beispiel Bezeichnung GE = enggestufte Kiese) oder über die Lösbarkeit von Bodenarten treffen (siehe z. B. Gruppierung gemäß ÖNORM B 2205 Erd- und Grundbau-Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, als Beispiel Bodenklasse 3: leicht lösbarer Boden). Diese Einteilungen dienen einerseits dazu, ähnliche geologische bzw. technische Eigenschaften zusammenzufassen, und andererseits, um vertragliche Rahmenbedingungen wie Lösemethoden festzulegen. Die Bodenklassen der ÖNORM B 2205 [37], wie sie in Tab. 2.2 zusammengefasst sind, werden in Bauverträgen aufgrund der technisch gleichen Lösemethoden meist zu Bodenklasse 1-2, Bodenklasse 3-5, Bodenklasse 6-7 zusammengefasst.

Tab. 2.2: Übersicht Bodenklassen²⁴

Bodenklasse	Beschreibung
Bodenklasse 1	Oberboden (Mutterboden, Humus, Zwischenboden)
Bodenklasse 2	wasserhaltender, fließender Boden (Schöpfungsboden)
Bodenklasse 3	leicht lösbarer Boden (loser Boden)
Bodenklasse 4	mittelschwer lösbarer Boden (Stichboden)
Bodenklasse 5	schwer lösbarer Boden (Hackboden)
Bodenklasse 6	leicht lösbarer Fels (Reißfels) und Schrämboden
Bodenklasse 7	schwer lösbarer Fels

2.2 Verlegearten von Ver- und Entsorgungsleitungen

Für die unterirdisch verlegten Leitungen kann im Leitungsbau auf der ersten Ebene, zwischen der Einzel- oder der Mehrfachverlegung unterschieden werden. Bei der Einzelverlegung wird nur eine einzelne Leitung bzw. Leerverrohrung in einem Arbeitsschritt verlegt. Bei der Mehrfachverlegung können gleichzeitig mehrere Leitungen unterschiedlicher Art in der gleichen Trasse und Gradienten im selben Arbeitsschritt verlegt werden. Des Weiteren kann zwischen Erdverlegung, Verlegung im Schutzrohr und weiteren Methoden differenziert werden. Abb. 2.3 zeigt graphisch den Überblick über die von Stein [55] definierten, unterirdischen Verlegearten:²⁵

²⁴ Vgl. [37] ÖNORM B 2205-11-01: *Erdarbeiten Werkvertragsnorm*, S. 10 ff.

²⁵ Vgl. [55] Stein, S. 81 ff

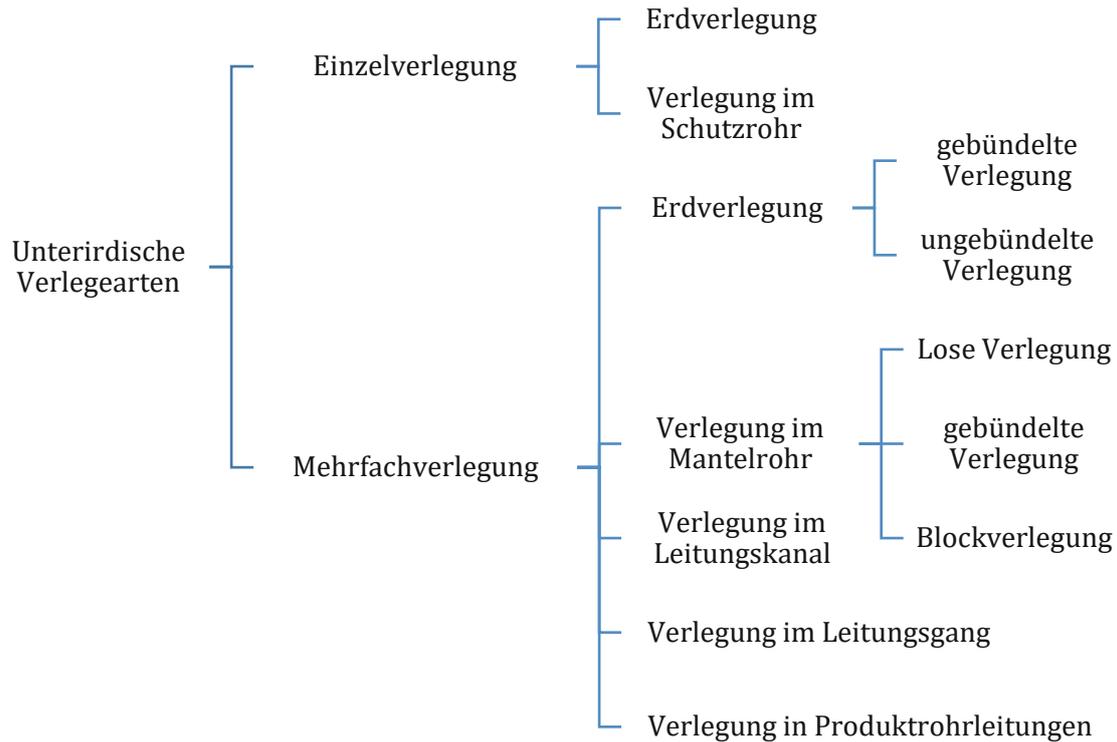


Abb. 2.3: Verlegearten nach Stein²⁶

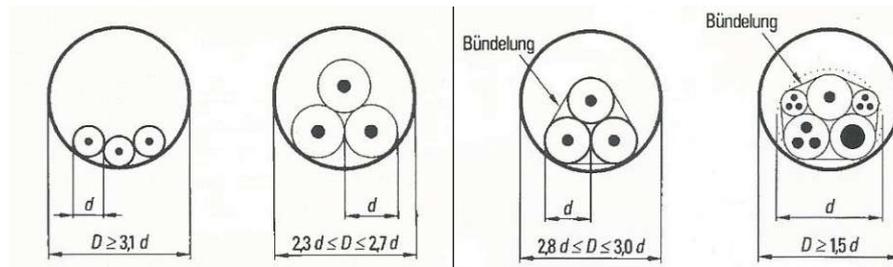
Sämtliche angeführten Verlegungsmethoden weisen verschiedenste Vor- bzw. Nachteile auf, wie die Anzahl der erforderlichen Trassen, den Flächen- und Volumsbedarf, den Bauablauf, die Baukosten. Die unterschiedlichen Verfahren des grabenlosen Leitungsbaus können durch ihre Systemgrenzen wie Durchmesser, Baugrundvoraussetzungen und Materialbeanspruchung nicht mit allen angeführten Varianten der Verlegearten kombiniert werden. Die Erklärung der einzelnen Methoden folgt chronologisch der Abb. 2.3 in den anschließenden Abschnitten.

2.2.1 Erdverlegung

Bei der Erdverlegung wird das Kabel direkt im aufgefahrenen Hohlraum bzw. in der offenen Baugrube verlegt. Das Kabel muss dabei verschiedenste Belastungen wie beispielsweise Zugbeanspruchungen, Temperatureinwirkungen und weitere Faktoren aufnehmen können. Bei der Wahl der zu verwendenden grabenlosen Verfahren muss auf die Eigenschaften der Leitungen Acht gegeben werden. Bei Mehrfachverlegungen müssen bei grabenlosen Technologien zusätzlich un- bzw. gebündelte Varianten und deren respektiver Mindestdurchmesser berücksichtigt werden.²⁷

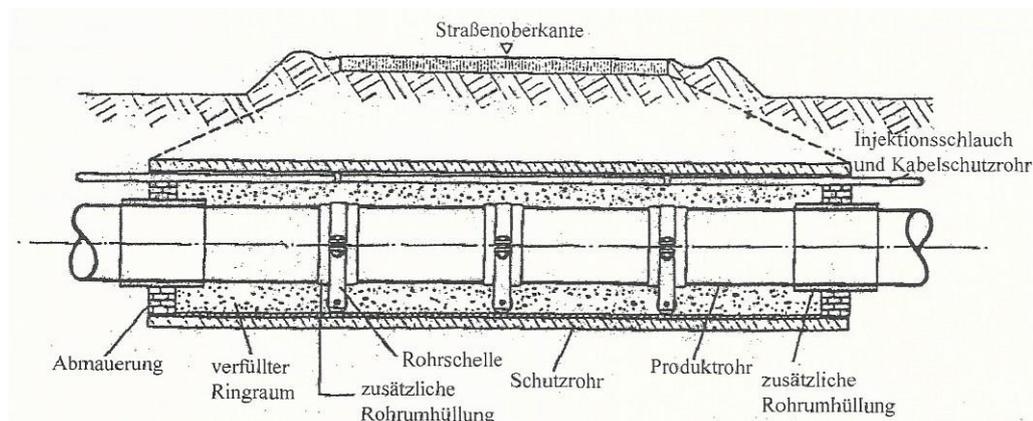
²⁶ Aus. [55] Stein, S. 81

²⁷ Vgl. [55] Stein, S. 81 ff

Abb. 2.4: ungebündelte (links) und gebündelte Leitungen (rechts)²⁸

2.2.2 Verlegung im Schutzrohr

Bei der Verlegung im Schutzrohr wird vor der zu verlegenden Leitung bzw. dem Produktrohr (für eine Beschreibung siehe Kapitel 2.2.5) ein Leerrohr als Schutzrohr verlegt. Dies findet im grabenlosen Leitungsbau dann Anwendung, wenn es die Leitungsart bzw. der Untergrund (in Form von instabil aufgefahrenen Hohlräumen, Kontamination oder dgl.) verlangt. Das Schutzrohr nimmt in diesen Fällen Funktionen wie die Lastableitung im Bauzustand, Dichtheit und Schutz der Leitung ein.²⁹

Abb. 2.5: Verlegung einer Leitung im Schutzrohr³⁰

2.2.3 Verlegung im Mantelrohr

Der Unterschied zwischen der Verlegung im Schutzrohr und der Verlegung im Mantelrohr ist, dass das Schutzrohr lediglich für eine einzelne Leitung bzw. ein separates Produktrohr vorgesehen ist, wohingegen in einem Mantelrohr mehrere Leitungen bzw. Produktrohre verlegt werden können. Falls das Mantelrohr nach der Verlegung nicht aufgefüllt wird, übernimmt dieses die Tragfunktion und dient im Schadensfall auch als Schutzhülle.²⁹

²⁸ Aus [55] Stein, S. 107

²⁹ Vgl. [55] Stein, S. 82 ff

³⁰ Aus [55] Stein, S. 82

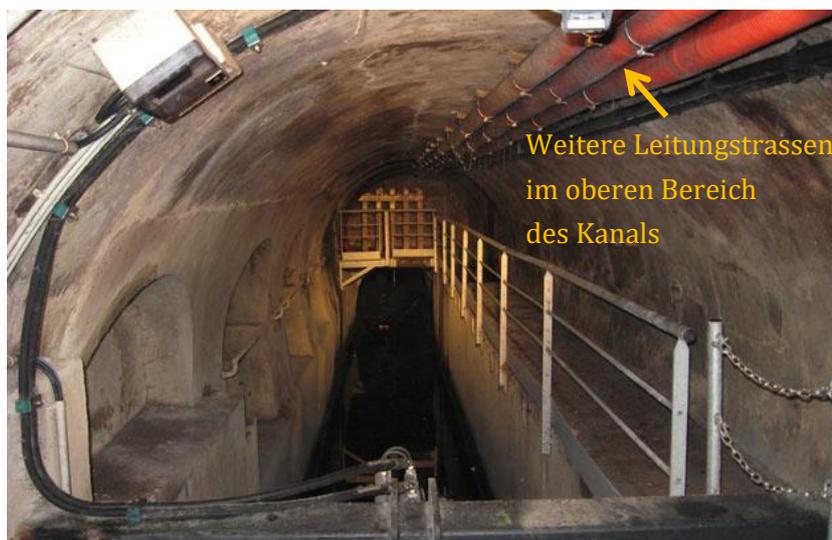
Abb. 2.6: Mantelrohr³¹

2.2.4 Verlegung im Leitungsgang bzw. -kanal

Bei der Verlegung im Leistungsgang bzw. -kanal werden Leitungen in einer selbsttragenden Konstruktion verlegt bzw. angedübelt. Der Unterschied zwischen Gang und Kanal ist jener, dass der Kanal nach der Verlegung nicht mehr begehbar ist.³²

2.2.5 Verlegung in Produktrohrleitungen

Am leichtesten lässt sich die Verlegung in Produktrohren anhand eines Beispiels erklären. Der Pariser Kanal, wie in Abb. 2.7 dargestellt, eignet sich gut dafür, denn er dient nicht nur als Abwasserkanal, sondern auch als Leitungstrasse für Druckluft-, Wasser- und Kabelleitungen. Die Verlegung in Produktrohren bedeutet also, das Verlegen von Leitungen und Leerverrohrungen in bestehenden Leitungstrassen, bei denen das transportierte Medium, während der Nutzungsdauer nicht den gesamten Querschnitt verwendet und somit für andere Leitungen Platz bietet. Für diese Form der Verlegung gibt es einige Ausführungsvarianten, wie zum Beispiel das Klebverfahren, Einbauverfahren mit oder ohne Roboter und das Noppenverfahren.³³

Abb. 2.7: Abbildung des Pariser Kanals (als Bsp. für die Verlegung im Produktrohr)³⁴

³¹ Aus [57] <http://www.stein-ingenieure.de/trinkwasser-neubau-erneuerung>, zuletzt besucht am 16.10.2020

³² Vgl. [55] Stein, S. 111 ff.

³³ Vgl. [55] Stein, S. 118 ff.

³⁴ Aus [35] <https://de.parisinfo.com/museen-sehenswuerdigkeiten-paris/71499/Musee-des-egouts-de-Paris>, zuletzt besucht am 25.03.21

2.3 Grabenlose Sanierung von Kanälen

Dieses Kapitel dient zur Überleitung und Erklärung, warum die Sanierung von Kanälen in Zukunft eine wichtige Rolle im Leitungsbau einnehmen wird. Als Werkzeug zur Darstellung dient das Branchenbild von 2020 und 2016 des Abwasserwirtschaftsverbandes in Österreich. Aufgezeigt werden Anschluss- und Ausbaustatistiken, das Alter des Bestandes, Investitionsvolumen und die Formen der Zustandserfassung mit den dazugehörigen Zeiträumen, in denen eine Sanierung, Erneuerung oder Reparatur durchzuführen ist.

2.3.1 Anschlussstatistik

Im Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft (ÖWAV) [49] sind einige interessante Diagramme und Überblicke dargestellt. Wichtig für die Zukunft sind unter anderem die Ausbau- und Anschlussstatistiken, Bevölkerungswachstumsdaten sowie das Kanalalter bezogen auf das gesamte Kanalnetz. Laut dieser Statistik ist das größte Bevölkerungswachstum in den Bundesländern Burgenland, Oberösterreich, Tirol und Wien zu verzeichnen. Die nächste Statistik, die ins Auge sticht, ist die in Abb. 2.8 dargestellte Anschlussstatistik Österreichs. Demnach sind 95% der in Österreich befindlichen Haushalte bereits an ein öffentliches Kanalnetz angeschlossen. Die restlichen 5 % der Abwasserentsorgung teilen sich auf private Einzelanlagen, Senkgruben etc. auf.³⁵

Entwicklung des Anschlussgrades [%]

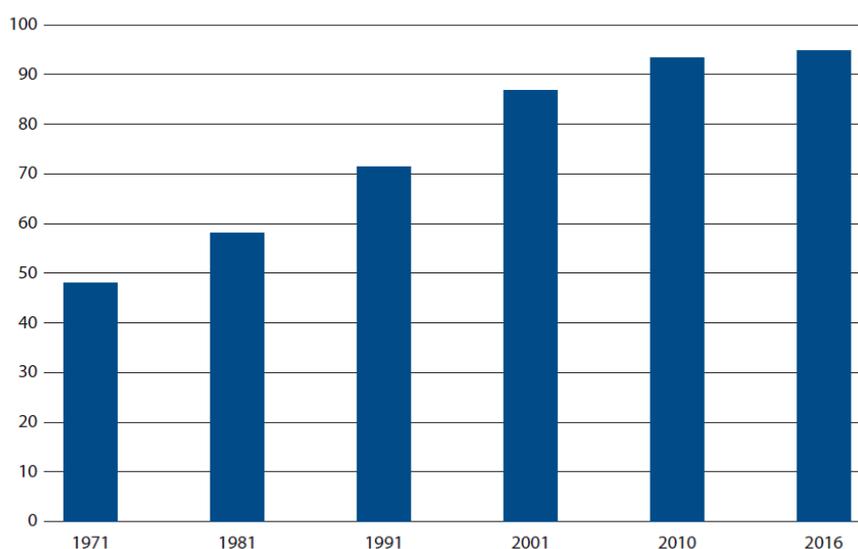


Abb. 2.8: Anschlussstatistik am öffentlichen Kanal³⁶

2.3.2 Kanalalter

Die in Abb. 2.9 dargestellte Entwicklung des Kanalbaus stellt eine gute Grundlage für die Bestimmung des Kanalalters dar. Es ist deutlich erkennbar, dass kaum noch neue Kanalnetze erbaut werden. Zwischen 2011 und 2018 sind lediglich ca. 2,5 % der Gesamtanlagen neu erbaut hinzugekommen.

³⁵ Vgl. [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 7 ff.

³⁶ Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 9

Entwicklung Kanalisationsbau [km]

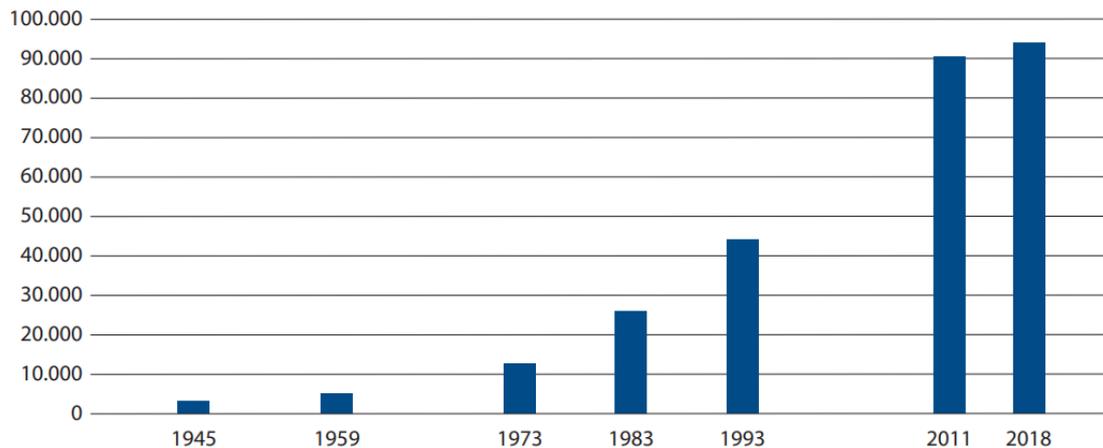


Abb. 2.9: Kanalausbaustatistik des öffentlichen Kanalnetzes³⁷

Zudem ist deutlich dargestellt, dass ca. 50% des derzeit in Betrieb befindlichen Kanalnetzes nach 1993 und ca. 32 % zwischen 1973 bis 1993 erbaut worden sind. Gemäß dem Branchenbild [49] besitzt Österreich ein junges Kanalnetz im Ländervergleich. Vergleicht man jedoch das Netzalter national, verfügt Wien anteilmäßig über ein besonders altes Kanalsystem wohingegen die Länder Kärnten, Oberösterreich und Steiermark besonders junge Systeme aufweisen. Die Darstellung aufgeteilt nach den Bundesländern Österreichs spiegelt dies in Abb. 2.10 wider.³⁸

Kanalalter [%]

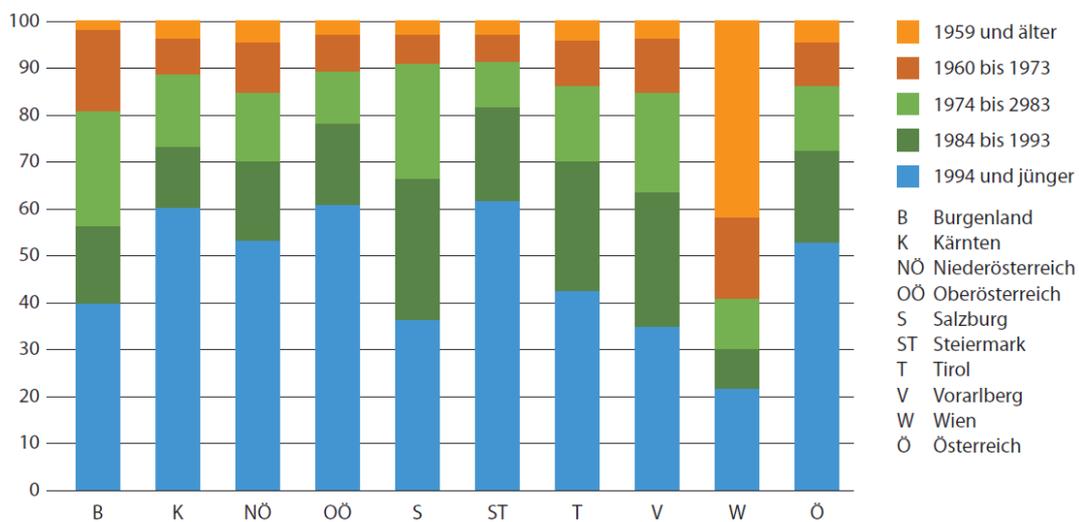


Abb. 2.10: Öffentlicher Kanal Bestandsalter pro Bundesländ Österreichs³⁹

³⁷ Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 13

³⁸ Vgl. [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 7 ff.

³⁹ Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 14

2.3.3 Zustand des Bestandes

Werden die Informationen von Anschlussstatistik, Baujahr und Zuwachs kombiniert ist zu erkennen, dass Österreich bereits gut erschlossen ist, ein geringer Teil neu erbaut wird und ca. 50 % des Kanalnetzes ein relativ junges Alter aufweist. Wie sieht jedoch der Bestandskanal aus? In welchem Zustand befindet er sich und wo besteht aktuell wie viel Handlungsbedarf? Einen Weg zur Zustandserfassung mit gleichzeitigem Erkennen des zeitlichen Handlungsbedarfes geben die Regelblätter Regelblatt (RB) 22 [46] und RB 40 [47] des ÖWAV vor. Das RB 22 liefert Informationen zur Zustandserfassung und das RB 40 gibt eine Struktur der Zustandserfassung vor. In Abb. 2.11 werden die Zustandsklassen Z1 kein Handlungsbedarf bis Z5 sofortiger Handlungsbedarf des ÖWAV RB 40 von Kanalnetzen definiert.

Zustands- klasse	Beurteilungskriterium	Funktionsfähigkeit (Standicherheit / Betriebssicherheit opt. Undichtheit)	Handlungsbedarf
1 (grün)	Der Kanal befindet sich in einem guten Zustand. Es sind keine oder nur unbedeutende Mängel erkennbar.	Der Kanal ist voll funktionsfähig.	Kein oder nur geringer Handlungsbedarf.
2 (blau)	Es sind Abnutzungserscheinungen bzw. geringfügige Mängel erkennbar.	Die Funktionsfähigkeit ist gegeben.	Langfristiger Handlungsbedarf.
3 (gelb)	Der Kanal befindet sich in einem mangelhaften Zustand. Schäden sind erkennbar. Die Stand- bzw. Betriebssicherheit ist jedoch gegeben.	Der Kanal ist eingeschränkt funktionsfähig.	Mittelfristiger Handlungsbedarf.
4 (orange)	Der Kanal befindet sich in einem sehr schlechten Zustand. Die Tragfähigkeit bzw. die Betriebssicherheit ist gerade noch gegeben.	Der Kanal ist nur mehr bedingt funktionsfähig.	Kurzfristiger Handlungsbedarf Wiederherstellung (zumindest punktuell) erforderlich.
5 (rot)	Der Kanal bzw. Teile des Kanals (singuläre Schäden) sind einsturzgefährdet bzw. der erforderliche Durchflussquerschnitt ist nicht mehr verfügbar.	Gefahr in Verzug. Funktionsfähigkeit ist praktisch nicht mehr gegeben.	Sofortige Maßnahmen erforderlich.

Abb. 2.11: Zustandsklassen nach ÖWAV RB 40⁴⁰

Offen ist noch die Definition des Handlungsbedarfes. Was bedeutet lang- oder kurzfristiger Handlungsbedarf? Hier kommt, wie in Abb. 2.12 ersichtlich, eine weitere Tabelle des ÖWAV RB 40 zur Anwendung. In dieser Tabelle wird ein Handlungszeitraum anhand der Zustandsklassifizierung von mehreren Systemen dargestellt. Die Zeiträume beginnen beim schlechtesten Zustand Klasse 5 „Sofortmaßnahmen“ mit 0-3 Monaten und enden bei der Zustandsklasse 2 „Sanierung langfristig bzw. kein unmittelbarer Handlungsbedarf“ mit einer regelmäßigen Inspektion nach 10 Jahren zur erneuten Bewertung. Weiters sind in der Tabelle beispielhafte Zustandsbeschreibungen für die Zustandsklassen verfügbar. Wesentliche Schadensmerkmale wie Einsturzgefahr, Querschnittsreduktion, Haarrisse etc. sind aufgelistet und bieten eine Grundlage für die Bewertung von Schäden durch Kamerainspektionen sowie Hilfe bei der Kategorisierung.

⁴⁰ Aus [47] ÖWAV Regelblatt RB 40, S. 29

Beispielhafte Zustandsbeschreibung (Kanal und Schachtbauwerke)	Zustands- beurteilung	Handlungs- bedarf	Sanierungszeit- rahmen/Maßnahmen	Zustandsklassifizierung Zustandsklassen			
				Land OO	DWA-M- 149-3	ISY 2 (Vers. 2006)	ÖWAV RB 21
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Einsturzgefahr <input type="checkbox"/> Querschnittsreduktion > 50% der Nennweite <input type="checkbox"/> Fehlschlüsse im Bereich Trennkanalisation (wenn SW in RW Kanal) <input type="checkbox"/> gebrochene Schachtabdeckung 	sehr starker Mangel	Sofortmaß- nahmen	0 - 3 Mo	3	0	5	5
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Risse, Löcher, Scherbenbildung mit sichtbarem Wasserein- bzw. austritt <input type="checkbox"/> Sichtbar undichte Rohrverbindungen mit Wasserein- bzw. austritt <input type="checkbox"/> Lageabweichung in Längsrichtung bei Falzrohren 2 - 5 cm <input type="checkbox"/> Lageabweichung in Längsrichtung bei Muffenrohren ab 6 cm <input type="checkbox"/> Versatz > 100% der Wandstärke <input type="checkbox"/> Schadhafte Anschlüsse in der unteren Rohrhälfte (unverputzte Anschlüsse), wobei Erdreich sichtbar ist <input type="checkbox"/> Wurzeleinwüchse und Querschnittsreduzierungen 30 - 50% <input type="checkbox"/> einragende Hindernisse (z. B. Fremdleitungsquerungen o. ä.) wenn Verklausungsgefahr besteht <input type="checkbox"/> Risse, welche von einer Punktbelastung ausgehen <input type="checkbox"/> starke Korrosion (Freilegung des Korngerüsts mit Ausbrüchen aus dem Korngerüst) <input type="checkbox"/> schadhafter Schachtschluss im Sohlbereich 	starker Mangel	kurzfristige Sanierung erforderlich	3 Mo - 1,5 J	3	1	4	4
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Risse, kein Wasserein- bzw. austritt sichtbar <input type="checkbox"/> Lageabweichung in Längsrichtung bei Falzrohren bis 2 cm <input type="checkbox"/> Lageabweichung in Längsrichtung bei Muffenrohren (3 bis 6 cm) <input type="checkbox"/> Versatz > 25% der Wandstärke <input type="checkbox"/> Schadhafte Anschlüsse in der oberen Rohrhälfte <input type="checkbox"/> Querschnittsreduzierungen u. Deformationen 20 - 30% <input type="checkbox"/> Korrosion <input type="checkbox"/> Betonrohre mit Mörteldichtung oder plastischen Dichtbändern (Teerstrick) <input type="checkbox"/> deutlich einragende Hindernisse (Hausanschlussstutzen, Anschlusskanäle), wenn keine Verklausungsgefahr vorhanden ist <input type="checkbox"/> schadhafte Steighilfen <input type="checkbox"/> Infiltration durch Schachtwand 	mittlerer / leichter Mangel	Sanierung mittel - langfristig	Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes, ggf. Zwischeninspektion nach 5 Jahren zur Zustandsverfolgung	2	↑ 2	↑ 3	3
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Haarrisse in der oberen Rohrhälfte (ev. Feuchtigkeit sichtbar) <input type="checkbox"/> Lageabweichung in Längsrichtung bei Muffenrohren bis 3 cm <input type="checkbox"/> Querschnittsreduzierungen u. Deformationen kleiner 20 % <input type="checkbox"/> Einragungen unter 5% Querschnittsreduktion <input type="checkbox"/> sichtbarer mechanischer Verschleiß <input type="checkbox"/> Senken im Kanal <input type="checkbox"/> Verfestigte Ablagerungen Querschnittsreduktion kleiner 5% der Nennweite 	leichter / geringfügiger Mangel	Sanierung langfristig bzw. kein unmittelbarer Handlungsbedarf	kein unmittelbarer Sanierungsbedarf; Regelinpektion nach 10 Jahren zur Zustandsverfolgung	1	↓ 4	↓ 1	2
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Keine / geringfügige Mängel 	geringfügige Mängel / keine Mängel	kein Handlungsbedarf	Keine Sanierung Regelinpektion	0	5	0	

Abb. 2.12: Handlungsbedarf nach ÖWAV RB 40⁴¹

In der ÖNORM EN 13508-2 [41] findet sich eine Grundlage der Schadenskodierung anhand einer optischen Zustandsbeurteilung mittels Kanalroboter. Dort werden für die verschiedensten Schäden Schadenscodes vorgeben. Als Beispiel kann das Einwachsen von Wurzeln mit der Schadenskodierung gemäß ÖNORM EN 13508-2 [41] „BBA“ genannt werden. Weiters gibt es mit dem ISYBAU Projekt, das vom deutschen Bund und den deutschen Ländern entwickelt worden ist, eine Möglichkeit der automatisierten Zustandsbeurteilung anhand der Schadenskodierung gemäß ÖNORM EN 13508-2 [41]. Im ISYBAU 2006 Projekt werden anhand der drei definierten Randbedingungen Dichtheit, Standsicherheit und Betriebssicherheit, Objektklassen vergeben die sich auch in Abb. 2.12 in der

⁴¹ Aus [47] ÖWAV Regelblatt RB 40, S. 46

Spalte „ISY 2 (Ver. 2006)“ wiederfinden. Dort wird nun ein Bezug zwischen den Zustandsklassen gemäß ÖWAV RB 40 und den automatisiert vergebenen Objektklassen hergestellt.

Im Branchenbild 2020 [48] findet sich eine Aufteilung des Bestandes in die Zustandsklassen wieder, welche in Abb. 2.13 dargestellt ist. Demnach besteht in Österreich bei 32 % des Kanalnetzes, das sind immerhin ca. 30.000 km, zumindest auf langfristige Sicht ein Handlungsbedarf. Kombiniert ergibt der Anteil der Zustandsklassen 4 & 5 in Höhe von 10 % mit dem gemäß ÖWAV RB 40 angegebenen Handlungsbedarf von 1,5 Jahren und dem in Österreich verbauten Kanalnetz mit insgesamt ca. 92.800 km, dass rund 10.000 km rasch saniert werden müssen.

Kanalzustand Klassenverteilung [%]

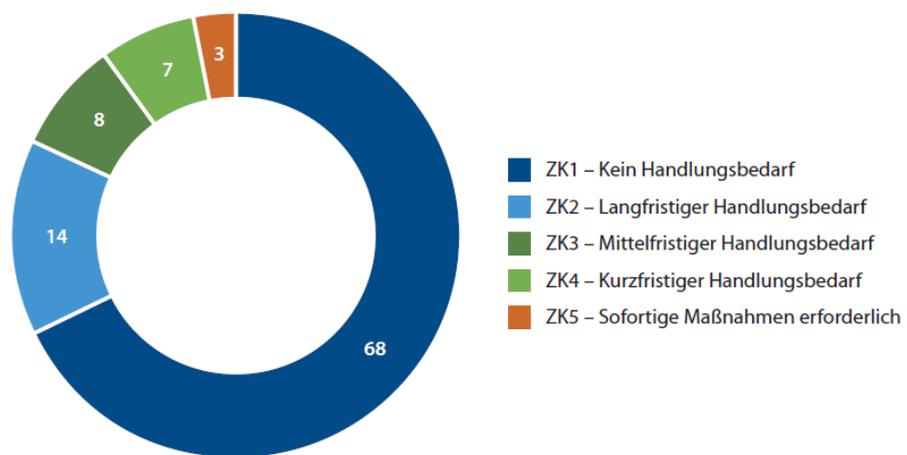


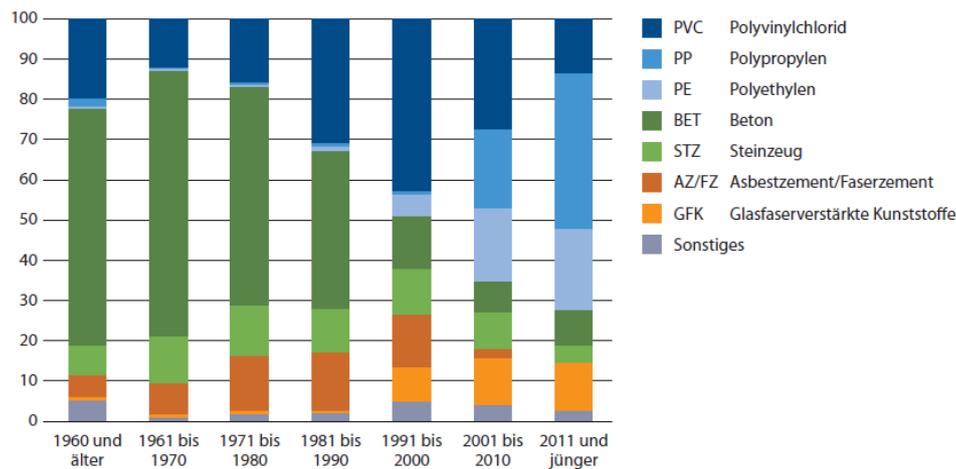
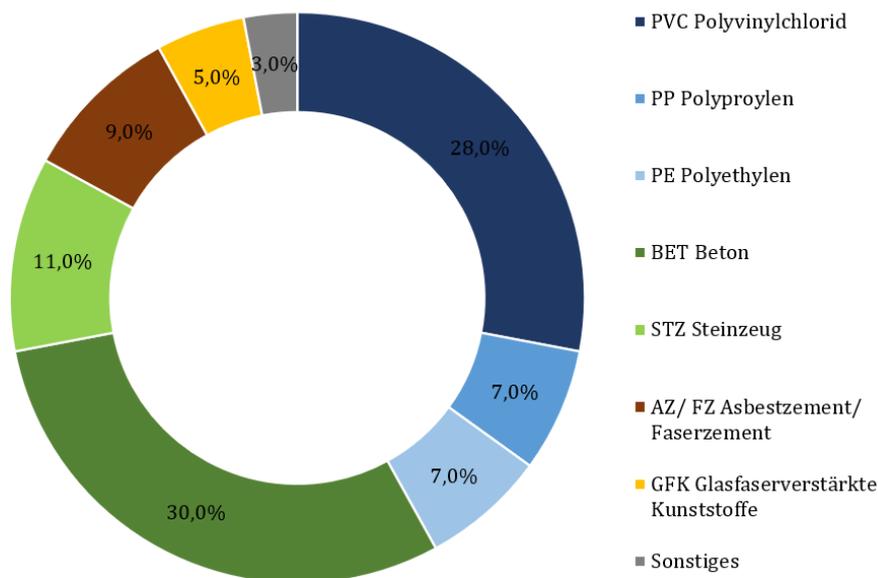
Abb. 2.13: Aufteilung des öffentlichen Kanal nach Zustandsklassen Stand 2019⁴²

2.3.4 Kanalmaterialien des Bestandes

Sämtliche bisher angeführten Statistiken geben keinen Überblick aus welchen Materialien sich der derzeitige Bestand zusammensetzt. Abb. 2.14 stellt die verbauten Materialien anhand der Baujahre dar. Werden diese Werte mit der Statistik in Abb. 2.9 in Verbindung gesetzt, lässt sich ein guter Überblick für die im Bestand verlegten Rohrmaterialien aufzeigen (die nachfolgenden Werte stellen Richtwerte dar, etwaig durchgeführte Sanierungen/Erneuerungen oder Ungenauigkeiten aus fehlender Bestandserfassung sind nicht berücksichtigt!). In Abb. 2.15 wird der gesamte Bestandskanal in Bezug zu den verwendeten Rohrmaterialien dargestellt. Den größten Anteil weisen Rohre aus Beton und PVC auf, welche in den Jahren 1960 bis 2010 verlegt wurden. Rohre mit problematischen Materialien, wie z. B. dem gesundheitsgefährdenden Asbest, sind lediglich in einer Höhe von 9 % verbaut.

⁴² Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 16

Materialverteilung im Kanalisationssystem [%]

Abb. 2.14: Verwendete Materialien beim Neubau des öffentlichen Kanalnetzes⁴³Abb. 2.15: Anteile der Rohrmaterialien am öffentlichen Kanalnetz⁴⁴

Weiters sind diese Daten auf die Länge des öffentlichen Kanalnetzes bezogen, da keine umfassende Datenerfassung für die private Hauskanalisation vorliegt. Allein ein Bericht der Niederösterreichischen Landesregierung [34] weist eine grobe Schätzung für Länge und Zustand auf. In diesem Bericht wird angeführt, dass in etwa die gleiche Länge im privaten Bereich wie im öffentlichen Kanalnetz verbaut ist. In Abb. 2.16 und Abb. 2.17 finden sich die bildlichen Darstellungen zu dieser Aussage wieder.⁴⁵

⁴³ Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 15

⁴⁴ modifiziert nach [49]; Kombination aus Abb. 2.9 und Abb. 2.14

⁴⁵ Vgl. [34] Broschüre „Der Hauskanal in Niederösterreich“, S. 9 ff



Abbildung 1 | Öffentlicher Kanalabschnitt

Abb. 2.16: Auszug aus der Broschüre; Darstellung des öffentlichen Kanals⁴⁶

Abbildung 2 | Privater Kanalabschnitt

Abb. 2.17: Auszug aus der Broschüre; Darstellung des privaten Kanals⁴⁶

Zusätzlich finden sich im Bericht der Niederösterreichischen Landesregierung Aussagen zum Zustand dieses Netzteils. Darin wurde ein Überblick der Situation des privaten Kanals durch Untersuchungen von beispielhaften Gemeinden aufgestellt. Folgende Ergebnisse wurden im Bericht [34, S. 11] erhoben:

- ca. 25 – 30 % grobe Mängel (Boden sichtbar, Undichtheiten, Fehlschlüsse)
- ca. 30 % Mängel (starke Rohr-Verformungen, Undichtheiten können aus optischer Beurteilung nicht mit Sicherheit festgestellt werden)
- ca. 20 – 25 % offene Fragen (Fehlschlüsse können nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden)
- ca. 15 – 20 % augenscheinlich in Ordnung (Dichtheit kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden)

⁴⁶ Aus [68] Broschüre „Der Hauskanal in Niederösterreich“, S. 10

Mit diesen Werten muss davon ausgegangen werden, dass zumindest 70 % des privaten Kanalnetzes Mängel aufweisen. Dies ist insofern problematisch, da ein umfassender Schutz des Grundwassers nur zu erzeugen ist, wenn das gesamte Kanalnetz (öffentlich und privat) dicht ist.⁴⁷

2.3.5 Investitionsvolumen

Die Veränderung der Aufteilung des Investitionsvolumen von derzeitig ca. 350 Mio. € jährlich in Kombination mit dem Kanalalter und der zu sanierenden bzw. renovierenden Menge spiegelt, der Ansicht des Autors nach, die derzeitige Situation der Übergangsphase von überwiegenden Neuerichtungen zu Sanierungen wider. In Abb. 2.18 und Abb. 2.19 werden die Aufteilungen der Investitionsvolumen gemäß den Branchenbildern von 2020 und 2016 dargestellt:

Gesamtinvestitionen in die österreichische Abwasserentsorgung [%]

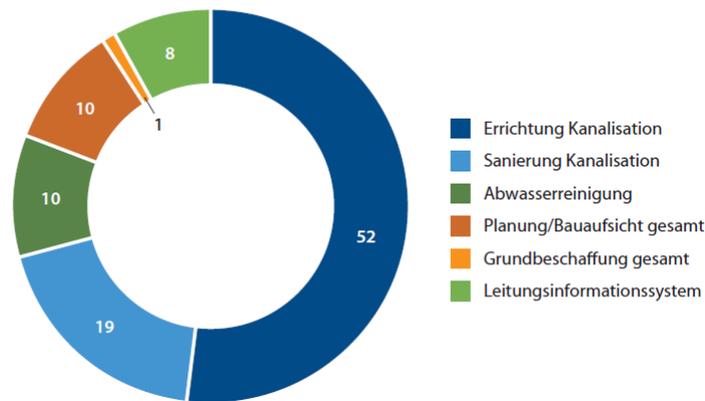


Abb. 2.18: Aufteilung Investitionskosten aus dem Jahr 2017 im öffentlichen Kanalnetz⁴⁸

Investitionen in die Abwasserentsorgung 2011 [%]



Abb. 2.19: Aufteilung Investitionskosten aus dem Jahr 2011 im öffentlichen Kanalnetz⁴⁹

Im Jahr 2017 betragen die Sanierungskosten bereits 19 % des Gesamtvolumens. Wird das Gesamtbauvolumen für Sanierung und Neuerrichtung von 2017 in Höhe von 71 % (Zahl gemäß Abb. 2.18

⁴⁷ Vgl. [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 17

⁴⁸ Aus [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 31

⁴⁹ Aus [48] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2016, S. 34

Errichtung + Sanierung Kanalisation) zu den Investitionskosten von 2011 in Höhe von 70 % (Zahl gemäß Abb. 2.19 für Kategorie Bau) verglichen, lässt sich erkennen, dass der Anteil über die Jahre in etwa gleichbleibend ist. In Abb. 2.20 ist der Handlungsbedarf des Branchenbildes 2016 [48] dargestellt. Werden die Werte der Zustandsklasse ZK1 mit der in Abb. 2.13 verglichen, ergibt sich eine Steigerung des Sanierungsbedarfes des Bestandes um 4 %, die Summe der zu sanierenden Länge entspricht 2016 in etwa 30.000 km.

Kanalzustand Klassenverteilung [%]

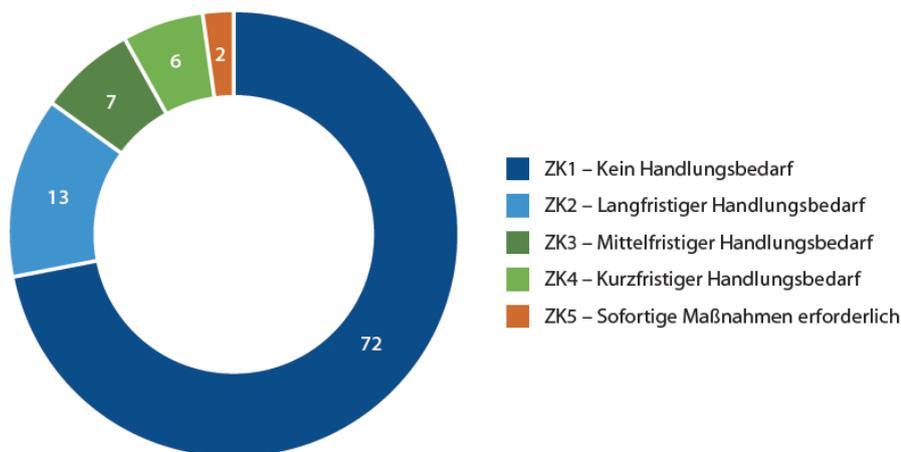


Abb. 2.20: Aufteilung des öffentlichen Kanals nach Zustandsklassen Stand 2014⁵⁰

Werden die Informationen der sinkenden Neuerrichtung gemäß Abb. 2.9 mit dem steigenden Handlungsbedarf und dem gleichbleibenden Investitionsvolumen kombiniert, erkennt man die Wichtigkeit der Sanierungen/Erneuerungen des Bestandes in Zukunft.^{51 52}

⁵⁰ Aus [48] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2016, S. 19

⁵¹ Vgl. [49] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, S. 15 ff.

⁵² Vgl. [48] Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2016, S. 18 ff.

3 Konventioneller Leitungsbau

Im folgenden Kapitel werden die Verfahren und dazugehörige Regelwerke der konventionellen Bauweise aufgezählt und erläutert. Abb. 3.1 zeigt eine Übersicht über die möglichen Verfahren im Leitungsbau. Am Beginn wird auf unverbaute Gräben eingegangen, aufbauend wird in der Folge der Begriff Baugrubensicherung mit den zugehörigen Verfahren für den Leitungsbau beschrieben. Am Schluss dieses Kapitels werden die aktuell gültigen Mindestbreiten von Gräben inklusive der dazugehörigen Regelwerke aufgelistet. Dies dient dem Zweck der Übersicht des Stands der Technik und als Grundlage für das Fallbeispiel in Kapitel 7 „Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels“.

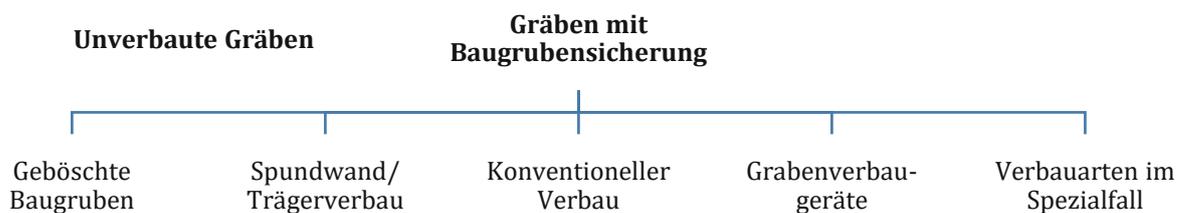


Abb. 3.1: Übersicht über die Verbauarten

Der Begriff konventionelle Bauweise, auch offene Bauweise genannt, ist normativ geregelt. Gemäß der österreichischen Norm „ÖNORM B 2280:2001“ [42] bzw. der „AUVA Arbeitnehmerschutzmappe“ [2], in Merkblatt M223.1, werden darunter „verbaute und nicht verbaute Baugruben in verschiedenen Tiefen“ verstanden. Sogenannte Baugrubensicherungen sind laut den aktuell gültigen Regelwerken und Gesetzen erst ab einer Tiefe von 1,25 m erforderlich. Bis zu dieser Tiefe dürfen in sämtlichen Bodenarten die Baugrubenwände senkrecht ohne Sicherung ausgeführt werden, solange ein lastfreier Streifen von 0,60 m oberhalb der Baugrubenwand eingehalten wird, wie in Abb. 3.2 dargestellt.^{53 54}

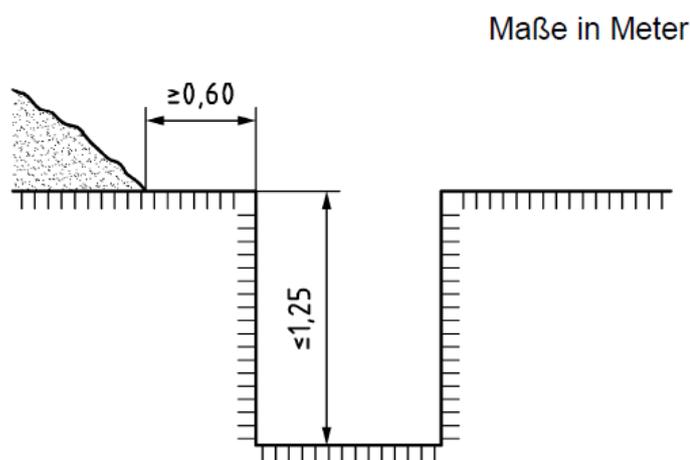


Abb. 3.2: unverbaute Baugrube⁵⁵

⁵³ Vgl. [15] DIN 4124:2012-01-00: *Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, S. 10

⁵⁴ Vgl. [2] AUVA: *Arbeitnehmerschutzmappe* (Ver. 2016), S. D 1.1

⁵⁵ Aus [15] DIN 4124:2012-01-00: *Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, S. 11

3.1 Methoden der Baugrubensicherung

Für offene Baugruben ab 1,25 m Tiefe gibt es die verschiedensten Lösungen, um Baugrubenwände zu sichern. Die Wahl des richtigen Verfahrens hängt vor allem von den Platzverhältnissen, der Tiefe der Baugrube, den angrenzenden Objekten, der Geologie und der späteren Nutzung ab. In den folgenden Kapiteln werden verschiedene Verfahren erläutert. Im Leitungsbau werden meistens Pölzungen aus Stahl bzw. Holz, Spundwandverbauten oder Böschungen ausgeführt. Eine Aufgliederung der Verfahren kann in senkrechte und geneigte, sowie in wiederverwendbare und einmalige Verbauten erfolgen.⁵⁶

3.1.1 Geböschte Baugruben bzw. Gräben

Böschungen als Sicherung von Baugrubenwänden werden verwendet, wenn ausreichend Platz vorhanden und der anstehende Untergrund standsicher ist. Es ist die einfachste Form, eine Baugrubenwand zu sichern, und gleichzeitig meistens die technisch wirtschaftlichste Variante. Je nach Bodenart sind unterschiedliche maximale Neigungen möglich. Die Arbeitnehmerschutzmappe der AUVA [2] gibt für gewisse Bodenarten pauschal maximale Böschungsneigungen gemäß Tab. 3.1 vor. Unter Einhaltung der Tabellenwerte ist bei Normalbedingungen und dem, in Abb. 3.3 dargestellten, lastfreien Streifen oberhalb der Böschung mit einer Breite von mindestens 50 cm keine Standsicherheitsberechnung erforderlich. Bei geböschten Baugruben ist zudem eine Arbeitsraumbreite im Bereich der Baugrubensohle gemäß der DIN 4124 [15, S. 36] von 50 cm und gemäß AUVA [2, D.5] von min. 40 cm erforderlich. Für abweichende oder spezielle Verhältnisse sind dennoch gesonderte, statische Berechnungen erforderlich. Über die Notwendigkeit dieser Berechnungen entscheidet der zuständige Fachingenieur.^{57 58}

Tab. 3.1: Übersicht maximaler Böschungsneigungen gemäß AUVA⁵⁹

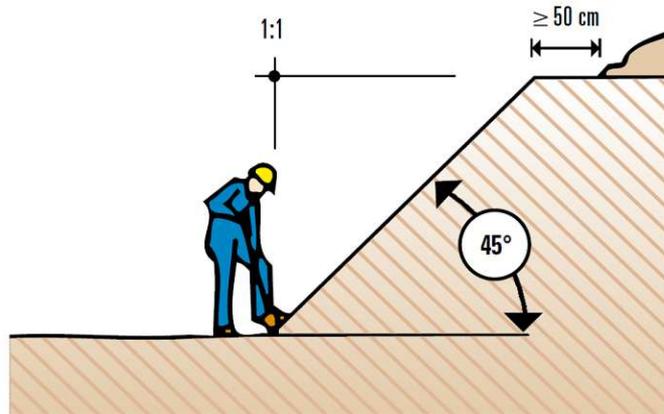
Bodenart	Böschungswinkel
Nicht bindiger oder weicher bindiger Boden	45°
Steifer oder halbfester bindiger Boden	60°
Leichter Fels	80°
Schwerer Fels	90°

⁵⁶ Vgl. [56] Stein et al., S. 171 ff.

⁵⁷ Vgl. [15] DIN 4124:2012-01-00: *Baugruben und Gräben Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*, Kapitel 9

⁵⁸ Vgl. [2] AUVA: *Arbeitnehmerschutzmappe* (Ver. 2016), S. D.5

⁵⁹ Aus [2] AUVA: *Arbeitnehmerschutzmappe* (Ver. 2016), S. D.1

Abb. 3.3: Geböschte Baugrube ⁶⁰

Müssen Böschungen auf längere Zeit standsicher sein oder ist aufgrund der Untergrundverhältnisse eine freie Böschung statisch nicht ausführbar, können gemäß Maybaum [31, S. 68ff.] folgende weitere Maßnahmen getroffen werden:

- *Geotextilien*
- *Kunststofffolien mit Steinen oder Bohlen beschwert*
- *Schilfmatten mit Steinen oder Bohlen beschwert*
- *Spritzbetonschalen (bewehrt oder unbewehrt, verankert oder unverankert)*
- *Bewuchs*
- *Drainagierungen*

Solange es die Platzverhältnisse beim jeweiligen Bauvorhaben zulassen und die Maßnahmen sich als technisch wirtschaftliche Lösung herausstellen, kann jede der aufgelisteten Möglichkeiten auch für den Leitungsbau Anwendung finden.

3.1.2 Spundwand/Trägerverbau

Eine weitere Möglichkeit, Baugrubenwände zu sichern, ist der Spund- oder Trägerverbau. Unter der Spundwand wird ein senkrechter Verbau aus Stahl verstanden, der aus Spundbohlen, Spundelementen oder Kanaldielen besteht. Diese Elemente werden im Rammverfahren in den Untergrund eingebracht und können nach ihrem Einsatz wieder gezogen werden. Der Unterschied zwischen Spundbohlen bzw. Spundelementen und Kanaldielen ist jener, dass Spundwandelemente ein sogenanntes Schloss an den Elementenden besitzen, Dielen hingegen nicht. Diese Schlösser dienen bei Spundbohlen dazu, einen Verbund zu erzeugen. Zusätzlich können sie bei hohen Grundwasserverhältnissen mit bituminösen Massen versetzt werden, um eine gewisse technische Dichtfunktion zu erreichen. In Abb. 3.4 ist links ein gängiges Spundwandelement und rechts eine gängige Kanaldiele dargestellt. An den beiden Enden des Spundelementes sind die Spundwandschlösser dargestellt.

⁶⁰ Aus [2] AUYA: *Arbeitnehmerschutzmappe* (Ver. 2016), S. D.1

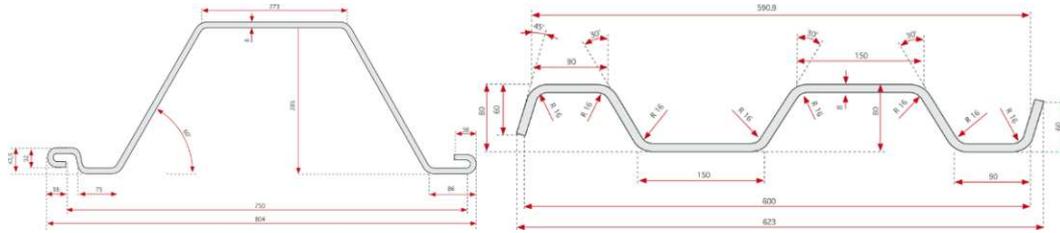


Abb. 3.4: Spundwandelement (links) im Vergleich zu einer Kanaldielen (rechts)⁶¹

Spundwandelemente können bei der Ausführung im Verbund hergestellt werden. Dabei wird ein einzelnes Element als Einzelbohle, einen Verbund aus zwei Elemente als Doppelbohle (DB) und einen Verbund aus drei Elementen als Dreifachbohle (TB) bezeichnet. Dies ermöglicht mit den entsprechenden Gerätschaften gute Leistungsfortschritte. Weiters wird dieses Verfahren durch das Ziehen und Wiederverwenden der Elemente zu einer kostengünstigen Ausführungsvariante.

Spundwandverbauten sind schon seit geraumer Zeit am Markt erhältlich und über den Lauf der Jahre haben diverse Hersteller verschiedenste Elementensysteme entwickelt. In der Regel haben Kanaldielen Abmessungen von 0,65 bis 0,80 m Breite und je nach Anforderung Profiltiefen von 30 bis 100 mm. Spundwände dagegen haben Breiten von 0,60 bis 0,90 m und Profiltiefen von 300 bis 600 mm. In Österreich gängig sind KD-, PU- und AZ-Profile. Je nach Anforderung können verschiedene Stahlgüteklassen verwendet werden. Abb. 3.5 zeigt die Anwendung eines Spundwandverbauten im Leitungsbau.



Abb. 3.5: Verbauter Graben mit Spundwand, Gurtung und Rückverankerung⁶²

Der Spundwandverbauten kann durch eingerammte bzw. eingebohrte Stahlträger erweitert werden und wird dann als Trägerverbauten bzw. Trägerbohlwand bezeichnet. Ausführungsvarianten für die Ausfachung (Platz zwischen zwei Trägern) sind Holzbretter, Spundwandelemente, Kanaldielen und Spritzbetonausfachungen. Im Vergleich zu Spundwänden haben Trägerbohlwände mit Spundwand-

⁶¹ Aus [64] <https://www.twf.at/images/mieten/kanaldielen/kd600-8.png> (links) & [63] <https://www.twf-tiefbautechnik.de/images/mieten/kanaldielen/FLP750-8.png> (rechts), zuletzt besucht am 25.10.2020

⁶² Aus. [22] https://geo-bau.com/images/leistungssparten/Verbautechnik/102_0203.JPG, zuletzt besucht am 21.10.2020

bzw. Kanaldielenausfachung den Vorteil, dass sich in wiederkehrenden horizontalen Abständen Träger im Verbau befinden. Dies erhöht die Steifigkeit der Baugrubensicherung und ermöglicht so größere Aushubtiefen bei gleichem Geräteinsatz und Herstellverfahren.^{63 64}



Abb. 3.6: Ausgesteifter Trägerverbau mit Kanaldielenausfachung⁶⁵

Es gibt, anders als in der angeführten Literatur dargestellt, neben den undichten Trägerbohlwänden in der Praxis auch technisch dichte Ausführungen. Eine dieser dichten Varianten ist in Abb. 3.7 dargestellt. Die Spundwand wird als erster Arbeitsschritt hergestellt, wobei die Verbindungen bzw. Schlösser mit Dichtmasse abgedichtet werden. Die Träger werden in den „Nischen“ der Spundelemente angeordnet. So wird der Vorteil des steiferen Verbaus mit der technisch erforderlichen Dichtigkeit verbunden und die Vorteile der Trägerbohlwand können bei Grundwasserverhältnissen über der Baugrubensohle verwendet werden.⁶⁴

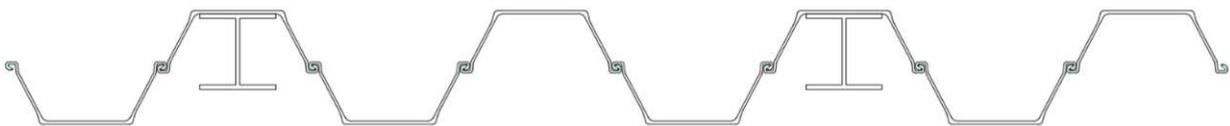


Abb. 3.7: dichte Ausführungsvariante des Trägerbohlverbau⁶⁶

3.1.3 Konventioneller Verbau

Unter dem Begriff konventioneller Verbau, in Österreich auch als Pölung bekannt, werden senkrechte bzw. waagrechte Verbauten aus Holz oder Stahl verstanden. Die Tragkonstruktion besteht aus Aussteifungs-, Trag- und Füllelementen. Sie übernehmen die temporären Lasten während der Bauphase und gewähren dadurch ein sicheres Arbeiten.⁶⁷

⁶³ Vgl. [31] Maybaum et al., S. 79 ff.

⁶⁴ [7] Informationen von Fa. Bernegger GmbH, Abteilung Spezialtiefbau

⁶⁵ Von [7] Fa. Bernegger GmbH, Baugrube in Wien

⁶⁶ [7] Informationen von Fa. Bernegger GmbH, Abteilung Spezialtiefbau

⁶⁷ Vgl. [33] Moschig, S. 273

Pölzungen werden in der Praxis für Graben-, Gruben-, Schacht-, Tunnelwandverbauten oder dgl. eingesetzt und finden nicht nur im Leitungsbau, sondern ebenfalls im Tunnel-, Wasser-, Hoch-, Siedlungswasser- und Bergbau Anwendung.

Pölzungen müssen nicht für jedes Bauvorhaben maßgeschneidert werden, es sind auch sogenannte systemische Verbauten möglich. Bei dieser Verbaumethodik werden Systemelemente vorgefertigt und am Einbauort mit geringerem Aufwand eingebaut. Die Systemelemente sind standardisiert hergestellt und meist aus Stahl. Der Nachteil ist, dass der Verbau bei wechselnden Bedingungen nicht oder nur begrenzt, angepasst werden kann. Das System muss mit dem Verwendungszweck abgestimmt werden. Beispiele für die Anpassung sind Aussteifungsraster, Elementgrößen, Material und dgl.⁶⁸

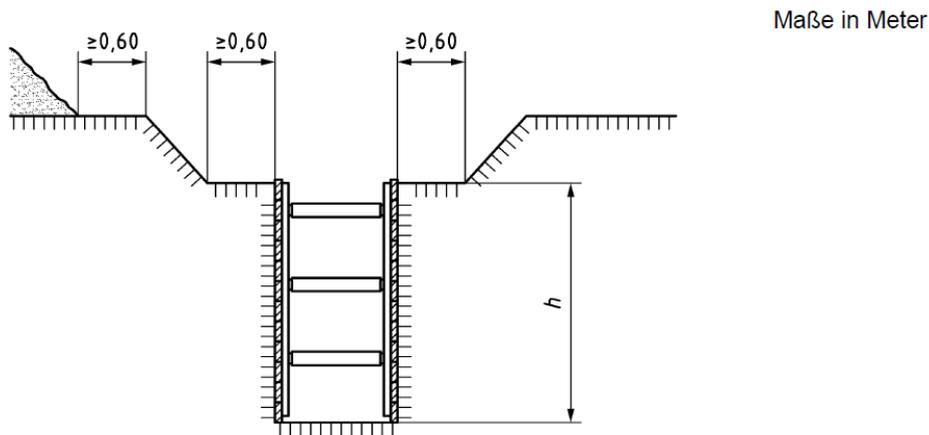


Abb. 3.8: Schemazeichnung Auspölung Graben⁶⁹

3.1.4 Grabenverbaugeräte (nach DIN 4124)

In der DIN 4124 [15] werden unter Grabenverbaugeräten speziell systemisch vorgefertigte Verbauten angegeben (Beispiele in Abb. 3.9 dargestellt). Folgende Versionen werden in der DIN 4124 [15, S. 16] angeführt:

- Plattenpaare, die über mittig angeordnete Aufrichter durch Stützbauteile verbunden sind
- Plattenpaare, die über an den Rändern der Platten angeordnete Aufrichter durch Stützbauteile verbunden sind
- Schleppboxen
- Plattenpaare oder Sonderprofile, die durch waagrecht angeordnete Rahmen gestützt sind
- Platten, die in Einfach- oder Mehrfach-Gleitschienenpaaren geführt werden, die durch gelenkige Stützbauteile verbunden sind
- Grabenverbaugeräte, bei denen in der Höhe verschiebliche Stützrahmen oder steife Stützbauteile dafür sorgen, dass sich der Abstand gegenüberliegender Gleitschienen und Platten zueinander beim Absenkvorgang nicht verändert

⁶⁸ Vgl. [56] Stein et al., S. 177 ff.

⁶⁹ Aus. [15] DIN 4124:2012-01-00: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, S. 9

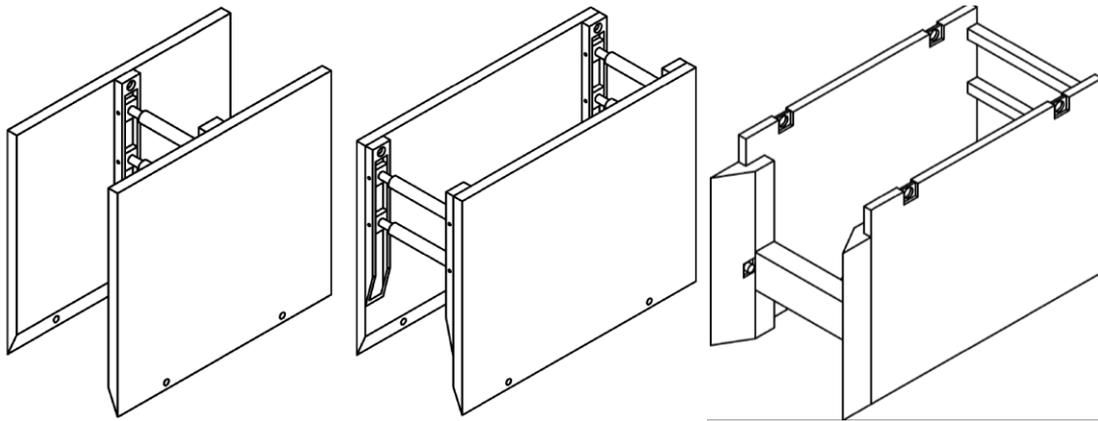


Abb. 3.9: Mittig gestütztes Grabenverbaugerät (links); Randgestütztes Grabenverbaugerät (mittig); Schleppbox (rechts)⁷⁰

3.1.5 Weitere Verbauarten in Spezialfällen (nach DIN 4124)

Durch spezielle Anforderungen, wie beispielsweise geringe Verformbarkeit des Verbaus, besondere Untergrundverhältnisse oder die Wasserdichtheit, müssen an diese Faktoren abgestimmte Verbauarten eingesetzt werden. Die DIN 4124 [15, S. 13ff.] listet folgende zusätzliche Möglichkeiten des Verbaus auf:

- *Pfahlwände*
- *Schlitzwände*
- *Oberflächensicherung durch Spritzbeton*
- *Durch Düsenstrahlverfahren verfestigte Erdwände*
- *Durch Bodenvereisung verfestigte Erdwände*
- *Durch Injektionen verfestigte Erdwände (z. B. mit Zementmischungen, Kunststoffharzen, etc.)*

Diese Verfahren finden jedoch im Leitungsbau selten Anwendung, da sie wesentlich kompliziertere Geräte-, Personal- und Materialeinsatzvoraussetzungen benötigen.

3.2 Mindestabmessungen für die Grabenbreite

Im folgenden Abschnitt wird die Mindestbreite von Gräben und die dazugehörigen Regelwerke in Österreich erläutert. Dieses Kapitel dient als Grundlage für die Beschreibung der erforderlichen Flächeninanspruchnahmen beim konventionellen Leitungsbau.

Bei Gräben können die Arbeitsraumbreiten bzw. die daraus folgenden Mindestgrabenbreiten gemäß den geltenden Regelwerken in Abwasser- und Kanalleitungen und sonstige Leitungen unterteilt werden. Die Anforderungen für Abwasser- und Kanalleitungen regelt die „ÖNORM EN 1610: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ [36] und für sonstige Leitungen die „ÖNORM B 2205: Erdarbeiten Werkvertragsnorm“ [37]. Für unverbaute Gräben bis 1,25 m Tiefe gibt die Sicherheitsschutzmappe der AUVA [2] Auskunft zu den erforderlichen Mindestbreiten. In Tab. 3.2 und Tab. 3.3 werden die erforderlichen Mindestbreiten bei unterschiedlichen Tiefenstufen dargestellt. Es

⁷⁰ Aus [15] DIN 4124:2012-01-00, S. 17

lässt sich ein aufweitendes Profil über die Tiefe erkennen und ab einer Tiefe von 4,00 m ist die Mindestbreite gemäß den Dokumenten gleichbleibend. Diese Angaben sind unabhängig vom Rohrdurchmesser und somit bei kleineren Rohrdurchmessern maßgebend.

Tab. 3.2: Übersicht unverbaute Grabenbreiten⁷¹

Grabentiefe t	Mindestgrabenbreite b
$t \leq 0,70 \text{ m}$	$\geq 0,30 \text{ m}$
$0,70 \text{ m} < t \leq 0,90 \text{ m}$	$\geq 0,40 \text{ m}$
$0,90 \text{ m} < t \leq 1,00 \text{ m}$	$\geq 0,50 \text{ m}$
$1,00 \text{ m} < t \leq 1,25 \text{ m}$	$\geq 0,60 \text{ m}$

Tab. 3.3: Übersicht Grabenbreiten nach Tiefenstufen gemäß ÖNORM EN 1610⁷² und ÖNORM B 2205⁷³

Grabentiefe t	Mindestgrabenbreite b (n. ÖNORM EN 1610)	Mindestgrabenbreite b (n. ÖNORM B 2205)
$t < 1,00 \text{ m}$	keine Mindestgrabenbreite vorgegeben	-
$1,00 \text{ m} \geq t \leq 1,75 \text{ m}$	$b \geq 0,80 \text{ m}$	* $b \geq 0,60 \text{ m}$
$1,75 \text{ m} < t \leq 4,00 \text{ m}$	$b \geq 0,90 \text{ m}$	$b \geq 0,75 \text{ m}$
$t > 4,00 \text{ m}$	$b \geq 1,00 \text{ m}$	$b \geq 0,90 \text{ m}$

*bis 1,75 m gilt eine Mindestbreite von 0,60 m

Die ÖNORM EN 1610 [36] und die ÖNORM B 2205 [37] bieten jedoch noch weitere Vorschriften für Mindestgrabenbreiten, diese hängen vom gewählten Rohrdurchmesser ab. In Tab. 3.4 und Tab. 3.5 sind die Mindestbreiten in Abhängigkeit des Durchmessers dargestellt. Die Mindestbreiten der ÖNORM EN 1610 [36] beziehen sich auf größere Durchmessergruppen, dafür sind diese pauschal gesehen bis zu einer Tiefe von 4,00 m größer.

Tab. 3.4: Übersicht Grabenbreiten nach Durchmesser gemäß EN 1610⁷¹

Rohrdurchmesser	Mindestgrabenbreite (Durchmesser d + x)		
	Verbaute Gräben	Unverbaute Gräben	
		Böschungswinkel > 60°	Böschungswinkel ≤ 60°
≤ 225 mm	d+0,40	d+0,40	
> 225 mm bis ≤ 350 mm	d+0,50	d+0,50	d+0,40
> 350 mm bis ≤ 700 mm	d+0,70	d+0,70	d+0,40
> 700 mm bis ≤ 1.200 mm	d+0,85	d+0,85	d+0,40

⁷¹ Vgl. [2] AUYA: *Arbeitnehmerschutzmappe* (Ver. 2016), S. D5.1

⁷² Vgl. [36] ÖNORM EN 1610:2015-12-00: *Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 15 ff.

⁷³ Vgl. [37] ÖNORM B 2205:00-11-01: *Erdarbeiten Werkvertragsnorm*, S. 15 ff.

Tab. 3.5: Übersicht Grabenbreiten nach Durchmesser gemäß ÖNORM B 2205⁷⁴

Außenrohrdurchmesser	Mindestgrabenbreite			
	Tiefenstufen			
	Bis 1,25 m	> 1,25 m	> 1,75 m	> 4,00 m
		Bis 1,75 m	Bis 4,00 m	
Bis 250 mm	0,60 m		0,70 m	0,90 m
300 mm	0,70 m		0,80 m	0,90 m
350 mm	0,80 m		0,90 m	1,00 m
400 mm	0,90 m		1,00 m	1,10 m
450 mm	0,95 m		1,05 m	1,15 m
500 mm	1,00 m		1,10 m	1,20 m
600 mm	1,10 m		1,20 m	1,30 m
700 mm	1,20 m		1,30 m	1,40 m
800 mm	1,40 m		1,50 m	1,60 m
900 mm	1,60 m		1,70 m	1,80 m
1.000 mm	1,70 m		1,80 m	1,90 m
1.500 mm		2,50 m	2,60 m	2,70 m
2.000 mm			3,10 m	3,20 m
2.500 mm			3,60 m	3,70 m
3.000 mm			4,10 m	4,20 m

In Abb. 3.10 und Abb. 3.11 werden für zwei verschiedene Durchmesser die Mindestgrabenbreiten der jeweiligen Normen und Betrachtungsweisen dargestellt. Die Y-Achse ist hierbei die Tiefe des Grabens und die X-Achse gibt ausgehend von der Leitungsachse die halbe Grabenbreite an. Zu erkennen ist in Abb. 3.10, dass die tiefenabhängige Variante der ÖNORM EN 1610 [36] die größte Breite verlangt. In Abb. 3.11 wird mit DN350 der Durchmesser angegeben, ab dem die durchmesserabhängige Variante der ÖNORM B 2205 [37] maßgebend wird. Jedwede weitere Erhöhung des Durchmessers ändert fortan nur den Wert der Mindestgrabenbreite, jedoch nicht die maßgebende Norm, aus der die Breite stammt.

Diese zwei Normen sind in Österreich jedoch nicht die einzigen Regelwerke, die Anwendung finden. Für Straßeninfrastrukturbauten gibt es zusätzlich die Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS). In diesen sind Regelblätter und Anforderungen für verschiedenste Elemente des Infrastrukturbaus definiert. In den Regelblättern 08.01-1 bzw. 10.35-1 werden als Beispiel Grabenbreiten für die Abrechnung und Massenermittlung festgelegt. Die Regelblätter und Vorschriften basieren auf den gültigen Normen und Richtlinien in Österreich.

Weitere verschiedene Regelungen für den Leitungsbau findet man in diversen Ausführungsnormen, ISO Normen und den Regelblättern des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV), dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV), der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) und dem Güteschutzverband Rohre im Siedlungswasserbau (GRIS). Die in diesen Werken

⁷⁴ Vgl. [37] ÖNORM B 2205:00-11-01: *Erdarbeiten Werkvertragsnorm*, S. 15 ff.

definierten Vorschriften sind für die Planung und Ausführung von Bedeutung und zu umfangreich, um auf jede einzeln einzugehen. Die Regelblätter, die aus der Sicht des Autors für diese Arbeit von Wichtigkeit sind, werden in Kapitel 6.4 „Vertragliche Rahmenbedingungen“ aufgelistet.

Vergleich Mindestgrabenbreite Tiefenabhängig mit DN250

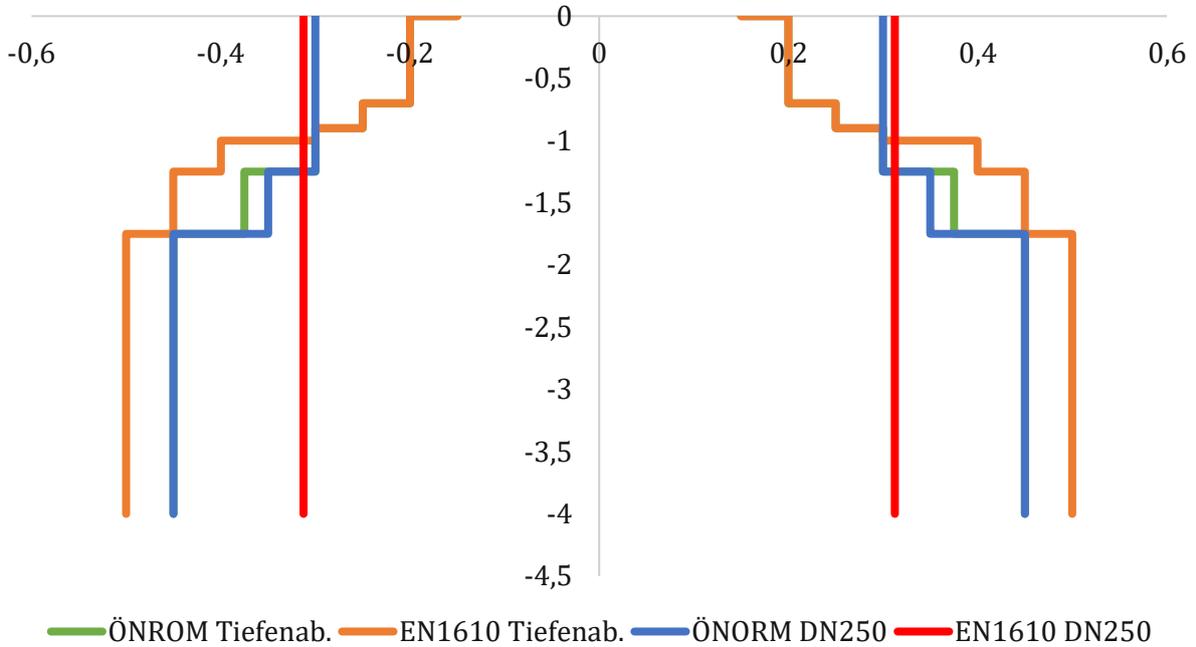


Abb. 3.10: Vergleich Mindestgrabenbreite für DN250

Vergleich Mindestgrabenbreite Tiefenabhängig mit DN350

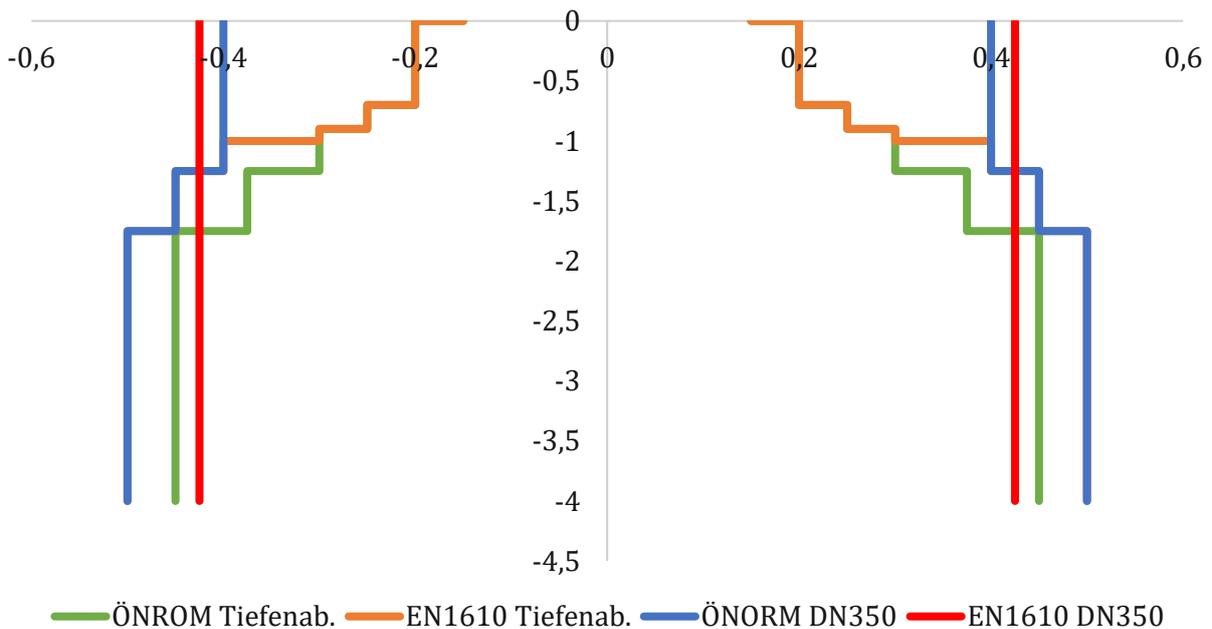


Abb. 3.11: Vergleich Mindestgrabenbreite für DN350

4 Grabenloser Leitungsbau

Der grabenlose Leitungsbau, früher Rohrvortrieb oder geschlossene Bauweise genannt, wird im Bauwesen aufgrund zahlreicher Gründe immer bedeutender. Einerseits bietet er die Möglichkeit, ohne offene Gräben Leitungen zu verlegen, andererseits sind auch bestehende Leitungen dadurch sanier- bzw. ersetzbar. Für die Rolle der Sanierungen in der Zukunft wird auf Kapitel 2.3 „Gabenlose Sanierung von Kanälen“ verwiesen.⁷⁵

In den nachstehenden Kapiteln wird ein grober Überblick über die verschiedenen Gliederungsarten, Funktionsweisen und möglichen Einsatzgebiete des grabenlosen Leitungsbaus gegeben, die teilweise historisch-durch die Art der Funktionsweise- oder vertraglich (diese Gliederung wird in Kapitel 0 beschrieben) entstanden sind. Weiters folgen Unterkapitel, in denen die Begriffe bis zur 3. Ebene der modifizierten Aufteilung nach Stein (siehe Abb. 4.2) erläutert werden, um der Übersicht eine Tiefenstufe hinzuzufügen. Der Chronologie folgend wird zunächst die Aufteilung der Österreichischen Vereinigung für grabenlosen Leitungsbau (ÖGL) beschrieben, anschließend werden noch fehlende Elemente nach der Modifizierung von Stein erläutert. Die Begriffe Erneuerung, Neuverlegung, Renovierung, Reparatur und Sanierung sind im Kapitel 1.4 angeführt, da diese teilweise einen normierten Ursprung haben. Zum Abschluss wird auf die Wichtigkeit und den Vorteil von grabenlosen Technologien eingegangen.

Eine grobe Gliederung wird von der ÖGL vorgeschlagen und ist in Abb. 4.1 ersichtlich:⁷⁶

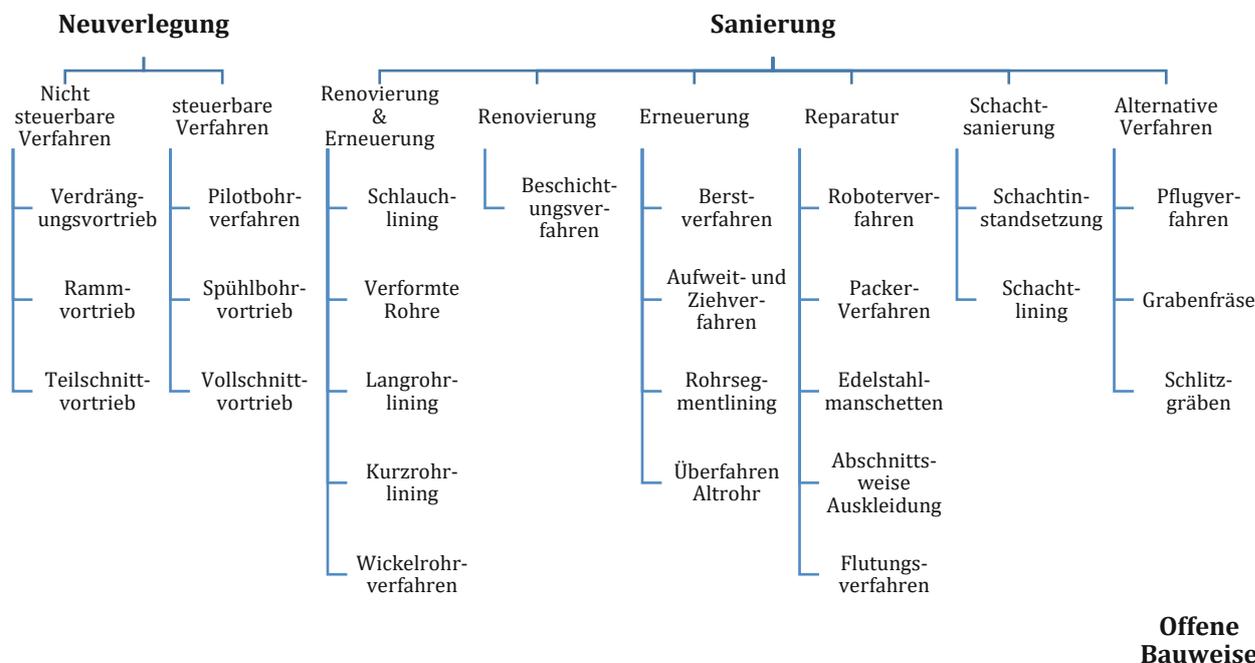


Abb. 4.1: Übersicht Grabenloser Leitungsbau⁷⁶

⁷⁵ Vgl. [55] Stein, S. 124 ff.

⁷⁶ Aus [44] <https://www.grabenlos.at/de/grabenlose-technologie.html>, zuletzt besucht am 06.10.2020

In der Übersicht der ÖGL wird der Leitungsbau auf der ersten Ebene in Neuverlegung, Sanierung und in die offene Bauweise aufgeteilt. Des Weiteren wird bei der Neuverlegung zwischen den steuerbaren und nicht steuerbaren Technologien unterschieden. Die Sanierung teilt sich im Wesentlichen in die Erneuerung, die Renovierung, die Reparatur und die Schachtsanierung auf. Dies bietet eine übersichtliche Darstellung über die verschiedensten Einsatzbereiche des grabenlosen Leitungsbaus und zugleich eine Hilfestellung für die Eingrenzung bei konkreten Problem- bzw. Aufgabenstellungen.

Im Buch „Grabenloser Leitungsbau“ von Stein [55] erfolgt eine andere, ältere, aber ebenso interessante Aufteilung. Wie in Abb. 4.2 ersichtlich ist, werden die Verfahren in unbemannte und bemannte Verfahren unterteilt. Die unbemannten Verfahren werden in weiterer Folge in steuerbare und nicht steuerbare Verfahren und danach jeweils in Bodenverdrängungs- bzw. Bodenentnahmeverfahren aufgesplittet. Diese Aufteilung bietet Ingenieuren und Konsulenten einen Einblick hinsichtlich der Arbeitsweise, möglicher Verwendungszwecke bzw. eventueller anthropogener Untergrundstörungen durch die Verfahren. Dies kann in speziellen Aufgabenstellungen oder Projekten von großer Bedeutung sein (z. B. mögliche Setzungsrisiken bei Bodenentnahmeverfahren, Erschütterungen bei Bodenverdrängungsverfahren oder dgl.).⁷⁷

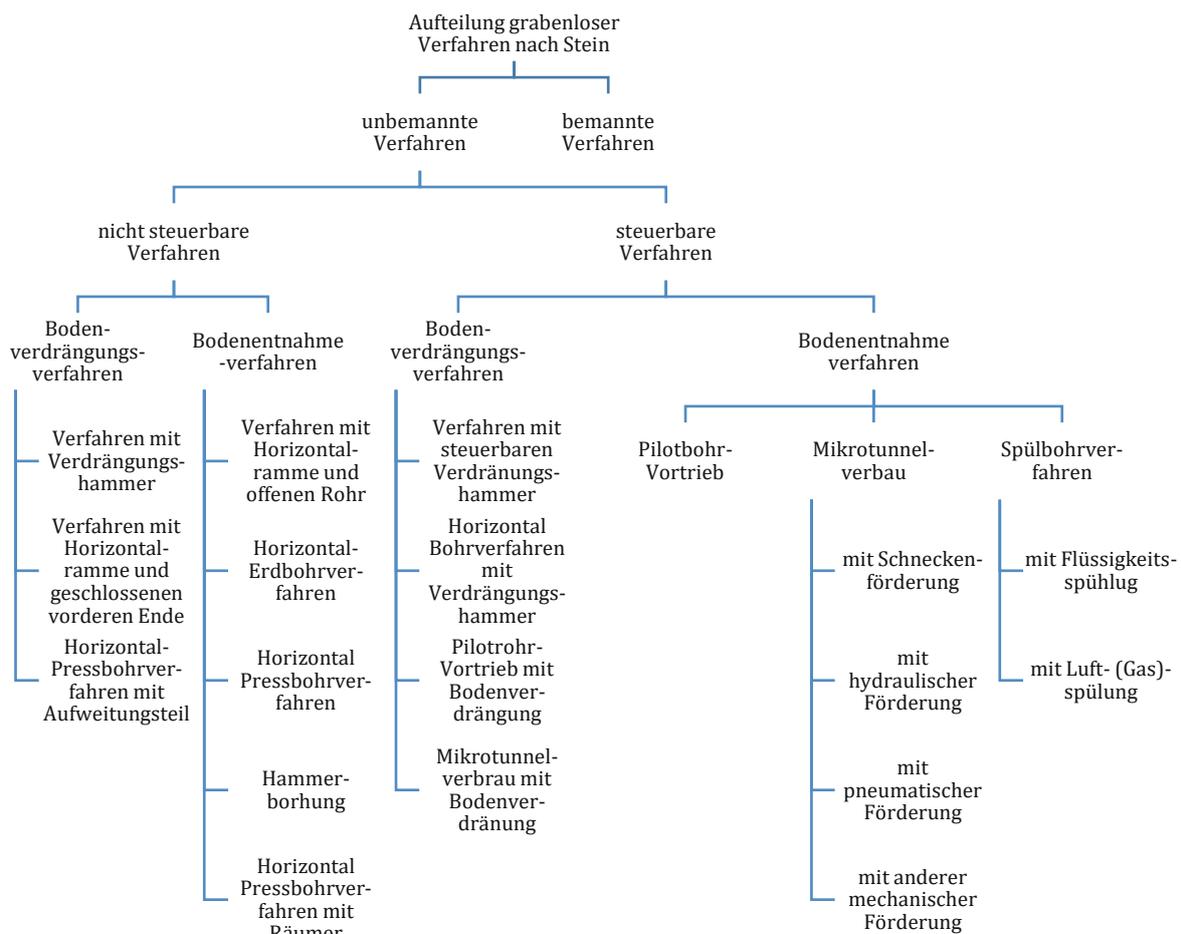


Abb. 4.2: Übersicht der Verfahren⁷⁸

⁷⁷ Aus [55] Stein, S. 125

⁷⁸ modifiziert nach Stein [55].

4.1 Nicht steuerbare Verfahren

Nicht steuerbare Verfahren sind jene, bei denen nach dem Ansetzen und Einrichten des Vortriebs im Startschacht, die Gradienten und Richtung nur noch bedingt „gesteuert“ bzw. beeinflusst werden kann. Einflussfaktoren wie Untergrundverhältnisse, Hindernisse, Verfahrensart und Vortriebslänge sind maßgebend für Lage- und Zielgenauigkeit im Zielschacht. Diese Verfahren werden nur dann angewendet, wenn es hinsichtlich des Veränderungsbedarfs wegen oben genannter Faktoren keine oder nur bedingte Anforderungen gibt. Zusätzlich können Maßnahmen erforderlich werden, um Schäden an Bauwerken und vorhandenen Einbauten vorzubeugen oder diese zu minimieren.⁷⁹

4.2 Steuerbare Verfahren

Steuerbare Verfahren sind Verfahren, bei denen die Vortriebsrichtung während des Bauprozesses aufgezeichnet und bei Abweichungen zur Soll-Lage korrigiert werden kann. Am Markt sind verschiedenste Steuertechniken zu unterschiedlichen Verfahren vorhanden. Das Ziel einer jeden Steuertechnik ist laut Stein et al. [56, S. 195ff.]:

- *Ständige Positions- und Lagebestimmung an der Ortsbrust*
- *Möglichkeit zur Richtungskorrektur im Bereich des Vortriebs*
- *Festlegung der optimalen Größe und Dauer der Steuerbewegung zum Wiedererreichen der Soll-Lage*

Ein Auszug von derzeit häufig verwendeten Beispielen der Steuertechniken sind gemäß Stein et al. [56, S. 195ff.] unter anderem:

- *Vortriebsspitzenortung mit GPS*
- *Kameraaufnahme mit gekennzeichneten Zielscheiben*
- *Laservermessungen im Vortrieb*

Welche Steuertechnik eingesetzt wird, hängt vom ausgeführten Verfahren, den Untergrundverhältnissen, der topographischen, rechtlichen (z. B. Zutrittsrechte, Grundstücksverhältnisse etc.) und weiteren Faktoren ab.⁸⁰

4.3 Bodenverdrängungsverfahren

Beim sogenannten Bodenverdrängungsverfahren wird ein kreisförmiger Verdrängungskörper dynamisch oder statisch in den anstehenden Untergrund vorgetrieben. Hierbei wird keinerlei Bodenmaterial aus dem Bohrloch über Tage gefördert, sondern lediglich im Vortriebsbereich verdrängt. Diese Verfahren sind technisch nur in verdicht- bzw. verdrängbaren Untergründen durchführbar. Vor der Ausführung der Leistungen werden möglichst lückenlose, aufschlussreiche Untergrunderkundungen benötigt, um etwaige Vortriebsstopps und Risiken zu minimieren.⁸¹

⁷⁹ Vgl. [38] ÖNORM EN 12889:2000-03-00: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen*, S. 8

⁸⁰ Vgl. [56] Stein et al., S. 195 ff.

⁸¹ Vgl. [55] Stein, S. 223 ff.

Üblicherweise wird für das Bodenverdrängungsverfahren ein Vortriebshammer, ein Führungsrohr mit konischer oder stufenförmiger Spitze, ein Kompressor bzw. Aggregat und ein Start- sowie Ziel-schacht benötigt. Der Vortriebshammer kann entweder mittels Druckluft oder hydraulisch angetrieben werden.⁸²

Je nach Verfahren sind Durchmesser von 45 bis 300 mm möglich und es können nach dem Führungsrohr mit Spitze auch noch zusätzliche Aufweitungselemente verwendet werden. Vortriebsleistungen von 1 bis 20 m/h sind erzielbar und gemäß Stein [55] ist es durch die Überschaubarkeit der Gerätekomponenten, sowie der einfachen Transportier- und Montagemöglichkeit ein preisgünstiges Verfahren. Um die Lage- bzw. Stranggenauigkeit zu erhöhen, können vorausseilend gesteuerte Pilotbohrungen ausgeführt oder ortbare Spitzen (siehe Kapitel 4.2) eingesetzt werden.⁸³

In Abb. 4.3 wird die standardmäßige Ausführung eines Verdrängungshammers mit gleichzeitigem Einbau der Leitung dargestellt. Der Verdrängungshammer ist mit einer Schraubverbindung und einem Klemmkonus mit der jeweiligen Leitung verbunden. Er kann entweder gesteuert oder ungesteuert ausgeführt sein und die Spitzenausbildung wird auf die Randbedingungen des Projektes abgestimmt. Bei zugempfindlichen Leitungen besteht die Möglichkeit, zuerst eine Leerverrohrung grabenlos einzubauen und in einem zweiten Arbeitsschritt die Leitung schonend einzuziehen.

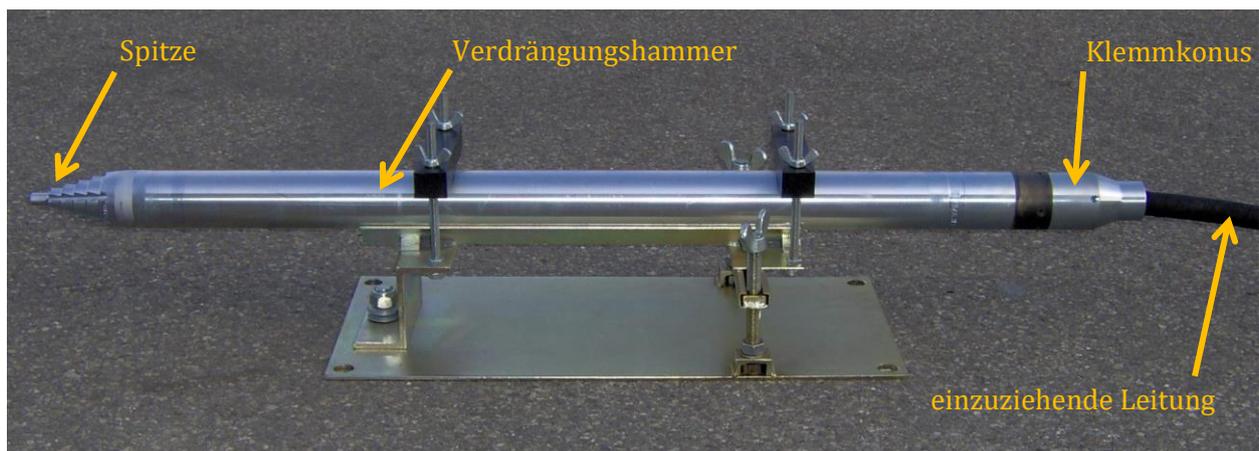


Abb. 4.3: Üblicher Geräteaufbau eines Verdrängungshammers^{84 85}

Abb. 4.4 zeigt Spitzenausbildungen und Gerätekomponenten für unterschiedliche Verfahrensarten, Untergrundbeschaffenheiten, Leitungsdurchmesser und Verwendungszwecke.

⁸² Vgl. [38] ÖRNORM EN 12889:2000-03-00: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 8

⁸³ Vgl. [55] Stein, S. 225 ff.

⁸⁴ Bild aus [60] <http://de.terra-eu.eu/bilder5/panorama/erdraketen-TERRA-HAMMER.jpg>, zuletzt besucht am 01.03.2021

⁸⁵ Gerätekomponentenbeschreibung aus [55] Stein D.: *Grabenloser Leitungsbau*, S. 227

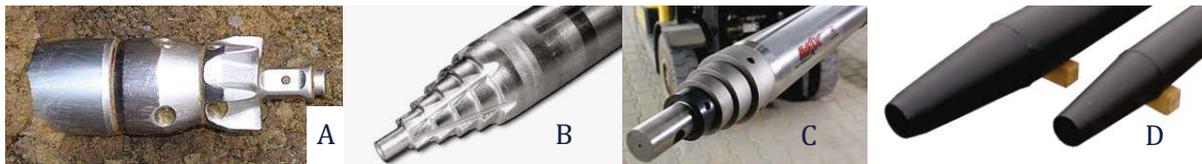


Abb. 4.4: Spitzausbildungen: Grundomatkopf (A)⁸⁶, Kombinationskopf (B)⁸⁷, Stufenkopf (C)⁸⁸, Aufweitungshülsen (D)⁸⁹

4.4 Bodenentnahmeverfahren

Bei diesem Verfahren wird ebenfalls ein Rohr dynamisch oder statisch im Untergrund vorgetrieben. Im Gegensatz zum Bodenverdrängungsverfahren wird das Bohrgut bzw. das Bohrklein beim Bodenentnahmeverfahren kontinuierlich, in Intervallen oder nach abgeschlossenem Vortrieb über Tage gefördert. Diese Verfahren bieten den Vorteil, dass im Nahbereich des Vortriebs, während der Bauphase keine bzw. geringere Erschütterungen entstehen und somit angrenzende Objekte einem geringeren Schadensrisiko (bezogen auf Erschütterungen) ausgesetzt sind.

Beim Bodenentnahmeverfahren sind Durchmesser von 90 mm bis 3.500 mm und ebenso Vortriebsleistungen von 1 bis 20 m/h möglich. Die Geräte- bzw. Personalerfordernisse sind weitaus komplexer und hängen stark vom gewählten Verfahren ab. Auch die Transportier- und Montagmöglichkeiten variieren. Im Bereich der zu verlegenden Leitung braucht diese Verfahrensart ausreichende ingenieurgeologische Bodenuntersuchungen gemäß Kapitel 2.1, um das gewählte grabenlose Verfahren an den Untergrund optimal anpassen zu können. Dadurch können eventuelle Vortriebsstopps bzw. Risiken verhindert bzw. minimiert werden, um Mehrkosten, Stillständen bzw. Bauzeitverlängerungen entgegenzuwirken.⁹⁰

Folgende Kriterien der Bodenbeschaffenheit haben gemäß Stein [55, S. 241] Aussagekraft für die Auswahl von Bodenentnahmeverfahren:

- *Bohrbarkeit*
- *Standsicherheit des Bohrloches*
- *Korngröße*
- *Kornverteilung*

Abb. 4.5 zeigt verschiedene Verfahrensarten des Bodenentnahmeverfahrens gemäß Stein [55]. In den skizzierten Darstellungen sind Unterschiede in den Gerätschaften, den Materialtransporten und ein Größenvergleich zwischen der Startgrube und den eingesetzten Geräten zu erkennen. Alle Verfahren sind gemäß Stein [55] nicht oder nur bedingt steuerbar und weisen daher-je nach Ausführungsmethode und Vortriebslänge-Lage- und Höhenunterschiede zur geplanten Trasse in der Zielgrube auf.

⁸⁶ Aus [62] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/69/Erdrakete GRUNDOMAT.jpg/640px-Erdrakete GRUNDOMAT.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/69/Erdrakete_GRUNDOMAT.jpg/640px-Erdrakete_GRUNDOMAT.jpg), zuletzt besuch am 01.03.2021

⁸⁷ Aus [59] <https://bmk-dresden.de/wp-content/uploads/2019/07/TERRA-Erdraketen-de.pdf>, zuletzt besuch am 01.03.2021

⁸⁸ Aus [58] http://terma-max.com/upload_images/IMG693B.tmp.JPG, zuletzt besucht am 01.03.2021

⁸⁹ Aus [61] <http://de.terra-eu.eu/durchpressung-hausanschluss/1-27-produkte>, zuletzt besucht am 01.03.2021

⁹⁰ Vgl. [55] Stein, S. 240 ff

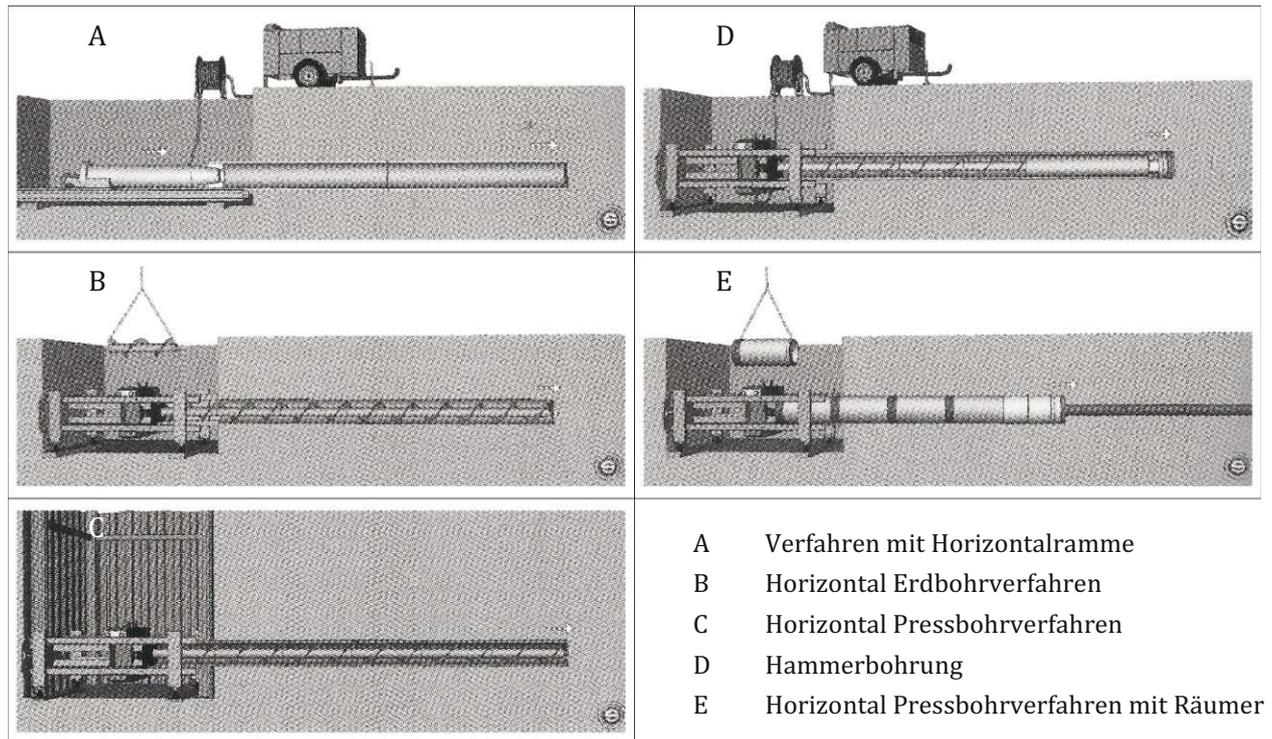


Abb. 4.5: Übersicht verschiedene Bodenentnahmeverfahren⁹¹

4.5 Start- und Zielschacht

Als Start- bzw. Zielschacht werden im grabenlosen Leitungsbau jene Baugruben bezeichnet, in denen der Vortrieb bzw. Leitungsbau oder -sanierung startet bzw. endet. Grundsätzlich kann zwischen zwei Arten unterschieden werden. Einerseits können diese Schächte bzw. Gruben für den Trassenneubau bzw. die -sanierung neu errichtet werden. Andererseits können, falls das gewählte Ausführungsverfahren dies zulässt, die bestehenden Schächte genutzt werden.

Meistens werden diese, im Falle des Neubaus der Schächte bzw. Gruben, anschließend als Revisions- bzw. Putzschacht ausgebaut, um Kosten und Aufwand zu sparen. Die Grundrissform von Start- bzw. Zielschächten kann rechteckig, rund oder rechteckig mit abgerundeten Ecken ausgeführt werden. Bei Schachttiefen > 1,25 m müssen zur Sicherung der Schachtwände spezielle Maßnahmen getroffen werden (siehe Kapitel 3.1). Der Startschacht kann bei speziellen grabenlosen Verfahren auch als Widerlager für den Vortrieb dienen. Der Standort und die Anzahl der Schächte richten sich nach der Trassierung und dem gewählten Verfahren. Die Größe hängt stark von der Vortriebslänge, dem gewählten Verfahren und der Nutzung nach Fertigstellung (Revisionschacht etc.) ab. Abb. 4.6 zeigt als Beispiel für einen Neubau eine Startgrube, die mittels eines konventionellen Verbaus (zur Beschreibung des Verfahrens siehe Kapitel 3.1.3) gesichert wurde.⁹²

⁹¹ Aus [55] Stein, S. 240 und S. 242

⁹² Vgl. [56] Stein et al., S. 171 ff.

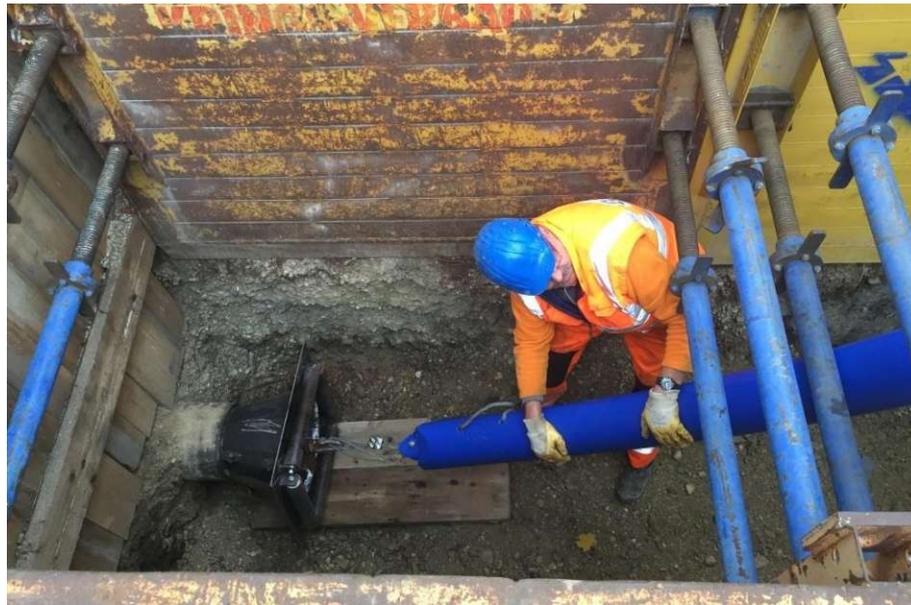


Abb. 4.6: Offene Startgrube ausgepölt⁹³

Die logische Zielsetzung zur Kostenersparnis ist die Nutzung von bestehenden Schächten. Diese Variante funktioniert nur dann, wenn sich die Schächte noch in ausreichend gutem Zustand befinden und die Leitung nicht komplett neu im unbebauten Gebiet geplant ist. Hier ist dann der Start- bzw. Zielschacht ein im Bestand befindlicher Putz- oder Revisionschacht (als Beispiel dient Abb. 4.7).



Abb. 4.7: Verwendung eines Bestandschachtes beim Verfahren „verformten Rohre“⁹⁴

⁹³ Aus [6] https://www.schaudrauf.bayern.de/uploads/images/2000x1333_crop_center-center_82_line/1435/Close-Fit-Lining-C-Mennicke-1.jpg, zuletzt besucht am 07.02.2021

⁹⁴ Aus [3] <https://bi-medien.de/static/cbe2c1ceb08ecaa411dd592e5182be48/c08c5/close-fit-verfahren.jpg>, zuletzt besucht am 07.02.2021

4.6 Vorteile von grabenlosen Technologien

Welche Vorteile die grabenlosen Technologien gegenüber der konventionellen Bauweise aufweisen, zeigt eine Studie aus den 1980er Jahren, die im Leitfaden für „Wirtschaftliche und umweltgerechte Herstellung von Abwasserkanälen durch Microtunneling“ [32] veröffentlicht wurde. Ein Kostenanteilsvergleich von 12.252 m neugebauten Schmutzwasserleitungen mit DN zwischen 200 und 250 mm an 14 Bauvorhaben in Berlin-Heiligensee und Tegelort ist in Abb. 4.8 dargestellt. Etwaige Querrechnungen und Rückschlüsse zwischen der offenen und der geschlossenen Bauweise sind indes nicht möglich, da nur Anteile an den jeweilig unterschiedlichen Gesamtkosten dargestellt sind. Bei der grabenlosen Technologie (in der Abbildung geschlossene Bauweise genannt) sind die Kostenanteile für Straßenaufbruch- und Verbauarbeiten wesentlich geringer als bei der konventionellen offenen Bauweise. Das Kanalmaterial hat bei der grabenlosen Technologie einen wesentlich größeren Kostenanteil am Gesamtprojekt. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Kosten, Aufwand und Verkehrsbehinderungen für offene Gräben im Vergleich gemindert wurden und das Kapital effizienter für den eigentlichen Bau der Leitung genutzt wird.⁹⁵

Abb. 2: Kostenanteile beim Bau von Schmutzwasserkanälen DN 200 und DN 250 in offener Bauweise

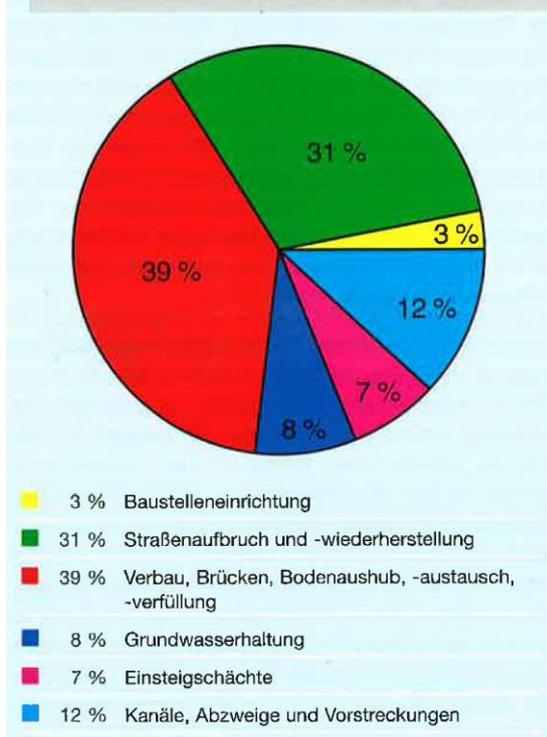


Abb. 3: Kostenanteile beim Bau von Schmutzwasserkanälen DN 200 und DN 250 in geschlossener Bauweise

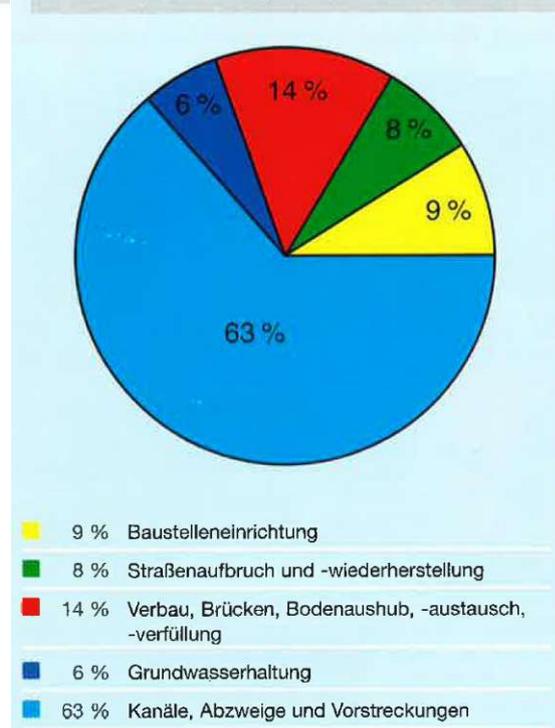


Abb. 4.8: Vergleich der anteiligen Kosten⁹⁶

⁹⁵ Vgl. [32] Wirtschaftliche und umweltgerechte Herstellung von Abwasserkanälen durch Microtunneling, S. 7 ff.

⁹⁶ Aus [32] Wirtschaftliche und umweltgerechte Herstellung von Abwasserkanälen durch Microtunneling, S. 7

5 Grabenlose Verfahren

In diesem Kapitel werden Verfahren des grabenlosen Leitungsbau erläutert und beschrieben, die Chronologie folgt der Auflistung in Abb. 4.1. Dieses Kapitel dient für das tiefere Verständnis des grabenlosen Leitungsbau, zur Darstellung der Varianten und zur Übersicht des Stands der Technik. Es ist zudem Grundlage für die Kapitel 7 „Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels“. Als Übersicht über die detailliert beschriebenen Verfahren dient die folgende Abbildung Abb. 5.1.

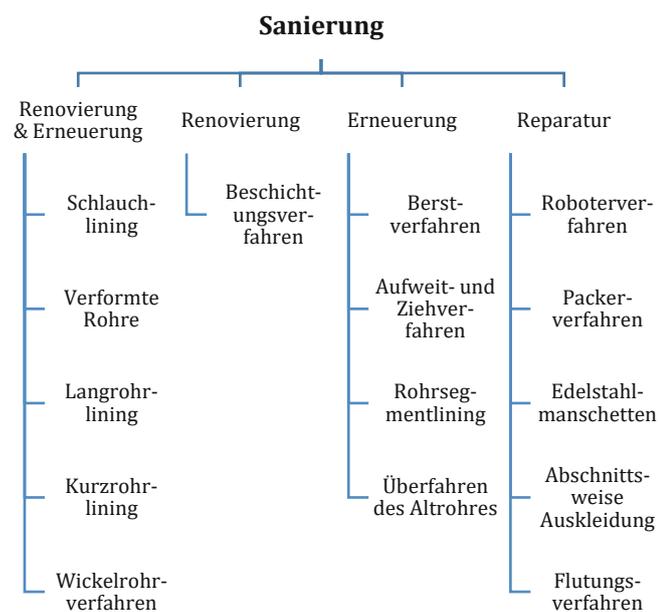


Abb. 5.1: Übersicht ausgearbeiteter Grabenloser Verfahren⁹⁷

5.1 Neuverlegung

Bei der Neuverlegung (für die Begriffsbestimmungen in dieser Arbeit siehe Kapitel 1.4) werden Rohr- bzw. Leitungsstränge komplett neu oder in einer anderen Leitungstrasse als der Bestand verlegt. Diese Verfahren dienen zur Herstellung oder Sicherstellung von Entsorgungs- bzw. Versorgungsleitungen neuer oder gewachsener Siedlungen. Da Österreich bereits gut versorgt und ausgebaut ist, kommen diese Verfahren im Vergleich nur noch selten zur Anwendung. Folgende Verfahren zählen zu der Neuverlegung:

- Verdrängungsvortrieb
- Rammvortrieb
- Teilschnittvortrieb
- Pilotbohrverfahren
- Spühlbohrvortrieb
- Vollschnittvortrieb

⁹⁷ Modifiziert nach [44] <https://www.grabenlos.at/de/grabenlose-technologie.html>, zuletzt besucht am 06.10.2020

Zur Wahrung des Überblickes und der Ziele dieser Arbeit wird auf eine detailliertere Beschreibung der Verfahren verzichtet. Informationen zu den Verfahren sind in der ÖNORM EN 12889 [39] sowie in der Verfahrensbeschreibung des ÖGL [45] und diversen anderen Literaturwerken und Firmenbröschüren.

5.2 Sanierung, Erneuerung und Reparatur

Bei der Sanierung, Erneuerung und Reparatur (für die Begriffsbestimmungen siehe Kapitel 1.4) von Bestandskanälen werden deren Rohrelemente und Verbindungen in Zustandsklassen unterteilt. Anhand dieser wird laut Schadensevaluierung und mittels des Handlungsbedarfes vorgegeben, ob und wann diese entweder erneuert, instandgesetzt oder lokal repariert werden müssen. Wie in Abb. 5.2 und Abb. 5.3 dargestellt, können im Bestand diverse Schadensbilder angefangen von Längs- bzw. Querrissen, Scherbenbildungen, Wurzeleinwuchs, Muffenversatz etc. dokumentiert werden. Durch die immer älter werdenden Kanäle in Österreich gewinnen die folgenden Sanierungs-, Reparatur- und Erneuerungsverfahren zunehmend an Bedeutung. Für weitere Information siehe Kapitel 2.3 „Grabenlose Sanierung von Kanälen“.

Generell gilt für alle Sanierungsverfahren, um etwaige Behinderungen während der Sanierung und eventuelle Probleme beim Einbau von verschiedenen Verfahren zu vermeiden, im Vorhinein das Bestandsrohr von Ablagerungen und Hindernissen zu befreien. Dies kann mittels mehrerer Verfahren durchgeführt werden, wie zum Beispiel mittels HD-Reinigung, welche in Kapitel 7 „Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels“ angeführt ist.



Abb. 5.2: Schadensbild Scherbildung Bodenbereich⁹⁸

⁹⁸ Aus [26] Skriptum für Wassergütewirtschaft (Jahr 2012), S. 558

Abb. 5.3: Schadensbild Muffenversatz⁹⁹

5.2.1 Schlauchlining

Dieses Verfahren ist bei den Sanierungs-, Renovierungs- und Erneuerungsverfahren einzuordnen. Es können Bestandsleitungen mit kreisförmigen Querschnitten sowie Sonderformen, wie Eiprofile, saniert werden. Die Sanierung erfolgt mit einem sogenannten Liner (mit Harz imprägnierter Schlauch) der über das Einzieh- oder das Inversionsverfahren in den Bestand eingebracht, aufgeblasen und mit verschiedenen Verfahren zum Erhärten gebracht wird. Im Falle, dass der Bestand nur mehr bedingt tragfähig ist, wird der Liner statisch selbsttragend ausgeführt. Am Markt werden die verschiedensten Materialien für Liner angeboten, die je nach Bedarf und Sanierungssituationen angepasst, modifiziert und kombiniert werden können. Die Harzträgermaterialien können mit Fasern verstärkt werden, um so die Festigkeiten zu erhöhen. Die Anforderungen an die verwendeten Komponenten sind unter anderem Hygienebestimmungen bei Zuleitungen, Abriebfestigkeit, Temperatur- oder Chemikalienbeständigkeit. Der technisch kleinste Verarbeitungsdurchmesser beträgt 50 mm. Mit Schlauchlinern sind in Österreich maximale Durchmesser von 1.600 mm und international 2.000 mm möglich. Die Liner beeinträchtigen die hydraulische Leistungsfähigkeit nicht wesentlich, jedoch muss bei Bögen und Dimensionssprüngen die Faltenbildung beobachtet werden. Folgende Werkstoffe finden in diesem Verfahren Anwendung:^{100 101}

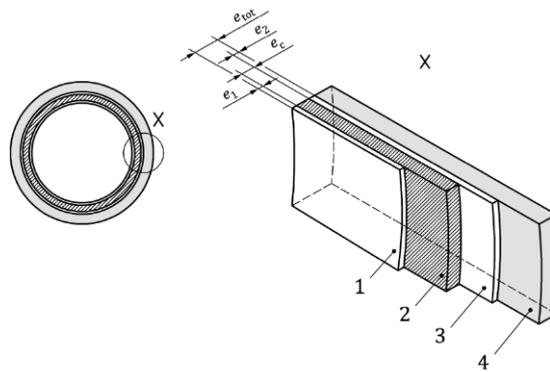
⁹⁹ Aus [26] Skriptum für Wassergütewirtschaft (Jahr 2012), S. 564

¹⁰⁰ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 13

¹⁰¹ Vgl. [20] EN ISO 11296-4:2018-02: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen*, S. 16 ff.

- Folien aus
 - ◆ PE
 - ◆ PP
 - ◆ PU (Polyurethan)
 - ◆ TPU (Thermoplastisches Polyurethan)
 - ◆ PVC
- Harzträger aus
 - ◆ Polyester
 - ◆ Nadelfilz
 - ◆ Glasfasermatten
 - ◆ Polyestergewebe
- Harze aus
 - ◆ Epoxidhart
 - ◆ UP-Harz (Ungesättigte Polyesterharze)
 - ◆ VE-Harz (Vinylesterharze)
 - ◆ Silikat-Harz
 - ◆ PU-Harz
- Verstärkungsmaterialien aus
 - ◆ Polymerfasern aus
 - * Polyamide (PA)
 - * Polyacrylnitril (PAN)
 - * Polyethylenphthalat (PEN)
 - * Polyethylenterephthalat (PET)
 - * Polyphenylenterephthalamide (PPTA)
 - ◆ Glasfasern aus (Bezeichnungen nach ISO 10467)
 - * Typ E
 - * Typ C
 - * Typ R
 - * Typ E-CR
 - ◆ Kohlenstofffasern und Kombination aus o.g.

Ein üblicher Aufbau einer Schlauchliningsanierung ist in der EN ISO 11296 Teil 4 [20] beschrieben und in Abb. 5.4 ersichtlich. Das Linersystem kann abhängig vom Material aufbaumäßig aus einer Folie, Kompositmaterial aus Harz und Harzträger und wieder einer Folie bestehen. Die Folien zwischen Bestand und Liner werden gegebenenfalls vor der Sanierung eingebaut, damit der Liner während des Einbauverfahrens nicht beschädigt wird und die Dichtheit gewährleistet ist. Die Liner können aus den verschiedensten Kombinationen der oben genannten Harzträger, Harzen und Verstärkungsmaterialien bestehen. Als innerste Schicht können nochmals Folien aufgebracht werden, falls hohe Anforderungen an die chemische Beständigkeit und Abriebfestigkeit gestellt werden.



Legende

- 1 Innenfolie
- 2 Komposit (Harz in Trägermaterial/Verstärkung, einschließlich jeglicher Verschleißschicht)
- 3 Außenfolie
- 4 vorhandene Rohrleitung

Abb. 5.4: Skizze Wandaufbau Linersystem¹⁰²

Weiter wird in Abb. 5.5 die Tabelle A.1 der EN ISO 11296 Teil 4 [20] abgebildet. In dieser Tabelle finden sich Angaben zu den Funktionen der Materialkomponenten von Linern wie Dichtheit, mechanischer und chemischer Widerstand, Abriebfestigkeit, hydraulische Rauigkeit und Spülbeständigkeit. Diese Tabelle gibt einen guten Überblick welcher Teil des Aufbaus mit welchen Anforderungen zu-rechtkommt.

Tabelle A.1 — Funktionen der Bestandteile der vor Ort gehärteten Schlauch-Liner

Bauteil	Typische prozessbezogene Funktion	Mögliche Funktionen im Endprodukt („I“-Zustand)						
		Dicht-heit	Mechanischer Widerstand		Chemische Bestän-digkeit	Hydrau-lische Rauhig-keit	Abrieb-festig-keit	Spül-bestän-digkeit
			Steifig-keit	Festig-keit				
Harzsystem	keine	+	+	+	+ ^a	+ ^a	+ ^a	+ ^a
Trägermaterial	Träger für flüssiges Harz	—	b	b	—	—	—	+
Verstärkung	Verbesserung der Formstabilität und Festigkeit des Lining-Schlauchs	—	+	+	—	—	—	+
provisorische Innen- und/oder Außenfolie	Erhaltung und Schutz des nicht ausgehärteten Harzsystems während des Einbaus und der Aushärtung des Lining-Schlauchs, wird während oder nach dem Einbau entfernt	—	—	—	—	—	—	—
semi-permanente Innenfolie	als provisorische Folie, aber nach dem Aushärten des Harzes am Einbauort	—	—	—	—	—	—	+
semi-permanente Außenfolie	belassen (nicht verlässlich, die Stabilität im „I“-Zustand zu halten)	—	—	—	—	—	—	—
permanente Innenfolie	wie die semi-permanente Folie, bietet aber Funktionalität über die gesamte Lebensdauer des vor Ort gehärteten Schlauch-Liners	+	—	—	+	+	+	+
permanente Außenfolie		+	—	—	+	—	—	—

^a Diese Funktionen können durch eine innere Harzschicht sichergestellt werden, wie in ISO 10467:—, 4.3.1 a), definiert.

^b Das Trägermaterial beeinflusst die Eigenschaften des Komposits im Allgemeinen, z. B. durch entweder Erhöhen oder Verringern der mechanischen Beständigkeit.

Abb. 5.5: Materialfunktionstabelle¹⁰³

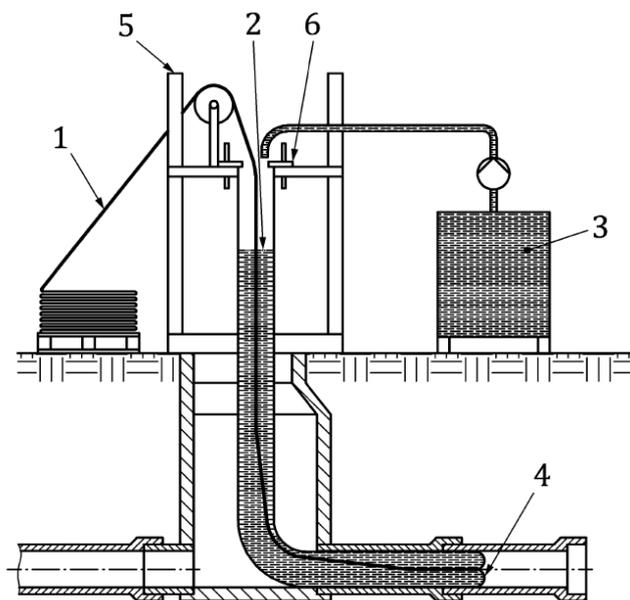
¹⁰² Aus [20] EN ISO 11296-4:2018-02: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen*, S. 16

¹⁰³ Aus [20] EN ISO 11296-4:2018-02: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen*, S. 30

Folgend werden die verschiedenen Einbauverfahren von Linern beschrieben. Derzeit werden 2 explizite Varianten ausgeführt, die je nach Anforderung und Randbedingungen kombiniert werden können.

Inversionsverfahren:

Beim Inversionsverfahren wird der Liner, wie in Abb. 5.6 dargestellt, mittels Wasser- bzw. Luftdrucksäule (Beaufschlagung mit ca. 0,5 bis 2 bar) in das Bestandsrohr eingekrempelt. Die Linerenden sind am Anfang des Altrohres befestigt und der Liner wird von innen nach außen auf das Rohr aufgebracht. Zum Schluss wird er noch ausgeblasen und zum Erhärten gebracht.^{104 105}



Legende

- | | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
| 1 | imprägniertes Lining-Rohr | 4 | Inversionsfront (Krempelbereich) |
| 2 | aufgebrachte Wassersäule für die Inversion | 5 | Inversionsturm |
| 3 | Wasserreservoir | 6 | Klemmflansch oder -ring |

Abb. 5.6: Inversionsverfahren Systemskizze¹⁰⁶

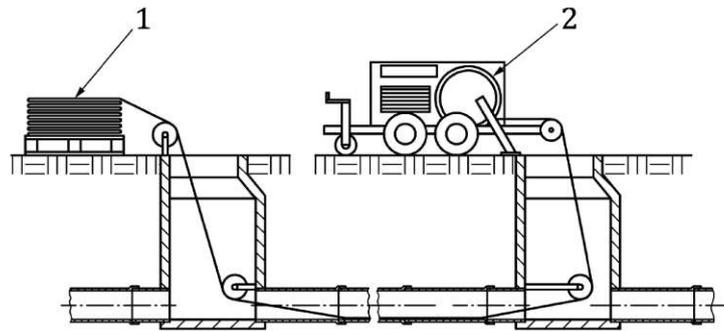
Einziehverfahren:

Bei diesem Verfahren wird der in Harz getränkte Liner, wie in Abb. 5.7 dargestellt, durch Seilwinden in das Rohr eingezogen. Um das Material zu schützen, können beispielsweise im Voraus Folien im Bestandsrohr verlegt werden. Nach erfolgreichem Einziehen wird der Liner mittels Luft oder Wasser aufgestellt, gegen die Wand des Altrohres gepresst und zum Erhärten gebracht.¹⁰⁵

¹⁰⁴ Vgl. [20] EN ISO 11296-4:2018-02: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen*, S. 30 und ff.

¹⁰⁵ Vgl. [23] <https://www.ikt.de/website/printversion.php?doc=283> zuletzt besucht am 24.01.2021

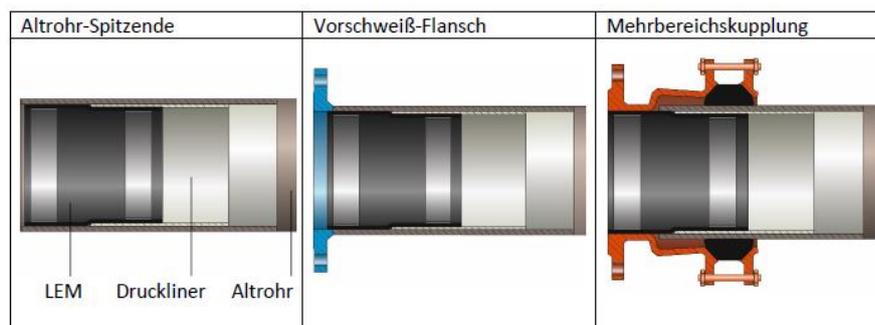
¹⁰⁶ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 19

**Legende**

- 1 imprägniertes Lining-Rohr
2 Winde

Abb. 5.7: Einziehverfahren Systemskizze¹⁰⁷

Um die Längsfestigkeit bei unverklebten Druckschlauchlinern sicherzustellen, sind an den Schachtenden Anschlüsse notwendig. Welche Möglichkeiten hier zur Verfügung stehen zeigt Abb. 5.8. Bei geklebten Linern sind solche Verbindungen nicht zwingend erforderlich.

Abb. 5.8: Schachtanschluss¹⁰⁸

Bei der Ausführung von Schlauchlinern können zur Qualitätssicherung Probestücke erzeugt und entnommen werden. Diese Probestücke werden durch ein akkreditiertes Prüflabor auf verschiedenste festzulegende Qualitätskriterien überprüft. Als Beispiel eines solchen Prüflabor kann die IKT Prüfstelle aus Deutschland [25] genannt werden. Auf deren Seite finden sich zahlreiche Informationen zu den möglichen Prüfungen. In Abb. 5.9 ist als Beispiel ein 3-Punkt Biegeversuch dargestellt. Die Menge der Probestücke und welche Prüfungen erforderlich sind, ist in Abstimmung mit dem Überwachenden Prüflingenieur des Projektes durchzuführen. Folgende Beispiele für Prüfungen können genannt werden:

- Dicke
- Dichtheit
- Wandstärke
- 3-Punkt Biegeversuch

¹⁰⁷ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 19

¹⁰⁸ Aus [52] RSV Merkblatt 1-2: *Renovierung von Abwasserdruckleitungen mit Druckschlauchlinern*, S. 15



Abb. 5.9: 3-Punkt Biegeversuch an einem Liner Probestück¹⁰⁹

Ablauf:

Scharfe hervorstehende Kanten, die beispielsweise bei Scherbenbildungen oder Rissen auftreten, werden stumpf abgefräst. Zum zusätzlichen Schutz des Liners können in einem vorhergehenden Arbeitsschritt Folien, wie im Aufbau der Abb. 5.4 ersichtlich, verlegt werden. Anschließend wird der Liner mittels Inversions-, Einziehverfahren oder einer Kombination der beiden eingebracht und aufgestellt. Die Druckmedien für die Aufstellung können Luft oder Wasser sein. Im nächsten Schritt wird das Harz mit UV-Strahlen, Wärme oder durch Beigabe von Zusatzmittel unter Kalthärtung ausgehärtet. Als Abschluss werden die Schachtanschlüsse gemäß den Ausführungsvarianten in Abb. 5.8 mittels Liner-Endmanschetten (LEM) oder schwimmend (ohne Endverbindung), wie in Abb. 5.10 ersichtlich, hergestellt. Etwaige bestehende Kanalanschlüsse werden aufgefräst und fachmännisch verspachtelt. Zur Dokumentation oder Mangel- bzw. Faltenfindung kann eine Kamerabefahrung mit Videoaufnahme nach der Fertigstellung durchgeführt werden.^{110 111}



Abb. 5.10: Fertiggestellte Linersanierung¹¹²

¹⁰⁹ Aus [24] <https://www.ikt.de/wp-content/uploads/2014/04/Drei-Punkt-Biegeversuch-Schlauchliner-CIPP-Test-Pr%C3%BCfung-Tragf%C3%A4higkeit-1024.jpg>, zuletzt besucht am 26.06.2021

¹¹⁰ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 13

¹¹¹ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 19 ff.

¹¹² Aus [65] https://www.janssen-umwelttechnik.de/fileadmin/redakteur/leistungen/kanalsanierung/gfk_inliner/gfk_inliner_139_g.jpg, zuletzt besucht am 07.02.2021

Anwendung:

- Druckrohre
- Freispiegelleitungen

5.2.2 Verformte Rohre

Dieses Verfahren zählt zu den Sanierungs-, Renovierungs- und Erneuerungsverfahren. Bei den verformten Rohren werden querschnittsverkleinerte Rohre in den Bestand eingezogen und aufgestellt. Bei dem in Abb. 5.11 links dargestellten Rohrsystem vor Einbau wird die Falte (Verformung) entweder vor Ort auf der Baustelle oder bereits in der Produktion hergestellt. Es kommen Rohre aus den Materialien PVC, PE und PP zum Einsatz und nach Einbau und Rückverformung liegt das Rohr eng am Bestand an. Die Querschnittsverkleinerung des Bestandes entspricht nur ca. der doppelten Stärke einer gleichwertigen Linersanierung. Sanierungen mit verformten Rohren werden in Österreich an kreisförmigen Querschnitten bei Durchmessern von 100 bis maximal 600 mm und international bis 2.000 mm durchgeführt. Im Regelfall übernimmt das neu eingebaute Rohr keine statische Tragfunktion. Mit diesem Verfahren sind durchschnittliche Einzelabschnittslängen von bis zu 200 m sanierbar. Aufgrund der verminderten Wandrauigkeit wird die hydraulische Leistungsfähigkeit gering beeinflusst. Die Beständigkeit gegen Temperatur- und Chemikalieneinflüsse sowie die Abriebfestigkeit hängt stark vom eingebrachten Rohrmaterial ab.¹¹³

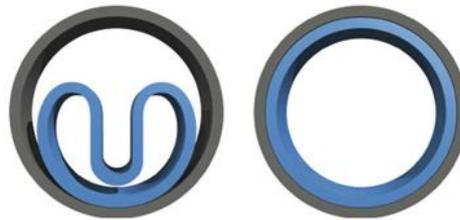


Abb. 5.11: Querschnitt verformte Rohre (links beim Einziehen, rechts nach dem Aufstellen)¹¹⁴

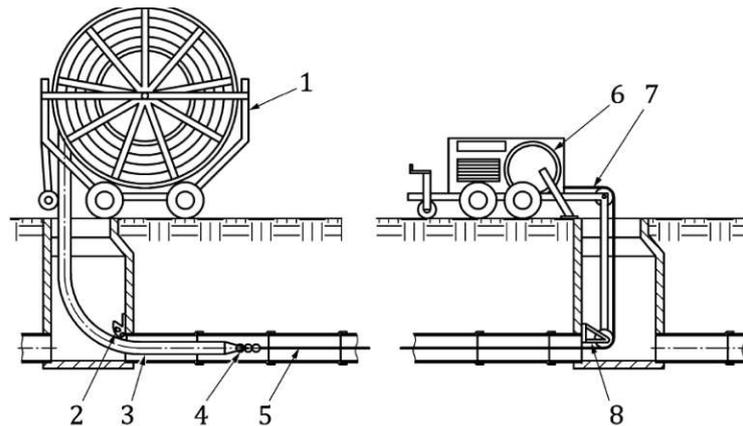
Werkseitig verformte Rohre:

Bis DN 400 mm wird das Material als Bundware geliefert, wodurch der Platzbedarf für die Rohreinbringgruben verringert wird. Die Einzelabschnittslängen hängen stark vom Rohrquerschnitt und der dazugehörigen maximalen Länge des Rohrbunds ab. In Abb. 5.12 ist die Gerätschaft für die werkseitig verformten Rohre ersichtlich.¹¹⁵

¹¹³ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 14

¹¹⁴ Aus [17] <https://egeliner.de>, zuletzt besucht am 24.01.2021

¹¹⁵ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 16 ff.



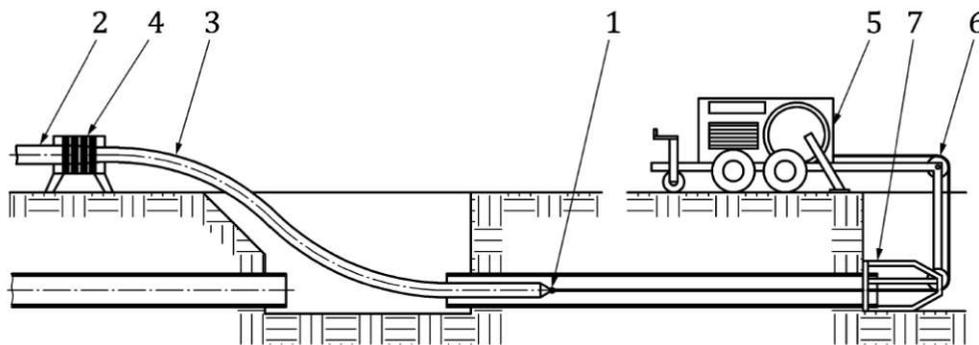
Legende

- | | | | | | |
|---|---------------------------|---|------------|---|-------------|
| 1 | Trommelwagen | 4 | Ziehkopf | 7 | Umlenkrolle |
| 2 | Rohrführung | 5 | Windenseil | 8 | Aussteifung |
| 3 | Lining Rohr (vorverformt) | 6 | Winde | | |

Abb. 5.12: Verfahren mit im Produktionswerk verformten Rohren ¹¹⁶

Auf der Baustelle verformte Rohre:

Die Länge der Rohreinbringgruben hängt bei vor Ort verformten Rohren vom Rohrwerkstoff, dem Rohrdurchmesser, der Verlegetemperatur und der Verlegetiefe ab. Aufgrund der erhöhten Komplexität des Einbaus ist der Platzbedarf für die Lagerung, Montage und Bearbeitung (Verformung) des Rohrstranges bei der Flächennutzung zu berücksichtigen. In Abb. 5.13 wird die Gerätschaft für die vor Ort verformten Rohre dargestellt. Anhand der Systemskizzen ist zu erkennen, dass diese Verfahrensvariante mehr Platz benötigt, jedoch aufgrund der Herstellung den Vorteil von längeren Einzelabschnittslängen bietet.¹¹⁷



Legende

- | | | | |
|---|----------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Ziehkopf | 5 | Winde oder Gestänge-Zugvorrichtung |
| 2 | ursprüngliches Lining-Rohr | 6 | Umlenkrolle |
| 3 | reduziertes Lining-Rohr | 7 | Aussteifungsrahmen |
| 4 | Gesenk für die Reduzierung | | |

Abb. 5.13: Verfahren mit auf der Baustelle verformten Rohren¹¹⁸

¹¹⁶ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 16

¹¹⁷ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 17 ff.

¹¹⁸ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 17

Ablauf:

Bei beiden Varianten wird das verformte Rohr durch einen Seilzug eingezogen. Das Aufstellen funktioniert über Druckluft bzw. -dampf (Temperatureinwirkung). Zum Abschluss werden die Anschlüsse an den Bestand wiederhergestellt bzw. mit der Sanierung des nächsten Abschnittes begonnen.¹¹⁹

Anwendung:

- Druckrohre
- Freispiegelleitungen

5.2.3 Langrohrlining

Dieses Verfahren zählt zu den Sanierungs-, Renovierungs- und Erneuerungsverfahren. Wie in Abb. 5.14 dargestellt, wird ein neues Rohr, dessen DN/OD kleiner ist als der DN/ID des Bestandsrohres, eingezogen bzw. -geschoben. Die einzelnen Rohrelemente werden außerhalb der Baugrube zu einem Rohrstrang montiert und für den Einbau vorbereitet. Dies ist in der Planung beim Platzbedarf zu berücksichtigen. Es können ausschließlich Kreisquerschnitte saniert werden und üblicherweise werden Rohrmaterialien aus PVC, PP, PE oder Stahl eingesetzt. Ähnlich wie in Kapitel 5.2.2 hängen die Beständigkeit gegen Temperatur- und Chemikalieneinflüsse sowie die Abriebfestigkeit vom eingebrachten Rohrmaterial ab. Der kleinste sanierbare Rohrdurchmesser beträgt 80 mm und in Österreich können Rohre bis maximal DN 1.200 mm bzw. international 2.000 mm saniert werden. Im Standardfall sind Einzelabschnittlängen von bis zu 200 m wirtschaftlich. Bei Hochdrucklinern werden sogar Abschnittslängen von bis zu 500 m erreicht. Im Regelfall übernimmt dieses Verfahren nach erfolgter Sanierung keine statisch tragende Funktion. Der verbleibende Ringraum zwischen Bestands- und Neurohr kann ausgefüllt werden.¹²⁰

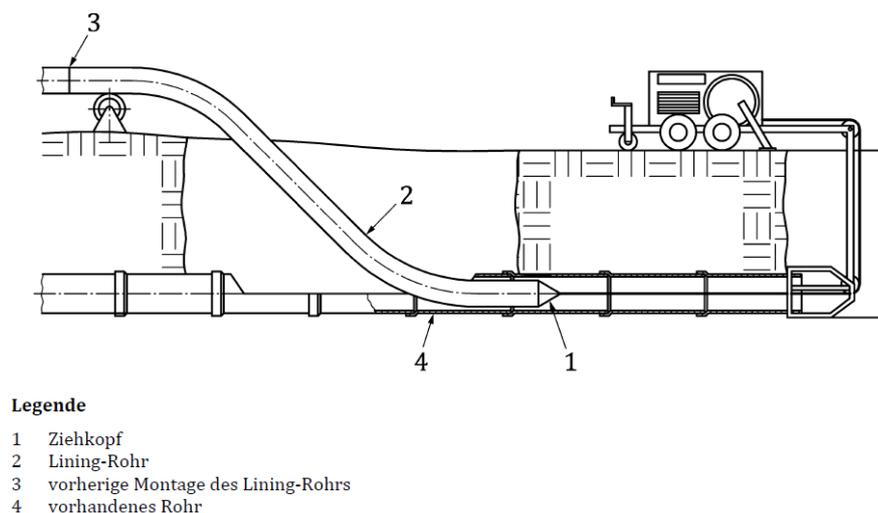


Abb. 5.14: Langrohrlining Systemskizze ¹²¹

¹¹⁹ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 14

¹²⁰ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 15

¹²¹ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 14

Ablauf:

Über eine lokale Baugrube wird das neue Rohr mittels Seilwinde eingezogen und danach kann der verbleibende Ringraum verfüllt werden. Um die ehemals bestehenden Seiten- bzw. Hausanschlüsse wiederherzustellen, sind gesonderte kleine Baugruben erforderlich.^{120 122}

Anwendung:

- bei Druckrohrleitungen
- bei Freispiegelleitungen

5.2.4 Kurzzrohrlining

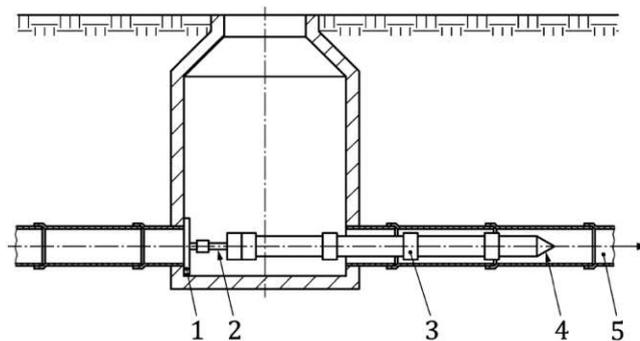
Beim Kurzzrohrlining wird ein neues Produktrohrelement, dessen Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser des Bestandes ist, in das Bestandsrohr eingezogen bzw. -geschoben. Die Länge des Einbauelementes ist kürzer als die bestehende Leitung und die verwendeten Rohrmaterialien sind, ähnlich wie beim Kapitel 5.2.3 beschrieben, PVC, PP, PE, Stahl und GFK. Analog zum Kapitel 5.2.2 hängen die Beständigkeit gegen Temperatur- und Chemikalieneinflüsse sowie die Abriebfestigkeit vom eingebrachten Rohrmaterial ab und es besteht die Möglichkeit der zugtragfähigen Ausbildung der Stoßverbindungen von Einzelrohrelementen. Der verbleibende Ringraum kann, um einen eventuellen Kraftschluss zu erzeugen, ausgefüllt werden. Sanierungen sind an kreisförmige Querschnitte sowie Sonderformen wie Eiprofilen möglich. Der kleinste Sanierungsdurchmesser beträgt 80 mm und in Österreich sind DN bis maximal 1.200 mm bzw. international 2.000 mm durchführbar. Technisch lassen sich Einzelabschnittslängen von bis zu 150 m erreichen.^{123 124}

Gemäß der Norm EN ISO 11295 [19] gibt es drei verschiedene Methoden zum Einbau der Rohrelemente. Bei dem ersten Verfahren, dargestellt in Abb. 5.15, wird durch eine Schiebevorrichtung ein Rohrstrang aus Produktrohrelementen und Stoßverbindungen von der Start- in die Zielgrube bzw. -schacht eingeschoben. Bei dem zweiten Verfahren, dargestellt in Abb. 5.16, wird durch eine Ziehvorrichtung der Rohrstrang aus Einzelelementen vom Startschacht in die Zielgrube eingezogen. Bei dem, in Abb. 5.17 dargestellten, dritten Verfahren wird, wie im ersten und zweiten Verfahren, ein Rohrstrang durch Schieben oder Ziehen von Einzelelementen erzeugt, jedoch erfolgt die Verbindung der Einzelelemente zu einem Rohrstrang nicht vor, sondern während des Einbauvorganges.

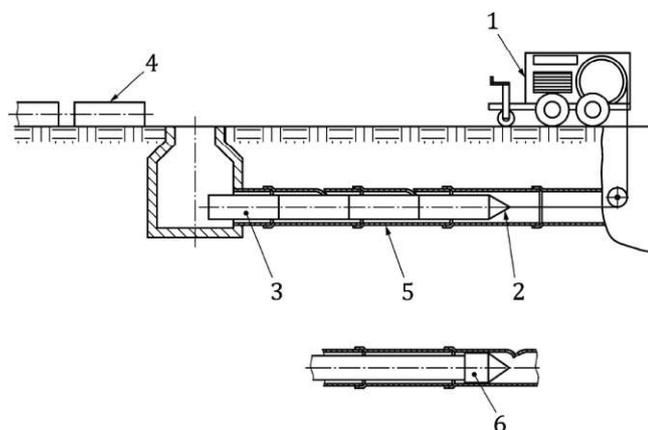
¹²² Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 14 ff.

¹²³ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 16

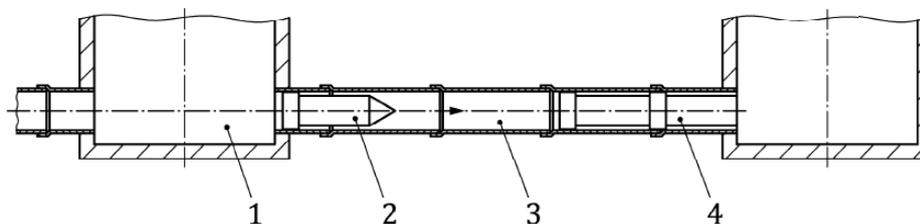
¹²⁴ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 21

**Legende**

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1 Druckplatte | 4 Schiebeführung |
| 2 Schiebevorrichtung | 5 vorhandenes Rohr |
| 3 montiertes Lining-Rohr | |

Abb. 5.15: Systemskizze schieben¹²⁵**Legende**

- | | |
|---|--|
| 1 Winde | 4 gelagerte Einzelrohre |
| 2 Ziehkopf | 5 vorhandenes Rohr |
| 3 montiertes Lining-Rohr mit zugfester Verbindung | 6 Führungs- und Ziehkopf zur Wiederherstellung des ursprünglichen Querschnitts |

Abb. 5.16: Systemskizze ziehen¹²⁶**Legende**

- | | |
|---|---|
| 1 Einsteigschacht | 4 bereits in Position befindliche Rohre |
| 2 Einzelrohr, welches in Position gezogen oder geschoben wird | |
| 3 vorhandenes Rohr | |

Abb. 5.17: Systemskizze Einzelrohr¹²⁶

¹²⁵ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 21

¹²⁶ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 22

Ablauf:

Im ersten Arbeitsschritt werden, abhängig vom gewählten Einbauverfahren entweder die Gerätschaften zum Schieben oder zum Ziehen in die Start- oder Zielgrube bzw. -schacht gehoben. Die Rohrelemente werden Element für Element zum Einbauort gebracht und entweder vor oder während des Einbringvorganges verbunden. Nach erfolgreichem Einbringen der Rohre und der Herstellung der Verbindungen zu einem Rohrstrang, kann der verbleibende Ringraum verfüllt werden. Seiten- bzw. Hausanschlüsse müssen gesondert über kleine Baugruben erneut angeschlossen werden.^{127 128}

Anwendung:

- bei Druckleitungen
- bei Freispiegelleitungen

5.2.5 Wickelrohrverfahren

Beim Wickelrohrverfahren wird ein aufgewickeltes Rohrprofil auf einer Spule geliefert und mittels einer sogenannten Wickelrohrmaschine im Bestand verbaut. Die Verbindung zwischen den einzelnen Wickel erfolgt entweder durch eine Extruderschweißung oder mechanisch durch Dicht- und Klebeverbindungen. Das so sanierte neue Rohr kann mit oder ohne Ringspalt zum Bestand ausgeführt werden. Bei den Rohrmaterialien sind HDPE oder PVC-U üblich, welche die Abriebfestigkeit, Temperatur- und Chemiebeständigkeit vorgeben. Optional können zur Festigkeitserhöhung Stahlbewehrungen eingesetzt werden, um so eine statische Tragfähigkeit des neuen Rohres zu erzeugen. Es sind vom Wickelrohrsystem abhängig Ei-, Kreis- und Sonderquerschnitte sanierbar. Der kleinste Verarbeitungsdurchmesser ist gerätetechnisch mit 200 mm vorgegeben und Durchmesser bis 5.000 mm sind möglich. Einzelabschnittslängen von bis zu 300 m und Richtungsänderungen mit Radien von 5 bis 10 m können mit diesem Verfahren saniert werden.^{129 130}

Gemäß der Norm EN ISO 11295 [19] gibt es drei verschiedene Methoden zum Einbau der Wickelrohre. Wie in Abb. 5.18 abgebildet, wird beim ersten Verfahren ein Wickelrohr mit fixem Durchmesser eingebaut. Dies funktioniert, wenn die statische Tragfähigkeit des Bestandes nicht beeinträchtigt ist und der Querschnitt im Bestand nur kreisförmig und im nicht verformten Zustand vorliegt. In Abb. 5.19 wird das Expanda-Verfahren dargestellt. Hier wird mit einem kleineren Durchmesser die Sanierung begonnen und erst ab einem gewissen Fortschritt im Bestand der Durchmesser erweitert. Dies bietet den Vorteil, die Sanierung auch bei nicht kreisförmigen oder verformten Bestandsrohren durchführen zu können. In Abb. 5.20 ist das dritte Verfahren dargestellt. Im Unterschied zu den vorherigen beiden Verfahren befindet sich die Wickelrohrmaschine nicht im Bestandschacht, sondern wandert während der Sanierung mit dem entsprechenden Fortschritt im Bestand mit. Für das erste und zweite Verfahren gibt es unterschiedliche Mindest- und Maximalanforderungen den Bestands-

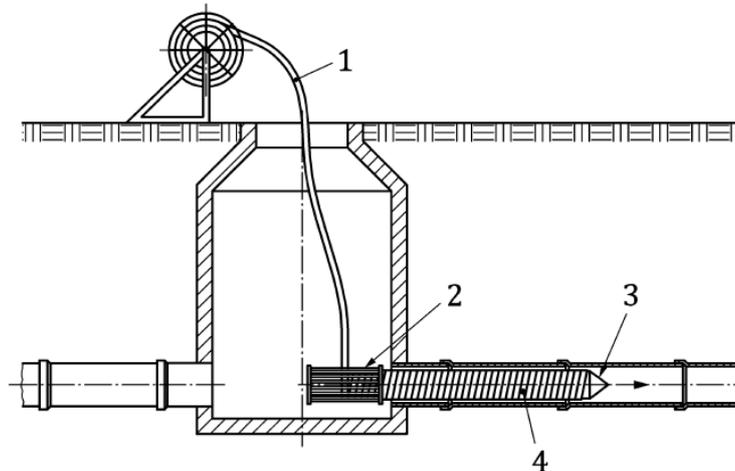
¹²⁷ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 16

¹²⁸ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung, S. 21 ff.

¹²⁹ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 17

¹³⁰ Vgl. [45] EN ISO 11295:2018-06: Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung, S. 25 ff.

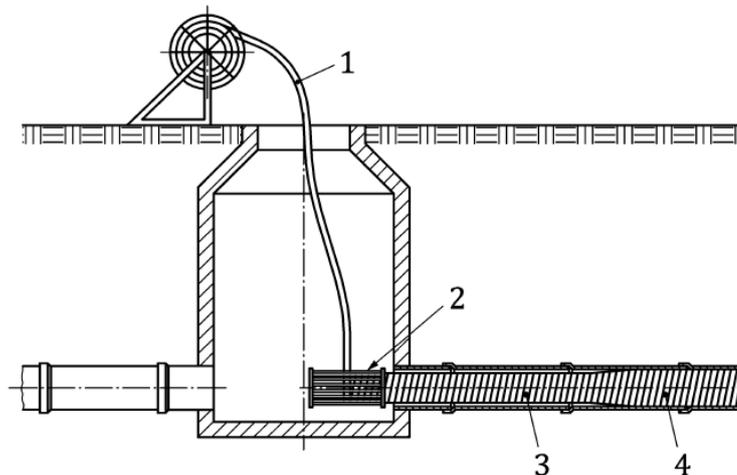
durchmesser betreffend. Beim Verfahren mit fixem Durchmesser können nur kreisförmige Querschnitte mit DN 200 mm bis 3.000 mm saniert werden. Beim Expanda-Verfahren ist die Querschnittsform nicht begrenzt, jedoch muss die Mindestabmessung des Durchmessers 800 mm betragen und es sind lediglich Durchmesser bis 1.800 mm sanierbar



Legende

- 1 Kunststoff-Streifen, der spiralförmig gewickelt wird
- 2 Führungskopf (sofern anwendbar)^{N1)}
- 3 Wickelmaschine im Einsteigschacht
- 4 Wickelrohr

Abb. 5.18: Systemskizze Wickelrohrmaschine mit fixem Durchmesser¹³¹



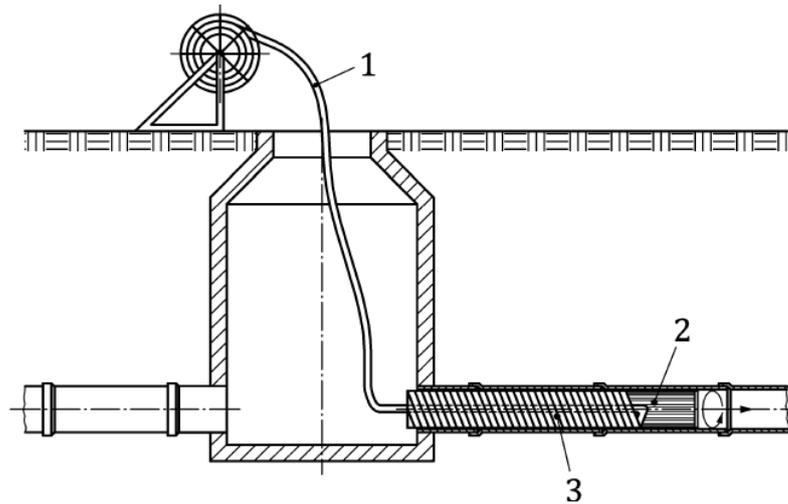
Legende

- 1 Kunststoff-Streifen, der spiralförmig gewickelt wird
- 2 Wickelmaschine im Einsteigschacht
- 3 Wickelrohr, das während des Einbaus vorübergehend einen reduzierten Durchmesser aufweist
- 4 aufgeweiteter Durchmesser

Abb. 5.19: Systemskizze Expanda-Verfahren¹³²

¹³¹ Aus. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 25

¹³² Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 26



Legende

- 1 Kunststoff-Streifen, der spiralförmig gewickelt wird
- 2 Wickelmaschine im Rohr
- 3 Wickelrohr

Abb. 5.20: Systemskizze Wickelrohrmaschine im Bestandsrohr¹³³

Ablauf:

Als erstes wird das Wickelrohr auf einer Abspulvorrichtung über dem Bestandschacht positioniert. Danach wird je nach Verfahren mit dem Wickeln begonnen. Beim Einbau mit fixem Durchmesser sitzt die Wickelmaschine an der Anfangsposition im Schacht und wickelt mittels Wickelkopf im Vorschub einen systemabhängigen Durchmesser ein. Beim Expanda-Verfahren wird zuerst mit einem kleineren Durchmesser als im Bestand vorhanden gewickelt und anschließend wird das neue Rohr im Bestand fixiert und expandiert. Beim dritten Verfahren wickelt eine Wickelmaschine das Rohr direkt im Bestandsrohr ein. Seiten- bzw. Hausanschlüsse werden mit speziellen Manschetten ohne Erfordernis von zusätzlichen Gräben oder Baugruben hergestellt. Nach erfolgreichem Wickeln wird der Hohlraum zwischen Bestand und Wickelrohr verfüllt.^{134 135}

Anwendung:

- bei Freispigelleitungen

5.2.6 Beschichtungsverfahren

Beim Beschichtungsverfahren werden, wie in Abb. 5.21 dargestellt, Zementmörtelmischungen bzw. Polymer-Zweikomponenten-Harzsysteme mittels Schleuder- oder Sprühverfahren direkt an die Innenwand des Bestandsrohres aufgebracht. Wie Abb. 5.22 zeigt, können mit diesem Verfahren Bestandskanäle und -schächte saniert bzw. renoviert werden. Bei nicht begehbaren Durchmessern erfolgt der Vorgang mechanisch durch geeignete Geräte. Bei den begehbaren Durchmessern wird das

¹³³ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 26

¹³⁴ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 17

¹³⁵ Vgl. [21] EN ISO 11296-7: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen*, S. 19 ff.

Aufbringen des Materials immer noch traditionell per Hand durchgeführt. Gemäß EN 11295 [19] besteht die in Abb. 5.22 dargestellte mechanische Geräteeinheit aus einem Sprühkopf, einem statischen Mischer, einer Schlauchtrommel, einer Pumpe, einem Kompressor und einem Stromaggregat. Nach der Aushärtung der aufgetragenen Schicht entsteht eine durchgehende Beschichtung des Rohres, die als neue Innenschale dient. Das aufgetragene Material besteht aus verschiedenen Polymerharzen bzw. Zementmörteln, die je nach Anforderungsprofil mit Fasern oder Stahleinlagen verstärkt ausgeführt werden können. Die Abriebfestigkeit, Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit hängt von der eingesetzten Beschichtung ab und meistens können nur Bestandsrohre aus mineralischen Materialien saniert werden. Dies ist auf die Oberflächenstruktur und die Haftung der Beschichtung zurückzuführen. Aufgrund der Art der Aufbringung und des verwendeten Materials gibt es eine Mindestbeschichtungsdicke von 3 mm. Durch die dünnen Beschichtungsstärken ist die Beeinträchtigung der hydraulischen Leistungsfähigkeit nur gering. Der kleinste Verarbeitungsdurchmesser bei kreisförmigen Querschnitten beträgt 75 mm. Maximal können Durchmesser bis 600 mm, sowie Einzelabschnittslängen mit 150 m saniert werden.^{136 137 138}



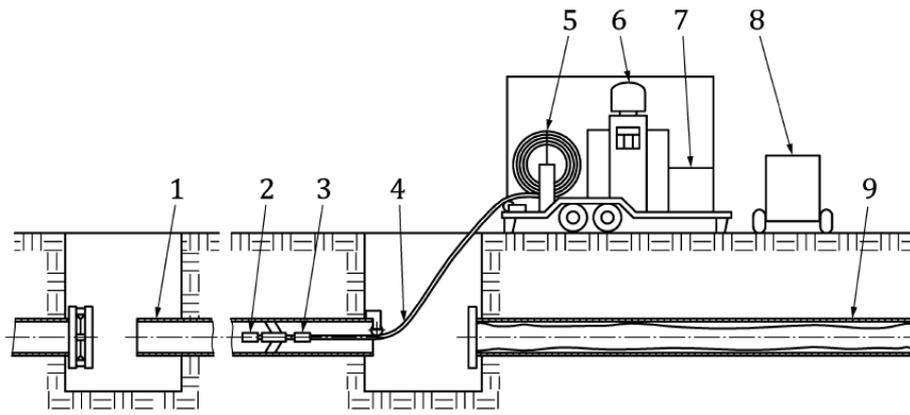
Abb. 5.21: Innenwandauskleidung aus Zementmörtel¹³⁹

¹³⁶ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 31

¹³⁷ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 17

¹³⁸ Vgl. [67] <https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/sanierung/renovierung/beschichtungsverfahren>, zuletzt besucht am 07.03.2021

¹³⁹ Aus [30] <https://www.mannesmann-linepipe.com/de/verfahren/zm-auskleidung.html> zuletzt besucht am 24.01.2021



Legende

1	ausgekleidetes Rohr	6	Dosierpumpe
2	Sprühkopf	7	Reservoirs
3	statischer Mischer	8	Druckluftkompressor und Stromaggregat
4	Basis/Aktivator/Luftzuführschlauch	9	vorhandenes Rohr mit Verkrustung, noch zu reinigen und mit Liner zu versehen
5	Schlauchtrommel/Winde		

Abb. 5.22: Systemskizze Beschichtungsverfahren¹⁴⁰

Ablauf:

Aufgrund der eingesetzten Beschichtungsmaterialien muss das Bestandsrohr trocken sein, das heißt der Abfluss und die zum Strang gehörenden Kanal- und Hausanschlüsse müssen für die Sanierungsdauer außer Betrieb gesetzt oder umgeleitet werden. Je nach Bestandsmaterial und verwendetem Beschichtungsmaterial sind eventuell Haftgrundvorbereitungsmaßnahmen wie Aufrauungen notwendig. Anschließend wird der Sprühkopf in das Bestandsrohr eingesetzt und der Beschichtungsvorgang wird gestartet. Der Rohrquerschnitt kann gänzlich oder nur zum Teil beschichtet werden, da die Steuerung elektronisch über den Sprühkopf erfolgt. Nach geschehener Sanierung werden die bestehenden Anschlüsse lediglich ausgeblasen, eventuelle vorübergehende Umleitungen werden abgebaut und der Kanal kann wieder in Betrieb gesetzt gehen.^{141 142 143}

Anwendung:

- bei Druckleitungen
- in der Regel auch für Schächte geeignet

5.2.7 Berstverfahren

Bei diesem Verfahren werden Bestandsrohre mittels eines Schneid- bzw. Aufweitkopfes geborsten. Abb. 5.23 stellt eine beispielhafte Durchführung einer Sanierung dar. Der DN/OD des Kopfes ist größer als der DN/ID des Altröhres und durch das erforderliche spröde Materialverhalten des Bestands kommt es zu einer Scherbenbildung. Diese Scherben werden während des Berstvorgangs durch den

¹⁴⁰ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 31

¹⁴¹ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 31

¹⁴² Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 17

¹⁴³ Vgl. [67] <https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/sanierung/renovierung/beschichtungsverfahren>, zuletzt besucht am 07.03.2021

Aufweitkopf in den anstehenden Untergrund verdrängt und gleichzeitig wird ein neues Produkt- oder Leerrohr eingezogen.^{144 145}

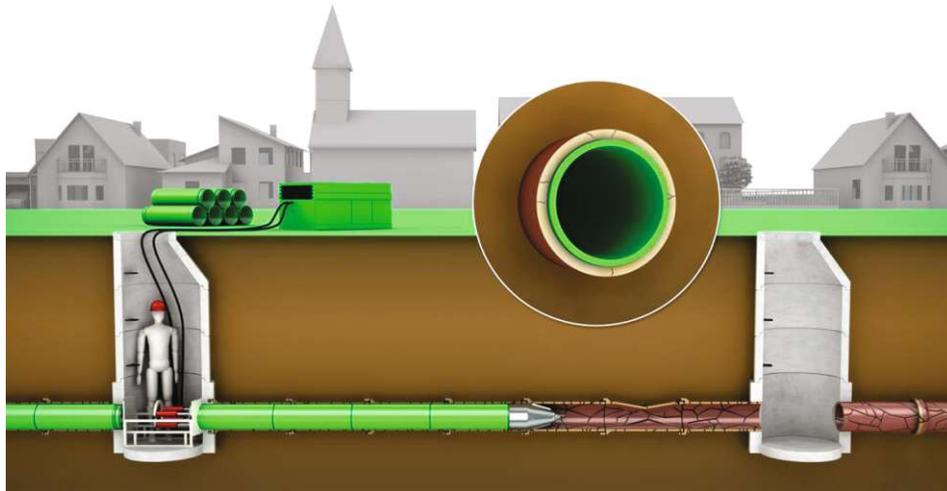
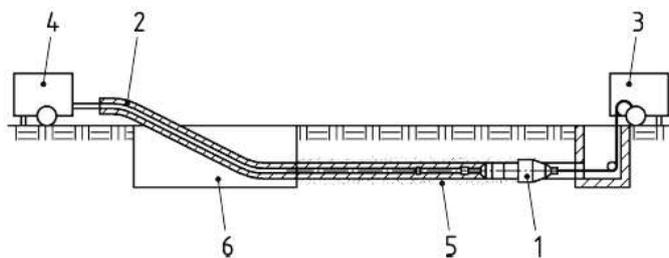


Abb. 5.23: Schema Berstverfahren¹⁴⁶

Das Bersten kann gemäß ÖNORM EN 12889 [39] auf zwei verschiedenen Methoden basieren. Nachfolgend werden diese erläutert und anhand von Schemaskizzen dargestellt.

Beim dynamischen Bersten, gemäß Abb. 5.24, wird eine pneumatisch betriebene Erdrakete vorgezogen. Die Erdrakete wird mittels einer Seilwinde durch das Bestandsrohr gezogen. Der Antrieb der Erdrakete erfolgt mit einem Kompressor. Die Abmessungen der Startgrube müssen auf die verwendeten, neu eingezogenen Rohmaterialien abgestimmt werden, damit die erforderlichen Biegeradien eingehalten werden können.¹⁴⁴



Legende

- 1 Berstkopf/Aufweitungsteil und Verdrängungshammer
- 2 neues Rohr
- 3 Seilwinde
- 4 Kompressor
- 5 Bruchstücke des ursprünglichen Rohrs
- 6 Startgrube

Abb. 5.24: Dynamisches Bersten¹⁴⁷

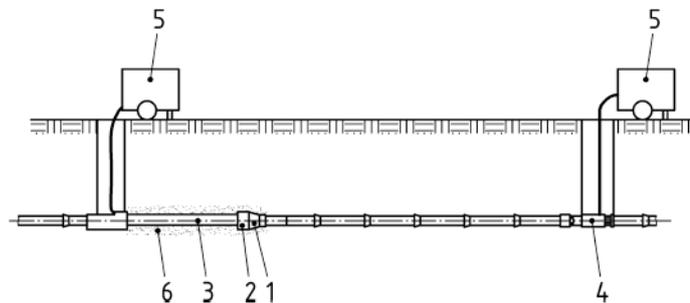
¹⁴⁴ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 26

¹⁴⁵ Vgl. [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 13

¹⁴⁶ Aus [1] https://alfesundsohn.de/wp-content/uploads/2018/03/TIP-Prozessgrafik_Schacht-zu-Schacht-1200x624.png, zuletzt besucht am 30.01.2021

¹⁴⁷ Aus [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 14

Beim statischen Bersten, gemäß Abb. 5.25, wird der Schneid- und Aufweitkopf mit einem hydraulisch betriebene Zugestänge bzw. -seil erschütterungsarm durch das Bestandsrohr gezogen. Der Antrieb der Erdrakete erfolgt ebenfalls hydraulisch und diese Methodik des Berstens kann bei empfindlicheren Gebäuden und Infrastrukturen in Trassennähe verwendet werden.¹⁴⁸



Legende

- 1 Berstkopf
- 2 Aufweitungskonus
- 3 neues Rohr
- 4 Einziehgerät
- 5 Hydraulikpumpe
- 6 Bruchstücke des ursprünglichen Rohrs

Abb. 5.25: Statisches Bersten¹⁴⁹

Die Materialien der Neurohre können aus PE, PP, PVC, Stahl, Steinzeug oder GFK bestehen, jedoch ist eine zugfeste Ausbildung der Rohrstöße erforderlich. Eigenschaften wie Abriebfestigkeit, Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit sind vom eingebauten Produktrohrmaterial abhängig. Üblicherweise werden in Österreich kreisförmige Querschnitte mit Durchmessern von 80 bis 600 mm und international bis 1.200 mm mit diesem Verfahren saniert. Es lassen sich Einzelabschnittslängen von bis zu 200 m erzielen und durch die Möglichkeit der Querschnittsvergrößerung, sowie einer geringeren Wandrauigkeit beim Rohrmaterial, kann die hydraulische Leistungsfähigkeit erhöht werden. Das Bersten bietet die Möglichkeit des Ausbaus von bestehenden Leitungstrassen in bebauten Gebieten, die über die Jahre verdichtet bzw. vergrößert wurden.^{150 151}

Ablauf:

Am Beginn muss die Einbauten- und Untersgrundsituation gründlich erkundet werden, um etwaige Schäden an Bestandsleitungen zu verhindern. Danach sind Start- und Zielgruben in Abhängigkeit des erforderlichen Zugerätes (Zugkräfte von < 400 bis 2.500 kN sind gerätetechnisch möglich) zu errichten. Im nächsten Arbeitsschritt beginnt das Bersten in der alten Leitungstrasse mit einer der beiden beschriebenen Methoden. Der Einbau des Neurohres kann mittels Rohrstrang (üblich bei Kunststoffrohrmaterialien) oder der Verbindung von Einzelrohren erfolgen. Zum Schluss sind bestehende Einbindungen mittels zusätzlich erforderlicher Baugruben wiederherzustellen.^{148 151}

¹⁴⁸ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 26

¹⁴⁹ Aus [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 14

¹⁵⁰ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 26

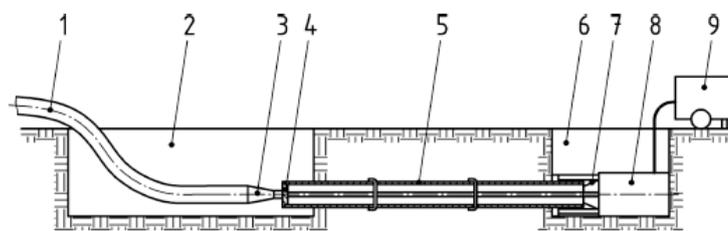
¹⁵¹ Vgl. [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 13

Anwendung:

- bei Druckrohren
- bei Freispiegelleitungen

5.2.8 Aufweit- und Ziehverfahren

Dieses Verfahren zählt zu den selbsttragenden Sanierungs- und Erneuerungsverfahren. Die Verfahrensmethodik ist dem statischen Berstverfahren ähnlich, da wie beim Bersten bei diesem Verfahren mittels eines Schneid- bzw. Aufweitkopfes ein Produktrohr in ein Bestandsrohr erschütterungsarm eingebracht wird. Der Aufweitkopf wird mittels eines Hydraulikaggregats und einer hydraulischen Ziehgerätschaft, wie in Abb. 5.25 dargestellt, von der Startgrube in die Zielgrube gezogen. Der Unterschied ist, dass dieses Verfahren auch Anwendung bei zähen Bestandsrohrwerkstoffen wie PVC, PE und Stahl Anwendung findet.^{152 153}

**Legende**

- | | |
|---|---|
| 1 | neues Rohr |
| 2 | Startgrube |
| 3 | Zugadapter für das neue Rohr |
| 4 | Ausziehadapter für das ursprüngliche Rohr |
| 5 | vorhandenes Rohr; Zugstange eingesetzt |
| 6 | Zielgrube |
| 7 | Rohrspalt-/-berstkonus |
| 8 | hydraulisches Stangenziehgerät |
| 9 | Hydraulikpumpe |

Abb. 5.26: Systemskizze Aufweitverfahren¹⁵⁴

Die eingezogenen Rohrmaterialien können aus PE, PP, GFK, PVC oder Stahl bestehen und die Rohrstoße müssen für den Einbauvorgang zugfest ausgebildet sein. Abhängig vom eingebauten Rohrwerkstoff können unterschiedliche Abriebfestigkeiten, Temperatur- und Chemikalienbeständigkeiten erzielt werden. Üblicherweise werden in Österreich kreisförmige Querschnitte mit Durchmessern von 80 bis 600 mm und international bis 1.200 mm ausgeführt. Die Abschnittslängen betragen bis zu 200 m und die hydraulische Leistungsfähigkeit kann durch die Querschnittsvergrößerung und die geringere Wandrauigkeit erhöht werden.^{152 153}

Ablauf:

Der Ablauf ist ident wie beim Berstverfahren in Kapitel 5.2.7 mit dem Unterschied, dass hier keine dynamische Methode des Einbaus möglich ist.

¹⁵² Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 27

¹⁵³ Vgl. [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 14

¹⁵⁴ Aus [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 15

Anwendung:

- bei Druckrohren
- bei Freispiegelleitungen

5.2.9 Rohrsegment-Lining

Abb. 5.27 zeigt das Rohrsegment-Lining, welches den selbsttragenden Sanierungs- und Erneuerungsverfahren zuzuordnen ist. Bei diesem Verfahren werden begehbare Bestandskanäle mittels Auskleidungssegmenten saniert. Der Außendurchmesser der Auskleidung ist kleiner als der Innendurchmesser des Bestandsrohres und es wird zwischen Sohl- und Gasraumauskleidung unterschieden.¹⁵⁵

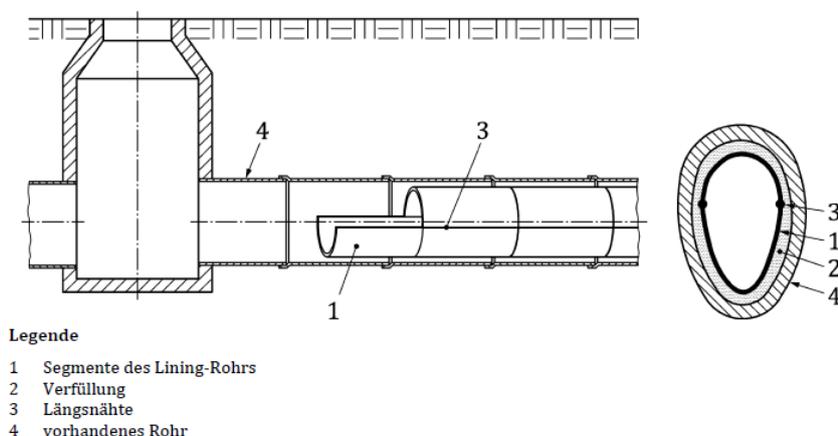


Abb. 5.27: Systemskizze Rohrsegment-Lining¹⁵⁶

Die Liningsegmente bestehen aus Polymerbeton (PRC) oder GFK und werden am Bestand dicht, starr, flexibel radial oder mittels Dübel verbunden. Eigenschaften wie Abriebfestigkeit, Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit hängen vom verwendeten Auskleidungsmaterial ab. Wenn eine statische Tragfähigkeit gewünscht ist, sind gesonderte Berechnungen notwendig. Es können kreisförmige Querschnitte oder Profilkänäle ab einem Durchmesser von 800 mm saniert werden. Die übliche Einzelabschnittslänge beträgt 200 m.^{155 157}

Ablauf:

Für den Einbau der Liningsegmente sind entsprechende Baugrubenabmessungen erforderlich. Anschließend werden je nach erforderlicher Sanierung zuerst Schadstellen und Verformungen des Bestandsrohres entfernt bzw. beglichen und in einem weiteren Arbeitsschritt die Liningsegmente eingehoben, manipuliert und installiert. Um einen Kraftschluss zu erzeugen, muss der Ringraum

¹⁵⁵ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 28

¹⁵⁶ Aus [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 28

¹⁵⁷ Vgl. [19] EN ISO 11295:2018-06: *Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Erneuerung*, S. 28 ff.

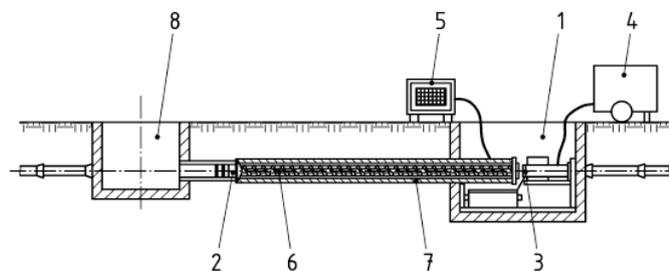
zwischen Bestand und Liningschale verfüllt werden. Am Schluss werden die bestehenden Haus- bzw. Seitenanschlüsse wiederhergestellt.¹⁵⁸

Anwendung:

- bei Freispiegelleitungen

5.2.10 Überfahren des Altrohres

Diese Methodik gehört eher zu den Exoten im grabenlosen Leitungsbau bzw.-sanierung und im englischen heißt dieses Verfahren „Pipe Eating Method“. Wie in Abb. 5.28 dargestellt, wird bei diesem Verfahren eine Microtunnelbaumaschine verwendet, um das Bestandsrohr aufzubrechen. Mittels einer Schnecken- oder Spülförderung werden die Rohrfragmente aus dem Bohrloch gefördert und aus der Startgrube entsorgt. Die Microtunnelbaumaschine wird mittels eines hydraulischen Aggregats angetrieben, die Steuerung erfolgt mit einer elektronischen Steuervorrichtung. Der Durchmesser der neu verlegten Rohre kann gleich oder größer sein als der Durchmesser des Bestands, wesentlich ist dabei, dass die Rohre in der gleichen Leitungssachse verlegt werden. Ausschließlich Bestandsrohre aus einem spröden Werkstoff wie unbewehrtem Beton, Faserzement, Steinzeug oder Grauguss sind überfahrbar. Der Einbau der Neurohre erfolgt zyklisch über einen hydraulisch angetriebenen Pressvortrieb. Es können üblicherweise Kreisquerschnitte mit einem Durchmesser bis zu 1.000 mm und Einzelabschnittslängen von bis zu 100 m saniert werden. Die neuen Rohre können aus PP, PE-HD, PVC, GFK, PRC, Stahl oder Steinzeug bestehen.^{159 160}



Legende

1 Startgrube	5 Steuervorrichtung
2 Mikrotunnelbaumaschine	6 Förderschnecke
3 Vortriebsgerät in der Startgrube	7 neues Rohr
4 Hydraulikpumpe	8 Zielgrube

Abb. 5.28: Statisches Bersten¹⁶¹

Ablauf:

Als erstes müssen die bestehenden Kanal- und Hausanschlüsse mittels Gräben bzw. Baugruben vom Hauptkanal getrennt werden, da ansonsten die Zerstörung dieser unkontrollierbar ist. Anschließend bzw. gleichzeitig werden Baugruben für den eigentlichen Vortrieb erstellt. Die Größe hängt von

¹⁵⁸ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 28

¹⁵⁹ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 29

¹⁶⁰ Vgl. [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 20

¹⁶¹ Aus [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 20

den zu bauenden Durchmessern und den eingesetzten Gerätschaften ab. Die Geräte werden eingehoben und der Vortrieb wird gestartet. Hinter der Microtunnelbaumaschine befindet sich gegebenenfalls ein Aufweitkopf, um einen größeren Durchmesser als der des Bestandes zu erzielen. Nach erfolgtem Vortrieb wird die Microtunnelbaumaschine abgebaut, herausgehoben und das Rohr bis zur Zielgrube durchgepresst. Am Schluss werden alle Anschlüsse wiederhergestellt.^{162 163}

Anwendung:

- bei allen Schadensarten
- bei spröden Bestandsrohrwerkstoffen

5.2.11 Roboterverfahren

Bei diesem Verfahren wird ein selbstfahrender, ferngesteuerter und fernüberwachter Roboter in das Bestandsrohr eingehoben. Der Roboter ist mit diversen Kamerasystemen ausgestattet und kann mit den verschiedensten Werkzeugen versehen sein, um möglichst viele Schadensarten zu sanieren. Er ist im Anschluss an verschiedene Sanierungsverfahren verwendbar, um bestehende Kanalan-schlüsse wiederherzustellen und abzudichten sowie zur Dokumentation der Sanierung. Die Haupteinsatzgebiete für den Roboter in der Reparatur sind Inspektionen, Auffräsen, Verpressen, Verspachteln, Planschleifen und Wegfräsen von Abflusshindernissen. Abb. 5.29 zeigt als Beispiel eine Schemaskizze für einen Spachtel- und Verpressroboter. Durch das Kamerasystem kann der gesamte Reparaturvorgang beobachtet, dokumentiert und im Anschluss mit weiteren aufgezeichneten Parametern interpretiert werden. Er ist in sämtlichen Bestandsrohren mit einem minimalen Durchmesser von 150 mm einsetzbar.^{164 165}

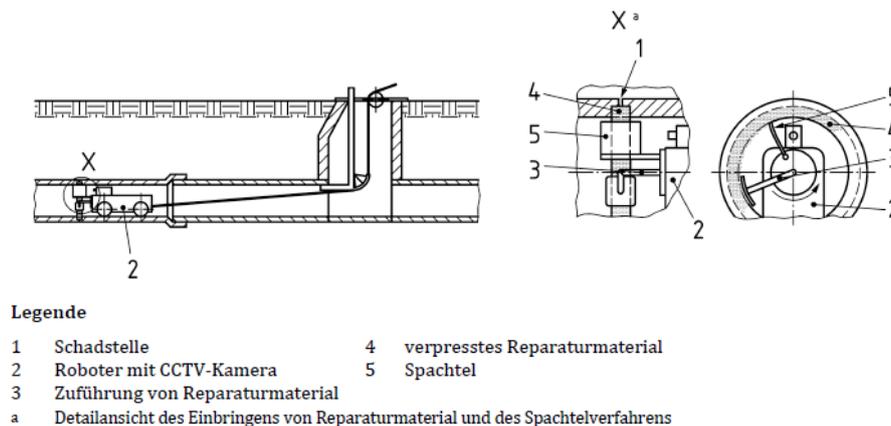


Abb. 5.29: Systemskizze Roboterverfahren¹⁶⁶

¹⁶² Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 29

¹⁶³ Vgl. [39] ÖNORM EN 12889(Entwurf):2020: *Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*, S. 20

¹⁶⁴ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 30

¹⁶⁵ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 43 ff.

¹⁶⁶ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 44

Die Reparaturmaterialien bestehen aus Epoxidharz, Zement- oder Polymermörteln. Sämtliche Reparaturmaterialien werden in zwei verschiedenen Herstellungsverfahren ausgeführt. Es gibt einerseits die Verpresstechnik, hier wird auf eine vorbereitete, mit einer temporären Schalung abgedeckte, Schadensstelle ein hochviskoses Material drucklos aus einer Kartusche eingebracht und überwacht. Andererseits wird als zweites Verfahren die Verspachteltechnik verwendet. Bei diesem Herstellungsverfahren wird das gleiche Material aufgebracht und nicht verpresst, sondern mit einer Spachtel abgezogen.^{167 168}

Es gibt die verschiedensten Ausführungen von Robotern. Abb. 5.30 zeigt einen Fräsroboter in einem Testrohrquerschnitt. Die Auswahl des Robotertyps ist abhängig von der Querschnittsgröße, der Schadensart und der Sanierungsmethode.



Abb. 5.30: Beispiel Fräsroboter¹⁶⁹

Ablauf:

Zuerst wird der Bestandskanal inspiziert, die Schadensstellen identifiziert und die beste Reparaturmöglichkeit ausgewählt. Zum Einheben des Roboters ist ein Bestandschacht oder eine Bestandsöffnung, wie beispielsweise ein Anschluss an ein Gebäude, notwendig. Die Inspektion erfolgt über eine schwenkbare Kamera, mit der eine Bestandsaufnahme aus Video- und Fotodokumentation erstellt wird. Danach bzw. währenddessen werden Schadensstellen wie Risse, Abplatzungen etc. festgestellt. Diese Schadensstellen werden anschließend abgefräst, um einen klar definierten Verfüllbereich zu bekommen. In weiterer Folge wird verspachtelt oder verpresst und die sanierte Schadensstelle nochmals mit Fotos bzw. Videos dokumentiert. Diese Art der Reparatur kann nur bei örtlich begrenzten Schäden verwendet werden. Abb. 5.31 stellt den schematischen Ablauf der Verspachteltechnik ab dem Zeitpunkt der Schadensstellenidentifizierung dar.

¹⁶⁷ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 30

¹⁶⁸ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 43 ff.

¹⁶⁹ Aus [4] https://www.this-magazin.de/imgs/101830650_cf2fd9ec32.jpg, zuletzt besucht am 02.02.2021

Die Wiederherstellung von Seiten- bzw. Hausanschlüssen nach der Sanierung erfolgt analog zur Schadensreparatur. Der Unterschied besteht darin, dass keine Schadstelle abgefräst, sondern ein bestehender Anschluss in einem sanierten Rohr wiederhergestellt wird.^{170 171}

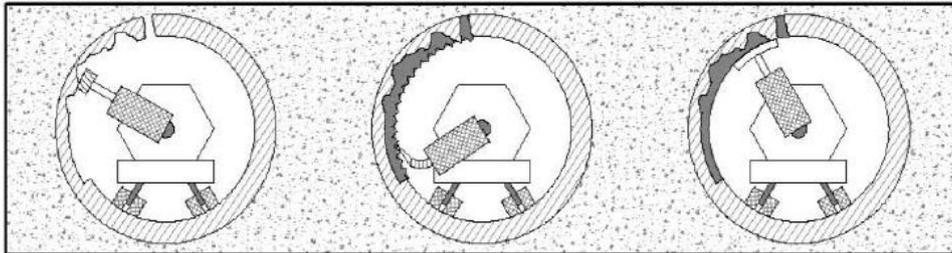


Abb. 5.31: schematischer Ablauf Verspachteltechnik¹⁷²

Anwendung:

- bei Freispiegelleitungen
- bei Hauptrohren
- bei Seitenanschlüssen (Anbindung)

5.2.12 Packerverfahren (Injektionsverfahren)

Beim Packerverfahren wird, wie in Abb. 5.32 dargestellt, ein Mehrkammerpacker an undichten Stellen im Bestand positioniert und aufgeblasen. Die Schadstellen werden mittels Inspektionskamera in einem vorhergehenden Arbeitsschritt ermittelt und mittels des Packers und einer Druckbeaufschlagung kontrolliert. Stellt sich eine Undichtheit ein, wird ein Material mit einer niedrigen Viskosität aus einer Injektionsöffnung (Nummer 6 in Abb. 5.32) eingebracht. Das Material tritt durch den Druck in das umgebende Bettungsmaterial ein und dichtet dieses ab. Die Qualitätssicherung basiert auf ständigen Messungen und der Dokumentation des Injektionsdrucks und der Injektionsmenge während des Sanierungsvorgangs. Dies, zusammen mit einem sauberen Abschluss im Rohrrinneren des Bestands, sorgt für eine gründliche Reparatur und Sanierung.^{173 174}

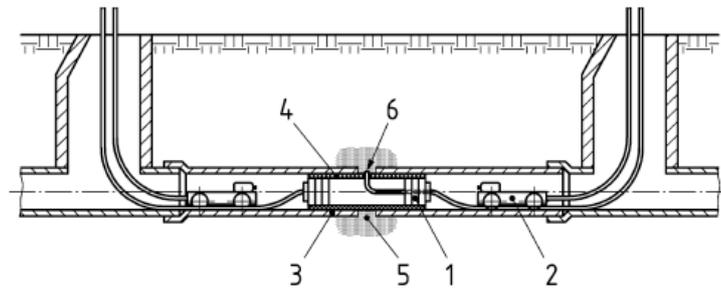
¹⁷⁰ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 30

¹⁷¹ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 43 ff.

¹⁷² Aus. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 30

¹⁷³ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 31

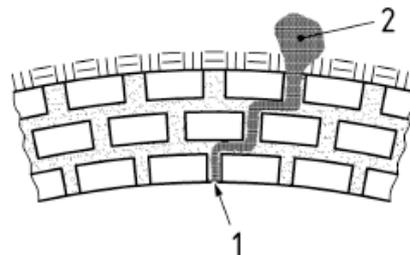
¹⁷⁴ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 37 ff.

**Legende**

- 1 Packer
- 2 Kamera für die optische Inspektion
- 3 vorhandenes Rohr
- 4 Packerhülle
- 5 verfüllter Hohlraum
- 6 Injektionsöffnung

Abb. 5.32: Systemskizze Packerverfahren¹⁷⁵

Das Injektionsmaterial soll in feinste Porenräume eindringen und diese versiegeln. Abb. 5.33 zeigt eine schematische Darstellung des Injektionsweges, den das Material zurücklegt. Um diesen Anforderungen an die Verteilung und Dichtheit für die Sanierung gerecht zu werden, kommen in der Praxis Acryl-, Polyurethan- (PUR-) und Silikat-Gele, sowie PUR- und Silikat-Harze und Zementmörtel zur Ausführung. Der Nachteil von Gelmaterialien ist, dass sie eine ständig feuchte Umgebung brauchen und bei Freispiegelleitungen nur begrenzt dem Überdruck standhalten.^{176 177}

**Legende**

- 1 Injektionsstelle
- 2 verfüllter Hohlraum

Abb. 5.33: Schema Injektion¹⁷⁸

Üblicherweise können mit diesem Verfahren kreisförmige Querschnitte mit Durchmessern von 150 bis maximal 600 mm repariert werden. Die Hauptanwendung ist vorwiegend bei Fremdwassereintritten in Abwasserkanälen.^{176 177}

¹⁷⁵ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 38

¹⁷⁶ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 31

¹⁷⁷ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 37 ff.

¹⁷⁸ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 39

Ablauf:

Als erstes wird die Bestandsleitung auf undichte Stellen mittels Inspektionskamera unter Video- und Fotodokumentation begutachtet. Sobald undichte Stellen vermutet bzw. gefunden werden, wird der Packer in Position gebracht und aufgeblasen. Anschließend erfolgt eine Druckbeaufschlagung und -messung, um die Dichtheit der Fehlstelle zu prüfen. Im Falle einer Undichtheit werden unter Druck Gele, Harze oder Mörtel injiziert und ein Formschluss im Inneren des Rohres erzeugt. Während des Injektionsvorgangs werden Druck und Menge dokumentiert, um eine Qualitätssicherung zu gewährleisten. So können undichte Verbindungen, Seitenanschlüsse, Fehlstellen etc. repariert werden. Eine Darstellung zum Ablauf findet sich in Abb. 5.34 wieder.^{179 180}

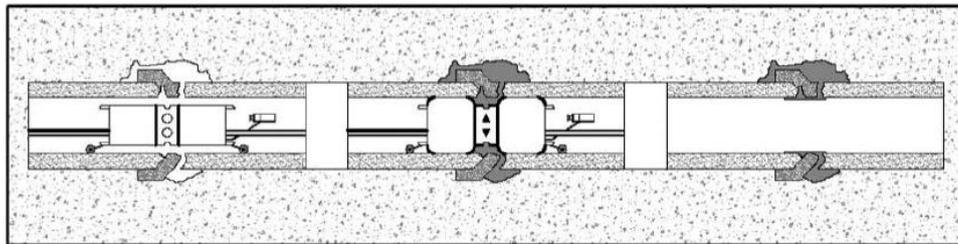


Abb. 5.34: schematischer Ablauf Packerverfahren¹⁸¹

Anwendung:

- bei Freispiegelleitungen
- bei undichten Verbindungen
- bei örtlichen Fehlstellen
- bei Seitenanschlüssen

5.2.13 Edelstahlmanschette (Innenmanschette)

Beim Manschettenverfahren wird eine Manschette mit einem selbstfahrenden, fernüberwachten und -gesteuerten Roboter im Bereich der Schadstelle bzw. der Undichtigkeit positioniert und fixiert. Abb. 5.35 zeigt ein Beispiel einer Edelstahlmanschette in der Praxis. Die Manschette kann aus Edelstahl bzw. einer EPDM-Dichtung (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer-Kautschuk) bestehen und repariert begrenzt auftretende Schäden bzw. Schadstellen. Es gibt üblicherweise zwei Varianten der Ausführung, mit denen sich kreisförmige Durchmesser von 150 bis maximal 800 mm bei einteiligen, bis maximal 1.300 mm bei zweiteiligen und 1.800 mm bei dreiteiligen Manschetten bewerkstelligen lassen. Die Verbindung zwischen Bestandsrohr und Manschette wird kraftschlüssig ausgeführt und hat

¹⁷⁹ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 31

¹⁸⁰ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 37 ff.

¹⁸¹ Aus. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 31

somit eine stabilisierende Funktion der Schadstelle. Bei schließbaren Profilen mit einem Durchmesser ≥ 800 mm und bei begehbaren Profilen ab Durchmessern von 1.200 mm können unter händischem Einbau auch andere Manschettenwerkstoffe zum Einsatz kommen.^{182 183}



Abb. 5.35: Sanierungsbild einer Edelstahlmanschette mit mechanischer Vorrichtung¹⁸⁴

Bei der Variante A, gemäß Abb. 5.36 links, besteht die Manschette aus einem Kompressionsdichtung der mittels Druckluftpacker, hydraulischen Aufweitungen oder mechanischen Vorrichtungen an den Bestand gepresst wird.¹⁸⁵

Bei der Variante B, gemäß Abb. 5.36 rechts, besteht die Manschette aus einem Gelenksring mit mehreren Gelenken, der durch spezielle horizontale Aufstellvorrichtungen an den Bestand gepresst wird.¹⁸⁵

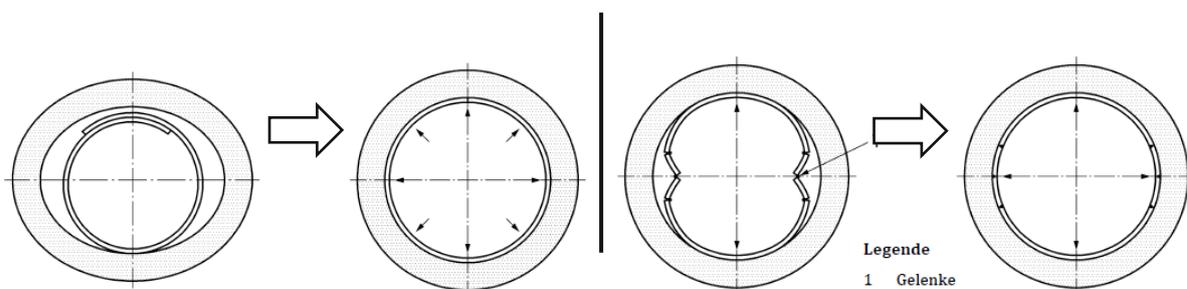


Abb. 5.36: Schemadarstellung Variante A (links) und Variante B (rechts)¹⁸⁶

¹⁸² Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 32

¹⁸³ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 45 ff.

¹⁸⁴ Aus [27] https://www.iwa-tec.at/wp-content/uploads/2015/09/41-F57.03-F57.02_0001.jpg, zuletzt besucht am 02.02.2021

¹⁸⁵ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 46

¹⁸⁶ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 46

Ablauf:

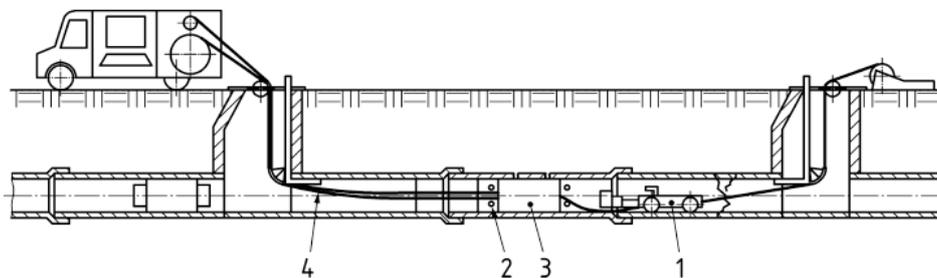
Der Bestand wird mittels Inspektionskamera inspiziert, die Fehl- bzw. Schadstellen werden identifiziert und anschließend mit dem Roboter ferngesteuert die Manschette gesetzt. Je nachdem welche Ausführungsvariante der Manschette zum Einsatz kommt, wird sie aufgestellt, an das Rohr angepasst und fixiert. Die Verbindung zwischen Bestandsrohr und Manschette ist kraftschlüssig und erwirkt so eine Verbesserung der Bestandsituation.^{187 188}

Anwendung:

- bei Freispiegelleitungen
- bei Druckleitungen
- bei Hauptrohren

5.2.14 Abschnittsweise Auskleidung

Bei der abschnittswisen Auskleidung wird ein Kurzliner (in Harz getränktes Laminat) an der zuvor eruierten Schadstelle positioniert. Wie in Abb. 5.37 dargestellt wird mittels aufblasbarer Packer der Liner an das Bestandsrohr gepresst. Zum Aushärten kann zur Beschleunigung ein Reaktionsunterstützer wie UV-Strahlen oder Wärme (siehe Kapitel 5.2.1) verwendet werden. Im Anschluss an das Aushärten werden die Packer durch das Auslassen des Aufblasmediums, verkleinert und entfernt.^{189 190}

**Legende**

- | | |
|-----------------------|--|
| 1 optische Inspektion | 3 vor Ort härtender Kurzliner |
| 2 Packer | 4 Heizungs- (optional) und Luftleitungen |

Abb. 5.37: Schemadarstellung Reparatur mittels Kurzliner¹⁹¹

Abb. 5.38 zeigt spezielle Hut- bzw. T-Profile des Verfahrens, zur Reparatur von Bestandsrohren mit Anschlüssen. Als Alternative können etwaige Abzweigöffnungen bzw. Grate und Abflusshindernisse mittels des Roboterverfahrens (siehe Kapitel 5.2.11) geöffnet und angeglichen werden.^{189 190}

¹⁸⁷ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 32

¹⁸⁸ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 45 ff.

¹⁸⁹ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 33

¹⁹⁰ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 41 ff.

¹⁹¹ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 41

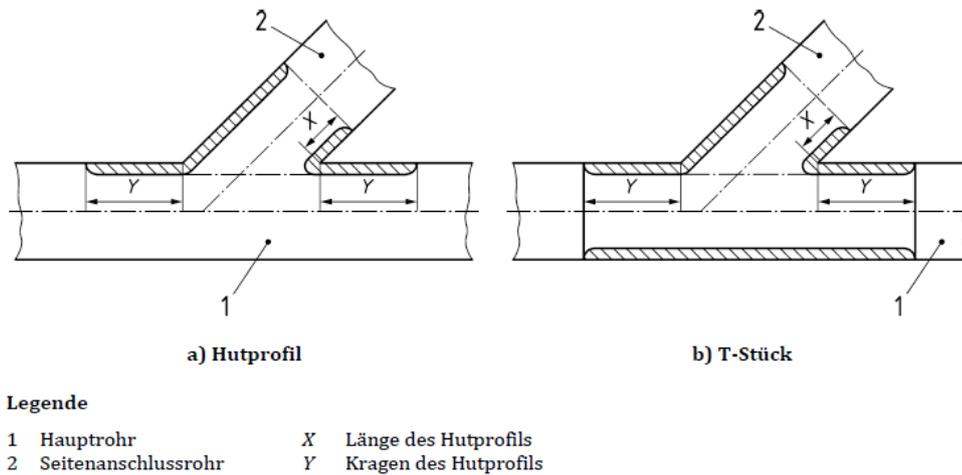


Abb. 5.38: Darstellung von Spezialprofilen (Hut- und T-Profil)¹⁹²

Üblicherweise wird diese Reparatur bei kreisförmigen Querschnitten mit Durchmessern von 100 bis maximal 600 mm inkl. kleinerer Bögen angewendet. Die Materialien des Liners entsprechen denen des Schlauchliningverfahrens (siehe Kapitel 5.2.1). Dieses Verfahren wird zur Abdichtung von Fremdwassereintritten und örtlichen Schäden verwendet. Durch den Einbau von selbsttragenden Linern hat diese Methode eine stabilisierende Funktion und aufgrund der dünnen Wandstärke der Liner bleibt die Querschnittsverringerung gering.^{193 194}

Ablauf:

Zuerst wird das Bestandsrohr inspiziert und etwaige zu sanierende Schädstellen identifiziert. Anschließend wird das Rohrmaterial für den Einbau vorbereitet und mittels Roboter an die richtige Stelle gebracht. Die Packer werden aufgeblasen, der Liner an das Bestandsrohr gedrückt und zum Aushärten gebracht. Nach dem Aushärtvorgang werden die Packer wieder entfernt und etwaige Anschlüsse wiederhergestellt. Bei manchen Einbauvarianten ist eine Abwasserhaltung erforderlich.^{193 194}

Anwendung:

- bei Freispiegelleitungen
- bei Hauptrohren
- bei Seitenanschlüssen bei Verwendung von Spezialprofilen

5.2.15 Flutungsverfahren

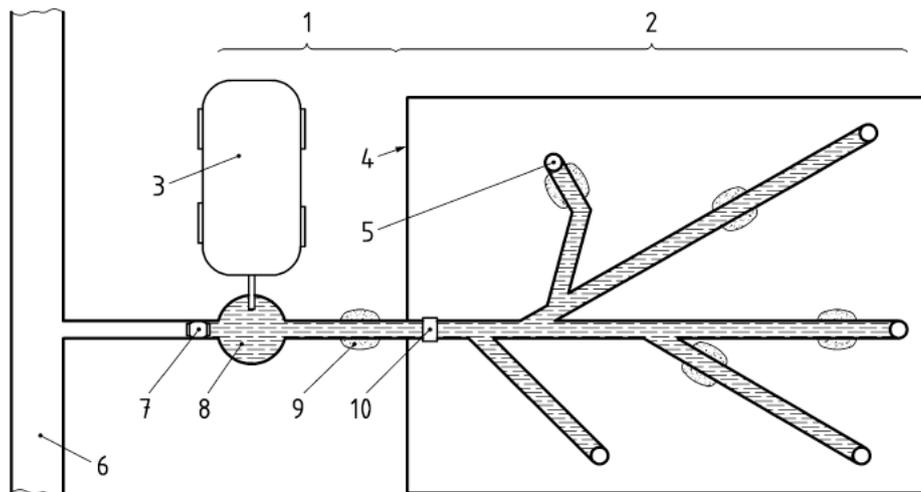
Dieses Verfahren zählt zu den Sanierungs- und Reparaturverfahren und wird zur Abdichtung von Abwasserleitungen mit Leckagen, benachbarten Hohlräumen und kleinen Rissen verwendet. Abb. 5.39 stellt einen Grundriss einer Sanierung mit dem Flutungsverfahren dar. Das Prinzip hinter

¹⁹² Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 42

¹⁹³ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 33

¹⁹⁴ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 41 ff.

der Sanierung basiert auf dem hydrostatischen Druck. Es werden zeitversetzt zwei verschiedene Lösungen eingebracht, die in die defekten Zonen inkl. dem umgebenden Untergrund eindringen. Nach erfolgter chemischer Reaktion erhärtet das Gemisch zu einem sandsteinartigen Konglomerat. Die Lösungsmittel können entweder aus Acryl- oder Silikatgel bestehen. Zum Schutz der Umwelt dürfen nach erfolgter Reparatur keine Schadstoffrückstände im Untergrund verbleiben. Eine Abdichtung gegen den Innendruck ist mit diesem Verfahren nicht möglich und die Abdichtung gegen drückendes Wasser von außen hängt von den Bodenverhältnissen um das Bestandsrohr ab. Um die Verbrauchsmenge für die Reparatur abschätzen zu können, ist vor der Ausführung eine Druckprüfung der Haltung erforderlich. Die üblichen Durchmesser, bei denen dieses Verfahren angewendet werden können, betragen mindestens 100 bis maximal 500 mm. Um eine erfolgreiche Sanierung gewährleisten zu können, dürfen ausschließlich Rissbreiten < 5 mm bei Radialrissen und < 3 mm bei Axialrissen vorhanden sein. Selbst undichte Muffenverbindungen sind begrenzt durch dieses Verfahren reparier- und abdeckbar. Nachteilig ist, dass keine stabilisierende oder statisch tragfähige Wirkung erzeugt werden kann, weder die chemische Beständigkeit noch die Abriebwiderstandsfähigkeit verbessert wird und die Anwendung nur oberhalb des Grundwasserspiegels möglich ist. Da mit dem Flutungsverfahren keine statische Tragfähigkeit erzeugt wird, muss bei desolaten Haltungen eine Rohrstatik bzw. eine ausreichende Standfestigkeit des Bestandes gegeben sein.^{195 196}



Legende

1 Anschluss an Abwasserkanal	4 Gebäude	7 aufgedehnte Verschlussvorrichtung	10 Überwachungs-/Reinigungsauge
2 Unterbodenentwässerung	5 Dränrohr	8 Einsteigschacht	
3 Tank mit Einpressmittel	6 Abwasserkanal	9 in/durch Schadstelle eindringendes Einpressmittel	

Abb. 5.39: Schema Flutungsverfahren¹⁹⁷

¹⁹⁵ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 34

¹⁹⁶ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 48 ff.

¹⁹⁷ Aus [18] EN 15885:2018-11: *Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen*, S. 42

Ablauf:

Im Vorfeld muss eine Kanalinspektion mittels Kamerabefahrung und eine Druckprüfung erfolgen. Wenn die oben genannten Kriterien wie Rohrstatik und Rissbreite erfüllt sind, wird mit der Reparatur begonnen. Zuerst wird der erste Teil, die Lösung A, eingebracht, anschließend abgepumpt, das Rohr gereinigt und der Bestand mit Lösung B geflutet. Die zweite Lösung wird abgelassen, das Rohr gereinigt und eine Druckprüfung durchgeführt. Falls der Bestand immer noch Undichtheiten aufweist, wird von vorne begonnen, bis das gewünschte Reparaturziel eingetreten ist. Während der Ausführung werden die eingebrachten Mengen dokumentiert, um die gewünschten Qualitätsstandards einzuhalten.^{198 199}

Anwendung:

- bei drucklosen Rohrleitungen mit nichtbindigem Bettungsmaterial
- bei Undichtigkeiten von Muffenverbindungen, Rissen und Spalten

5.2.16 Weitere Verfahren

Die folgenden weiteren Verfahren gemäß der Auflistung in Abb. 4.1 werden zur Einhaltung der in Kapitel 1.2 definierten Ziele und zum Zwecke der Übersichtlichkeit nur aufgelistet. Diese Verfahren finden in dieser Arbeit keine weitere Verwendung und auf eine detailliertere Beschreibung wird verzichtet. Informationen zu den Verfahren sind in der EN 15885 [18] sowie in der Verfahrensbeschreibung des ÖGL [45] und diversen anderen Literaturwerken und Firmenbröschüren.

- Schachtsanierung
 - ◆ Schachtinstandsetzung
 - ◆ Schachtschlauchlining
- Alternative Verfahren
 - ◆ Pflugverfahren
 - ◆ Grabenfräse
 - ◆ Schlitzgräben

¹⁹⁸ Vgl. [45] ÖGL Verfahrensbeschreibung Grabenloser Leitungsbau (Ver. 2017), S. 34

¹⁹⁹ Vgl. [18] EN 15885:2018-11: Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen, S. 48 ff.

6 Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren

Jedes Verfahren hat Vor- bzw. Nachteile in der Anwendung und ist durch Rahmenbedingungen bzw. Systemgrenzen, in der es ausgeführt werden kann, begrenzt. Die in Kapitel „3 Konventioneller Leitungsbau“ und „5 Grabenlose Verfahren“ beschriebenen Methoden werden in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Im folgenden Absatz wird auf die Systemgrenzen von Sanierungsverfahren, die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten bei bestimmten Schäden und weitere Eigenschaften eingegangen. Die wirtschaftlichen Aspekte wie Bauzeit und Kosten werden jedoch in diesem Kapitel vernachlässigt, um einen rein technischen Überblick und somit einen neutralen Kriterienbaum für Anwendungsfälle zu erzeugen.

6.1 Baufachliche Richtlinie für Abwasser aus Deutschland

Das Bundesministerium für Inneres, Bau und Heimat in Deutschland hat eine baufachliche Richtlinie für Abwasser [12] erstellt, in der es für die Sanierungsverfahren einen guten technischen Überblick aufzeigt und beschreibt. Das Pendant für die deutsche Richtlinie sind in Österreich die Arbeits- und Regelblätter des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes. In diesen finden sich ähnliche Beschreibungen, Empfehlungen und Tabellen wie in der deutschen Richtlinie. Das ÖWAV RB 28 befindet sich derzeit in Überarbeitung, weshalb in dieser Arbeit in weiterer Folge die neuere und inhaltlich umfangreichere deutsche Richtlinie verwendet und um Eigenschaften ergänzt wird.

Der folgende Kriterienkatalog aus der Tabelle A-6.4 der deutschen Richtlinie [12] kann Auskunft über die technische Durchführbarkeit von Sanierungsverfahren bieten:

- *Nennweite bzw. Mindestabmessungen*
- *Mögliche Profilarten*
- *Mögliche Werkstoffe des Bestandes*
- *Schadensart gemäß EN 13508-2:2011-08-15: Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:*
 - ◆ *Verformung*
 - ◆ *Rissbildung in Längsrichtung*
 - ◆ *Rissbildung am Rohrumfang*
 - ◆ *Rohrbruch*
 - ◆ *Einsturz*
 - ◆ *Oberflächenschaden durch mechanische Beschädigung*
 - ◆ *Oberflächenschaden durch Korrosion*
 - ◆ *Einragender bzw. schadhafter Anschluss*
 - ◆ *Einragendes Dichtungsmaterial*
 - ◆ *Verschobene Verbindung*
 - ◆ *Schadhafte Innenauskleidung*
 - ◆ *In- oder Exfiltration (sichtbare Undichtigkeit)*

- *Weitere Anforderungen an die Sanierung bzw. Verfahren:*
 - ◆ *Wiederherstellung bzw. Erhöhung der statischen Tragfähigkeit*
 - ◆ *Verbesserung der Bettungssituation*
 - ◆ *Mittlere zu erwartende Nutzungsdauer*
- *Randbedingungen für Sanierungsmaßnahme:*
 - ◆ *Statische Tragfähigkeit des Bestandes*
 - ◆ *Grundwasserabsenkung erforderlich*
 - ◆ *Einstiegsschacht einseitig ausreichend*
 - ◆ *Baugrube notwendig*
 - ◆ *Platzbedarf an der Baustelle*
 - ◆ *Maximaler Arbeitsabschnitt*
 - ◆ *Eignung für die Wiederanbindung von Zuläufen*
 - ◆ *Einfluss auf die Hydraulik (Querschnittsreduzierung)*
 - ◆ *Verträglichkeit für Bäume/Boden/Gewässer*
 - ◆ *Beeinträchtigung durch Lärm oder Staub*
 - ◆ *Erzeugt Erschütterungen*
 - ◆ *Wasserrechtliche Genehmigung*
- *Besondere Anforderungen an die Sanierungsplanung:*
 - ◆ *Profilkalibrierung*
 - ◆ *Statische Dimensionierung*
- *Vorbereitende Maßnahmen für die Sanierung:*
 - ◆ *Reinigen erforderlich*
 - ◆ *Beseitigung von Hindernissen, Wurzeln und Ablagerungen*
 - ◆ *Verfüllung von Hohlräumen*
 - ◆ *Beseitigung anhaftender Stoffe*
 - ◆ *Vorflutsicherung*
 - ◆ *Erstellung einer Baugrube*
 - ◆ *Abschließende Prüfung*

6.2 ÖWAV Regelblatt 28

Abb. 6.1 zeigt den derzeitigen Kriterienkatalog des ÖWAV Regelblattes 28 [50] mit sieben Kriterien, wobei diese für begehbare und nicht begehbare Kanäle aufgeteilt werden und so doppelt vorkommen. In dieser Tabelle sind die grabenlosen Sanierungsverfahren als Spalten in die drei Gruppen, Reparatur, Renovierung und Erneuerung, aufgeteilt und in den Zeilen sind einzelne Schadensbilder aufgelistet. Die Gruppierung in Abb. 6.1 unterscheidet sich in einzelnen wenigen Punkten von jener der ÖGL in Abb. 4.1. Bei der Eignung des Sanierungsverfahrens für die Behebung des entsprechenden Schadensbildes wird in der dazugehörigen Spalte ein "+" eingetragen. Falls das Verfahren ungeeignet ist, wird ein minus eingetragen und falls es unter besonderen Bedingungen eingesetzt werden kann, wird das Verfahren mit einem „o“ versehen. Die meisten Schadensbilder in nicht begehbaren Kanälen können mit Erneuerungsverfahren, gefolgt von den Renovierungsverfahren behoben werden. Ge-

mäß dem Kriterienkatalog sind die Reparaturverfahren für die meisten Schadensbilder nicht geeignet. Die vorher aufgelisteten Kriterien der deutschen Richtlinie sind um einiges umfangreicher und eignen sich daher aus der Sicht des Autors besser für eine Auswahl des technisch richtigen und sinnvolleren Verfahrens zur Sanierung.

+ geeignet - nicht geeignet o bedarf besonderer Überlegungen in technischer Hinsicht	VERFAHREN																								
	Reparatur					Renovierung					Erneuerung														
	9.2.1	9.2.2	9.2.3	9.2.4	9.2.12	9.2.13	9.2.5	9.2.6	9.2.7	9.2.8	9.2.9	9.2.10	9.2.11	9.2.12	9.2.13	9.2.5	9.2.6	9.2.7	9.2.8	9.2.9	9.2.10	9.2.11	9.2.14	9.2.15	
Nicht begehbbare Profile																									
Verformung	-	-	-	-	-	-	o	o	-	o	o	-	-	-	-	o	o	-	o	o	-	-	-	+	+
Risse																									
• Längsrisse	+	-	o	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
• Sonstige Risse	+	o	o	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Bruch	o	-	o	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Oberflächenschäden	o	o	o	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Verschobene Verbindung	o	o	o	-	-	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	o	o	o	o	o	o	-	-	+	+
Undichte Verbindung	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Begehbbare Profile																									
Verformung	-	-	-	-	-	-	o	o	-	o	-	o	o	o	-	o	o	-	o	-	+	+	o	-	
Risse																									
• Längsrisse	-	-	o	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	o	-	
• Sonstige Risse	-	-	o	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	o	-	
Bruch	-	-	o	o	+	-	+	+	-	o	-	+	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	o	-	
Oberflächenschäden	-	-	o	-	+	+	+	+	-	o	-	+	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	o	-	
Verschobene Verbindung	-	-	o	-	o	-	o	o	-	o	-	o	o	o	-	o	o	-	o	-	o	o	o	-	
Undichte Verbindung	-	-	o	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	+	-	+	+	-	o	-	+	+	o	-	

Abb. 6.1: Kriterienkatalog des ÖWAV Regelblatte RB 28²⁰⁰

6.3 Weitere technische Rahmenbedingungen

Um weitere technische Rahmenbedingungen, außerhalb der derzeit in der Literatur verfügbaren, festzulegen, wurden Gespräche mit Fachexperten der Auftraggeber- bzw. Planerseite geführt. In diesen Gesprächen wurden gemeinsam folgende zusätzliche Rahmenbedingungen erörtert:

- Entwässerungsverfahren
- Gefällekorrekturen möglich
- Bauzeitliche Rahmenbedingungen
- Arbeitsrechtliche Vorschriften
- Zugänglichkeit zum Sanierungsobjekt

²⁰⁰ Aus [50] ÖWAV Regelblatt RB 28, S. 10

- Profilverengung
- Schäden an Nebenanlagen bzw. Seitenanschlüssen sanierbar
- Verfahrensspezifisch erforderliche Oberflächenöffnungen (in Größe und Dauer)
- Entsorgung von Austragmaterial notwendig
- Werden umliegende Schäden mitsaniert

Die Aufsummierung der Kriterienkataloge und der zusätzlich, aus den Gesprächen zusammengefassten Bedingungen, ist sehr umfangreich. Im Zuge dieser Diplomarbeit wird anhand eines fiktiven Fallbeispiels in Kapitel 7 „Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels“ überprüft, welche dieser Kriterien für bestimmte Verfahren mehr Gewichtung haben, um eine Entscheidungsgrundlage zur Auswahl des technisch wirtschaftlichsten Verfahrens zu schaffen. Denn nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Aspekte spielen in der tatsächlichen Auswahl eine große Rolle.

6.4 Vertragliche Rahmenbedingungen

Die rechtlichen Rahmenbedingungen werden im Bauwesen immer bedeutender. Es gibt nicht nur Rahmenbedingungen für die Vertragsgestaltung und Abwicklung, sondern wie in Kapitel 2.1 beschrieben, Bedingungen, die in der Planung zu berücksichtigen sind. Zudem sind teilweise Nachbarschaftsrechte, Wasserrechte, Umweltverträglichkeitsprüfungen und andere Rechtsmaterien zu beachten, die nicht direkt mit der Planung des Bauvorhabens per se zu tun haben.

6.4.1 Leistungsverzeichnis

Für die Vertragsgestaltung erweisen sich im Tief- und Infrastrukturbau die Leistungsbeschreibungen der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV) als hilfreich. Abgekürzt heißen die Leistungsbeschreibungen LB-VI (Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur) und sind mittlerweile in der Version 006 (erschienen am 01.05.2021) vorhanden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Version 006 befand sich diese Arbeiten in einem zu vorangeschrittenen Stadium, als das ein Sprung zur Version 006 und dessen Änderungen zur Version 005, als sinnvoll für das Erreichen der Ziele erschien. In Tab. 6.1 und Tab. 6.2 sind die Leistungsgruppen zu den verschiedenen Verfahren aus Kapitel 5 dargestellt. Zur Vereinfachung wurden die Ausdrücke Leistungsgruppe (LG) und Unterleistungsgruppe (ULG) abgekürzt.

Tab. 6.1: Übersicht der ULG 14 der LB-VI 005 (Sanierungs- und Reparaturverfahren)²⁰¹

LG 14 Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen	
ULG 1401	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen
ULG 1402	Vorarbeiten unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen
ULG 1403	Aufrechterhaltung Betrieb Freispiegelleitungen
ULG 1404	Aufrechterhaltung Betrieb Druckrohrleitungen
ULG 1405	Instandhaltung von schließbaren Profilen (Reparatur)
ULG 1410	Roboterverfahren (Reparatur)
ULG 1411	Packerverfahren (Reparatur)
ULG 1412	Edelstahlmanschetten (Reparatur)
ULG 1413	Abschnittsweise Auskleidung/Kurzliner (Reparatur)
ULG 1414	Rohrsegmentlining (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1415	Schlauchlining (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1416	ZM-Auskleidung für Trinkwasserleitungen (Renovierung)
ULG 1421	Langrohrlining (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1423	Kurzrohrlining (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1430	Wickelrohrverfahren (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1440	Verformte Rohre (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1445	Berstverfahren (Renovierung/ Erneuerung)
ULG 1451	Aufweit-/Ziehverfahren (Erneuerung)
ULG 1460	Schacht- und Bauwerksinstandsetzung

Tab. 6.2: Übersicht der ULG 15 der LB-VI 005 (Neuverlegungsverfahren)²⁰²

LG 15 Unterirdische Neuverlegung von Leitungen	
ULG 1510	Teilschnittvortrieb
ULG 1511	Vollschnittvortrieb
ULG 1520	Gesteuerter Spülbohrvortrieb
ULG 1521	Gesteuerter Rollmeißelvortrieb
ULG 1525	Verdrängungsvortrieb
ULG 1526	Rammvortrieb
ULG 1527	Rohrvortrieb bemannt
ULG 1540	Statische Berechnungen

6.4.2 Normen und Richtlinien

Nicht nur die vertraglich ausgeschriebenen Positionen sind wichtig, sondern auch Normen und Richtlinien, die die technische Basis des Vertrages bilden. Nachfolgend findet sich eine Aufzählung

²⁰¹ Vgl. [43] Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Ver 005, S. 618

²⁰² Vgl. [43] Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Ver 005 (FSV 2018), S. 716

der Normen, Merk- und Regelblätter, die aus der Sicht des Autors Relevanz im grabenlosen Leitungsbau besitzen und teilweise auch in der LB-VI verankert sind. Diese Werke besitzen für die in dieser Arbeit beschriebenen Verfahren/Maßnahmen Gültigkeit.^{203 204}

- Für Untergrunderkundungen
- EN ISO 14688: Teil 1 – 3: Geotechnische Erkundung und Untersuchung
- EN ISO 22475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung und Klassifizierung von Fels
- EN ISO 22475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung
- ÖNORM B 4400: Teil 1 – 4: Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke und Methoden zum Erkennen von Bodengruppen
- ÖNORM B 4411: Erd- und Grundbau; Untersuchung von Bodenproben, Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
- EN 1997 -Eurocode 7: Teil 1 – 2: Entwurf & Bemessung in der Geotechnik
- ÖNORM B 4434 Erd- und Grundbau – Erddruckberechnung
- ÖNORM EN 12670: Naturstein – Terminologie
- Arbeitnehmerschutzmappe der AUVA
- Für den Tunnelbau gibt es zudem noch:
 - ◆ Österreichische Gesellschaft für Geomechanik: Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit kontinuierlichem Vortrieb
 - ◆ Österreichische Gesellschaft für Geomechanik: Richtlinie für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit zyklischem Vortrieb
- Für offene Bauweise zusätzlich
 - ◆ EN 1610 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
 - ◆ ÖNORM B 2205 Erdarbeiten Werkvertragsnorm
 - ◆ ÖNORM B 2280 Verbauarbeiten Werkvertragsnorm
 - ◆ AUVA Sicherheitsmappe
 - ◆ DIN 4124 „Baugruben und Gräben“
 - ◆ Empfehlung des Arbeitskreises „Baugruben“
- Für den Grabenlosen Leitungsbau zusätzlich
 - ◆ Länderübergreifend Österreich und Deutschland
 - * ISYBAU 2006
 - ◆ In Deutschland
 - * RSV Merkblätter 1–8
 - * ATV-M 101 Planung von Entwässerungsanlagen, Neubau-, Sanierungs-, und Erneuerungsmaßnahmen
 - * DWA-M 115-2 Indirekteinleitung nicht häuslichen Abwassers
 - * ATV-A 127 Statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen

²⁰³ Der Autor garantiert nicht für eine Vollständigkeit der Auflistung, sie soll als Hilfe dienen und einen Überblick der Komplexität darstellen. Die in den Normen bzw. Richtlinien und Arbeitsblätter zusätzlich vermerkten Normen müssen beachtet werden!

²⁰⁴ Angeführte Normenserien verstehen sich mit allen Teilen, zur Einfachheit und zum Zwecke des Überblicks wurde darauf verzichtet jeden Teil einer Normenserie einzeln anzuführen.

- * Merkblattreihe ATV Merkblatt 143 Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
- * Merkblattreihe DWA-M 144 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
- * Merkblattreihe DWA-M 149 -Zustandserfassung, -klassifizierung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
- * DVGW W 330 Einzuklebende Gewebesläuche für Wasserrohrleitungen
- * DIN 1998 Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Verkehrsflächen –Richtlinie für die Planung
- * DIN 18319 Werkvertragsnorm Rohrvortrieb

◆ In Österreich

- * Normenreihe EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- * Normenreihe EN 11295 Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoffrohrsystemen
- * Normenreihe EN 11296 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen
- * Normenreihe EN 11297 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten Abwasserdruckleitungen
- * Normenreihe EN 11298 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten Wasserversorgungsnetzen
- * ÖNORM EN 12889 Grabenlose Verlegung und Prüfung von Rohrleitungen
- * EN 13380 Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Renovierung und Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden
- * Normenreihe EN 13508 Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden
- * Normenreihe EN 13566 Kunststoffrohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen
- * EN 14457 Allgemeine Anforderungen an Bauteile, die bei grabenlosem Einbau von Abwasserleitungen und -kanälen verwendet werden
- * EN 15885 Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen
- * EN ISO 21225-2 Kunststoff-Rohrleitungssysteme zur grabenlosen Erneuerung von erdverlegten Rohrleitungsnetzen
- * ÖWAV Regelblatt 22 Betrieb von Kanalisationsanlagen
- * ÖWAV Regelblatt 28 Unterirdische Kanalsanierung
- * ÖWAV Regelblatt 40 Leitungsinformationssystem-Wasser und Abwasser
- * ÖWAV Regelblatt 42 Unterirdische Kanalsanierung-Hauskanäle
- * ÖWAV Regelblatt 43 Optische Kanalinspektion
- * ÖWAV Arbeitsblatt 33 Leitfaden für die Auftragsvergabe in der Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft

- * ÖWAV Arbeitsblatt 35 Aktuelle Finanzierungs- und Veranlagungsmöglichkeiten für die Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft
- * ÖWAV Arbeitsblatt 50 Kanalsanierung-Vor Ort härtendes Schlauchlining
- * ÖWAV Arbeitsblatt 54 Kanalsanierung-Langrohr-Lining, Kurzrohr -Lining, Verformte Rohre
- * ÖVGW G E130 Grabenlose Verfahren-Spezielle Anforderungen für Planung, Errichtung, Rehabilitation und Prüfung von Erdgasleitungen mittels grabenloser Verlege-technik
- * ÖVGW G E131 Grabenlose Rehabilitation von Erdgasleitungen-Gewebeschauchrelining-Verfahren
- * ÖVGW G E133 Grabenlose Rehabilitation von Erdgasleitungen-PE Reliningverfahren ohne Ringraum
- * ÖVGW G E134 Grabenlose Rehabilitation von Erdgasleitungen-PE Reliningverfahren mit Ringraum
- * ÖVGW G E135 Grabenlose Rehabilitation von Erdgasleitungen-Aufweit-/ Ziehverfahren und Berstlining-Verfahren
- * ÖVGW G E136 Grabenlose Verlegung von Erdgasleitungen-nicht steuerbare Verfahren
- * ÖVGW G E137 Grabenlose Verlegung von Erdgasleitungen-Steuerbare Verfahren

7 Grabenlose Sanierung eines Fallbeispiels

Im folgenden Kapitel wird, um die in Kapitel 1.2 „Forschungsfragen“ aufgezählten Fragen zu klären, ein Vergleich von Sanierungsvarianten anhand eines konkreten Fallbeispiels dargestellt. Dieser Vergleich soll als Basis dienen, eine Entscheidungsgrundlage zu bilden, anhand der ausgewählt werden kann, welches der verfügbaren Verfahren die technisch wirtschaftlichste Lösung für ein bestimmtes Projekt darstellt.

Wie bereits erwähnt, ist das Kanalnetz in Österreich gut ausgebaut und erschlossen. Es wird im Vergleich wenig neu gebaut und somit in Zukunft ein Großteil zu sanieren bzw. zu erneuern sein (ob privat oder öffentlich).

Für eine detailliertere Aufstellung inkl. Statistiken dient Kapitel 2.3 „Grabenlose Sanierung von Kanälen“. Doch wie lässt sich ein passendes Beispiel für einen Vergleich auswählen? Welche Verfahren werden in Zukunft, abgesehen des technologischen Fortschrittes, wichtig sein?

Um relativ viele Aspekte bzw. Rahmenbedingungen für Sanierungen abzudecken, wurden für das Fallbeispiel in Fachgesprächen mit Ziviltechniker und Fachexperten folgende Parameter vorab festgelegt:

- Rohrmaterialien:
 - ◆ Beton (BMR) DN/OD 400 mm
 - ◆ Asbestzement (AZ) DN/OD 600 mm
- Haltungslänge von ca. 1 km für ein Einheitsmaß
- Siedlungsgebiet
- „fiktive“ oder echte Siedlungserweiterung möglich
- Wechselndes Areal (wie z. B. Straße und Schotterweg, Siedlung und Freifläche)
- Wechselnde Grundwasserverhältnisse (GWV) (nicht zwingend notwendig)

Da diese Parameter in realen Projekten eher selten in exakt dieser Kombination auf 1 km Haltung vollständig vorkommen, diese jedoch für einen Vergleich und die Erstellung der Entscheidungsgrundlage als wichtig und unabdingbar erscheinen, wurde entschieden, ein fiktives Fallbeispiel mit den angegebenen Parametern in Anlehnung an die Realität zusammenzustellen.

7.1 Standortfindung

Um einen optimalen Standort für das Fallbeispiel zu finden, wurde eine Standortanalyse anhand mehrerer möglicher Standorte durchgeführt und jeder von diesen in Hinblick auf die Kompatibilität mit den Rahmenbedingungen überprüft.

Die Analyse wurde in Wien begonnen, da Wien in Österreich das älteste Kanalnetz und eine frei verfügbare Digitalisierung des Kanalnetzes (KANIS Informationssystem) besitzt. Abb. 7.1 stellt zwei mögliche Varianten für das Fallbeispiel dar. Beide befinden sich im 22. Wiener Gemeindebezirk, da ein Kriterium eine mögliche Siedlungserweiterung im Sanierungsstrang ist und sich somit innerstädtische Bereiche nicht eignen. Als nächstes wurden einige ländliche Gebiete in Oberösterreich untersucht. Die mögliche Haltung ist in Rot in den Abbildungen skizziert. Die Standorte³ (siehe Abb. 7.2)

und 4 (siehe Abb. 7.3) würden grundsätzlich für das Fallbeispiel in Frage kommen, mit Ausnahme der wechselnden Arealbedingungen und dem derzeit bebauten Siedlungsgebiet, welches von der Größe eher klein ist, was für eine private Entsorgung des Abwassers über Senkgruben spricht. Als letzter Standort wurde eine Ortschaft in der Nähe von Enns begutachtet und in Abb. 7.4 dargestellt. Diese Ortschaft hat ein größeres bebautes Gebiet, besitzt in ca. 2,5 km Luftlinie eine Kläranlage und hat wechselnde Arealbedingungen. Mit großer Wahrscheinlichkeit besitzt es auf einem Teil der Halbtung, aufgrund der Nähe zum örtlichen Bach, zeitlich variable Grundwasserverhältnisse. Die Rohrmaterialien sind bedauerlicherweise nicht im Kanalinformationssystem bzw. im digitalen oberösterreichischen Raum-Informationssystem (DORIS) verfügbar, weshalb in Tab. 7.1 für diese keine Aussagen getroffen werden können.

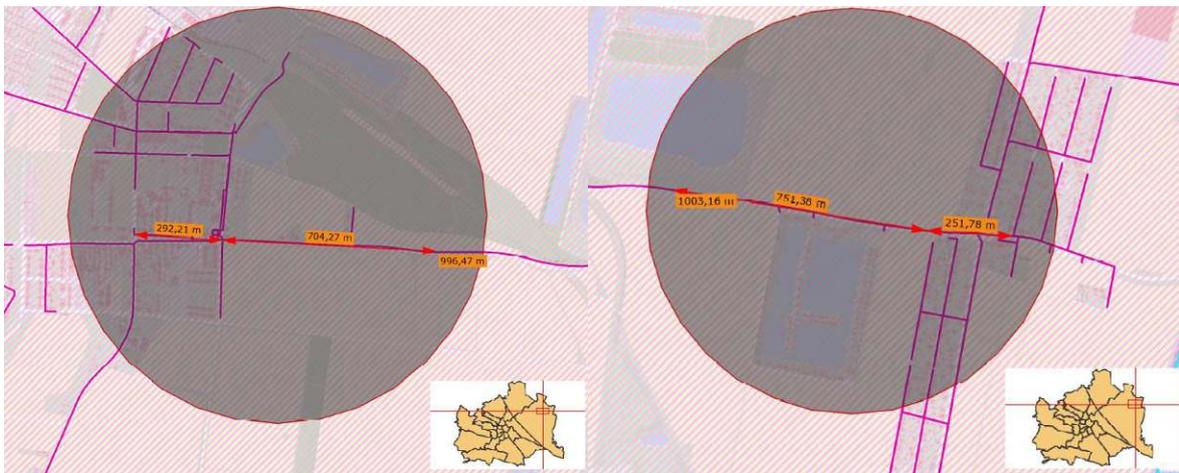


Abb. 7.1: Standort 1(links) und Standort 2 (rechts) aus dem 22. Bezirk in Wien ²⁰⁵



Abb. 7.2: Standort 3 in Untergrünburg ²⁰⁶

²⁰⁵ Aus [29] <http://www.kanis.at/index.htm>, zuletzt besucht am 02.12.2020

²⁰⁶ Aus [14] [https://www.doris.at/viewer/\(S\(auw3rchnlj3w44gu2cbnwwys\)\)/init.aspx?ks=alk&karte=dkm](https://www.doris.at/viewer/(S(auw3rchnlj3w44gu2cbnwwys))/init.aspx?ks=alk&karte=dkm), zuletzt besucht am 06.12.2020

Abb. 7.3: Standort 4 in Bruck bei Hausleiten ²⁰⁷Abb. 7.4: Standort 5 in Samesleiten ²⁰⁷

In Tab. 7.1 werden die Ergebnisse der Standortanalyse dargestellt. Die Standorte 1 - 5 wurden bezüglich der Einhaltung der in Kapitel 7 beschriebenen Rahmenbedingungen analysiert. Kriterien, die erfüllt sind, werden mit ✓ und Kriterien, die nicht erfüllt sind, mit X dargestellt. Kriterien, zu denen keine Informationen vorliegen, werden mit ? bewertet. Die Analyse ergab, dass die Standorte 1 - 4 nicht für den Zweck dieser Arbeit geeignet sind. Standort 5 hält mit großer Wahrscheinlichkeit die notwendigen Bedingungen ein, einzig zu den Bestandsmaterialien des Kanals gibt es keine Informationen. Diese können jedoch mit der Hilfe eines Fachexperten auf der Planerseite realitätsnah und im Sinne der vorliegenden Arbeit angenommen werden. Aus diesem Grund wurde der Standort 5 für die weitere Ausarbeitung des Fallbeispiels gewählt. Die derzeitigen Widmungen für die möglichen Siedlungserweiterungsgebiete wurden vernachlässigt, um ein zukünftiges Szenario und nicht den IST-Zustand darzustellen.

²⁰⁷ Aus [14] [https://www.doris.at/viewer/\(S\(auw3rchnlj3w44gu2cbnwwys\)\)/init.aspx?ks=alk&karte=dkm](https://www.doris.at/viewer/(S(auw3rchnlj3w44gu2cbnwwys))/init.aspx?ks=alk&karte=dkm), zuletzt besucht am 06.12.2020

Tab. 7.1: Ergebnistabelle die Standortanalyse

Möglicher Standort	BMR DN 400 mm	AZ DN 600 mm	Haltungslänge	Siedlungsgebiet	Mögliche Erweiterung	Wechselndes Areal	Wechselnde GWV	Gebiet
Standort 1	?	?	✓	✓	✓	X	X	22. Bezirk, Wien
Standort 2	?	?	✓	✓	✓	X	X	22. Bezirk, Wien
Standort 3	?	?	✓	✓	✓	X	✓*	Untergrünburg, OÖ
Standort 4	?	?	✓	✓	✓	X	✓*	Bruck bei Hausleiten, OÖ
Standort 5	?	?	✓	✓	✓	✓	✓*	Samesleiten, OÖ

*Wahrscheinlich erfüllt, da der Einfluss von natürlichen Grundwasserspendern (Bächen) besteht

7.2 Fallbeispiel

Beim folgenden Fallbeispiel und bei der Ausarbeitung der Sanierungsvarianten wurde die hydraulische Berechnung bzw. Beeinflussung vernachlässigt, da diese nicht nur die Grenzen dieser Arbeit sprengen würde, sondern auch nicht das Ziel dieser Arbeit ist. Weiters wären für eine ingenieurtechnische Aussage weitaus mehr Informationen zum ausgewählten Gebiet notwendig, um einen realen Einfluss der Sanierungen auf die Leistungsfähigkeit des Kanals zu bestimmen. Zudem gibt in dieser Arbeit der Autor keinesfalls eine Gewährleistung auf die Vollständigkeit der Unterlagen für die Sanierungskonzepte. Das Fallbeispiel wurde bis zum Grad der Vergleichbarkeit ausgearbeitet, für den realen Bau sind weitaus detailliertere Unterlagen, Überlegungen und Informationen notwendig.²⁰⁸

Der ausgewählte Standort liegt in Samesleiten in Oberösterreich und es ist ein ca. 1020 m langer Kanal mit 2 Strängen projektiert. Der erste Strang ist ca. 730 m lang, läuft von Westen in Richtung Osten und besteht aus Asbestzementrohren (AZ) DN 600 und Betonmuffenrohren (BMR) DN 400. Der zweite Strang ist ca. 290 m lang, verläuft von Osten in Richtung Westen und besteht aus BMR DN 400. Beide Stränge münden bei Schacht DASM0000010 in einen, unter einer Bundesstraße verlaufenden, Kanal Richtung Kläranlage. Zum Zweck der Übersichtlichkeit wird für den Kanal Richtung Kläranlage die Bezeichnung „Strang 0“, für den Kanal von Westen Richtung Osten die Bezeichnung „Strang 1“ und für den Kanal von Osten in Richtung Westen die Bezeichnung „Strang 2“ verwendet. Strang 1 besitzt jeweils 16 Schächte bzw. Haltungen und Strang 2 besitzt jeweils 7 Schächte bzw. Haltungen.

²⁰⁸ Da die Erstellung eines solchen Sanierungsprojektes umfangreiche technisch unabhängige Randbedingungen wie Verkehrsbescheide, Volksbegehren, Umweltverträglichkeit, Netzbetreiber etc. aufweist wird hiermit keine Vollständigkeit für dieses Projekt gewährleistet.

Die Benennung/Nummerierung der Schächte wird durch folgendes Schema vorgegeben:

- DAMS.....Diplomarbeit Mayr Sebastian
- XX.....zwei Nummern für die Strangnummer
- YYYYvier Nummer für die Schachtnummer

Im Anhang A sind die Pläne mit der Darstellung der Haltungen inkl. Nummerierung. In Tab. 9.1 und Tab. 9.2 des Anhang B wird eine Auflistung der zu bearbeitenden Stränge, Haltungen und Schächte dargestellt. In den weiteren Anhängen finden sich detailliertere Informationen zu zusätzlichen Beschreibungen, Berechnungen und Dokumentationen.

7.2.1 Schadensdokumentation

Um ein Sanierungskonzept erstellen zu können, wird zuerst eine Schadensdokumentation des Kanalabschnittes benötigt. Für diese wurden Schadensbilder von echten Haltungen verwendet und passenden Standorten im Fallbeispiel zugeteilt. Das Ergebnis ist planlich im Anhang A, die Schadensdokumentation der Haltungen im Anhang C und die Schadensdokumentation der Schächte im Anhang E dargestellt. Auf der nachfolgenden Tab. 7.2 und der Abb. 7.5 ist eine Übersicht der Schäden an den Haltungen dargestellt. Gut erkennbar ist, dass den größten Anteil an Schäden „Fehlerhafte Rohrverbindungen“ haben. An zweiter bzw. dritter Stelle stehen Risse im Bestandsrohrmaterial und Rohrbrüche. Den geringsten Anteil, mit jeweils ca. fünf bis zehn Prozent, machen Inkrustationen und Ablagerungen, Infiltration durch Fremdwasser, fehlerhafte Rohranschlüsse und Oberflächenschäden im Rohrrinneren aus.

Tab. 7.2: Schadenstabelle

Symbol	Schadensart	Anzahl
	Risse	8 Stk.
	Rohrbrüche	7 Stk.
	Oberflächenschäden	3 Stk.
	Schadhafte Anschlüsse	4 Stk.
	Fehlerhafte Verbindungen	23 Stk.
	Ablagerungen / Inkrustationen	5 Stk.
	Infiltration Fremdwasser	5 Stk.
	Summe	55 Stk.

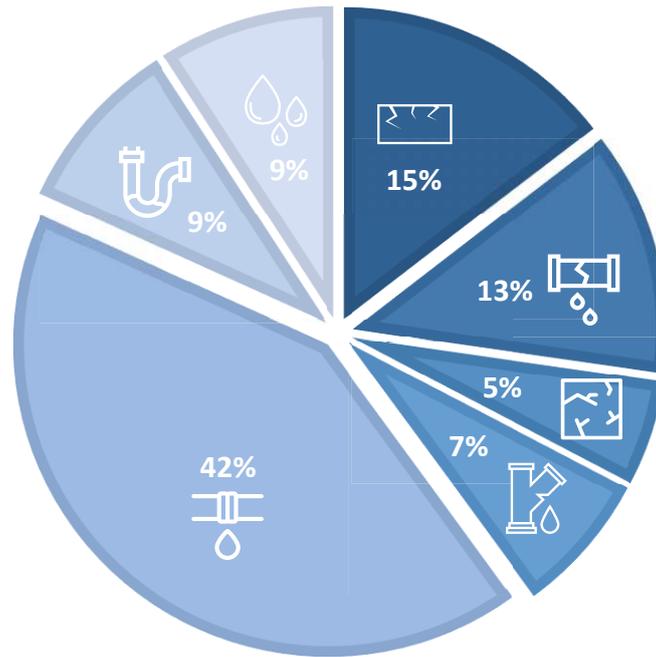


Abb. 7.5: Übersicht Schadensverteilung

7.2.2 Handlungsbedarf bzw. zu sanierende Schäden

Um einen Handlungsbedarf zu erheben bzw. um zu ermitteln, welche dieser Schäden saniert bzw. behoben werden müssen, wurde die ISYBAU 2006 Richtlinie angewendet. Die Klassifizierung der Haltungen erfolgt, wie in Kapitel 2.3.3 „Zustand des Bestandes“ beschrieben, automatisiert anhand der Richtlinie, die in Kombination der Schadenskodierungen mit den Schutzzielen „Standicherheit“, „Betriebssicherheit“ und „Dichtheit“ Objektklassen vergibt. Aufgrund der Überdeckung von mindestens 1,5 m und der darüber verlaufende Gemeindestraße ist das Kriterium für Standicherheit nicht von Bedeutung. Wegen der Tatsache, dass dies ein öffentlicher Kanal ist, kann von ständigen Wartungs- und Reinigungsintervallen ausgegangen werden. Das Kriterium der Betriebssicherheit wird deshalb vernachlässigt oder als gegeben angesehen. Bezugnehmend auf das Kriterium der „Dichtheit“ und den Schadenskodierungen aus der Schadensdokumentation können sämtliche Haltungen, an denen Schäden vorgefunden wurden, der Objektklasse 4 nach ISYBAU 2006 bzw. Zustandsklasse 4 nach ÖWAV RB 22 zugeordnet werden. Dies gibt einen groben Handlungsbedarf von 3 Monaten bis 1,5 Jahren ab Klassifizierung vor. Die Haltungen, die kein Schadensbild vorweisen, können pauschal für diese Arbeit in Objektklasse 0 eingeordnet werden. Dies bedeutet, dass derzeit kein Handlungs- bzw. Sanierungsbedarf besteht.

7.2.3 Sanierungsvarianten

Bei der Sanierung werden drei explizite Varianten untersucht. Die erste Variante befasst sich mit den ausschließlich notwendigen Reparaturarbeiten, die zweite Variante mit den Renovierungsarbeiten und die dritte Variante mit der konventionellen offenen Bauweise. Tab. 9.2 beschreibt die Kanaleckdaten mit den Materialien und zugehörigen Schächten. Die Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes der Schächte mit verschiedenen Verfahren für die in Anhang E dargestellten Schäden, sowie

die Aufstellung der dazugehörigen Kosten ist bei jeder Variante ident. Aus diesem Grund und zum Zwecke der Übersicht und der Einhaltung der Ziele dieser Arbeit wurde auf eine nähere Darstellung in weiterer Folge verzichtet. Die wesentlichen Arbeiten der unterschiedlichen Sanierungsvarianten werden anschließend kurz beschrieben, welche in Abschnitt 7.4 als Basis der Kostenermittlung dienen. Für eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen siehe Anhang D Massenermittlung bzw. Anhang G Leistungsverzeichnisse Sanierungsvarianten:

- Variante A Reparatur
 - Kanalroboterarbeiten
 - Abfräsen hereinragender Dichtung an 2 Stellen
 - Abfräsen von Anschlüssen an 2 Stellen
 - Verspachtelungsarbeiten an 4 Stellen
 - Vorbereitungsarbeiten für Kurzliner
 - Einbau von Edelstahlmanschetten gesamt 32 Stk.
 - Einbau von Kurzlinern gesamt 16 Stk.
- Variante B Renovierung
 - Kanalroboterarbeiten
 - Abfräsen hereinragender Dichtung an 2 Stellen
 - Abfräsen von Anschlüssen an 2 Stellen
 - Vor Ort härtendes Schlauchlining gesamt 732,5 m
 - Prüfleistung an 6 Probestücken
 - Wiederherstellung von 8 Stk. verschlossenen Anschlüssen
- Variante C Teilerneuerung durch konventionelle Bauweise
 - 34 Kleinbaugruben
 - 10 Stk. mit DN600 Asbestzementrohren
 - 24 Stk. mit DN400 Betonmuffenrohren

7.3 Kalkulation

In diesem Kapitel wird die Herangehensweise an die Kostenermittlung, die der Sanierungsvarianten und dem Vergleich zugrunde liegt, aufgezeigt. Zur Ermittlung der Kosten wurden zwei Methoden verwendet. Einerseits wurde eine Literaturrecherche durchgeführt und andererseits wurde auf Nachkalkulationen²⁰⁹ und die Erfahrung eines Fachexperten auf der Planerseite zurückgegriffen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Kosten in dieser Arbeit mehr als Schätzkosten zu verstehen sind, die für einen Vergleich und der Bestimmung von Rahmenbedingungen bzw. Entscheidungsgrundlagen dienen. Die hier angeführten Gesamtkosten sind nicht ident mit den realen Kosten zur Realisierung der Varianten des Fallbeispiels. Baukosten sind stark verwoben mit den politischen und rechtlichen Aspekten der jeweiligen Region und der dortigen wirtschaftlichen Lage. Als Beispiel kann hier die derzeitige Situation am Bauproduktmarkt durch Corona genannt werden.

²⁰⁹ Aufgrund von Datenschutzrechtlichen Richtlinien und der Tatsache, dass die einzelnen Projektkosten durch ein externes Büro beigestellt sind, können die Nachkalkulationen die in dieser Arbeit Anwendung finden, nicht dargestellt werden.

7.3.1 Resultate der Literaturrecherche

Als Richtkosten für die ausgearbeiteten Sanierungsvarianten wurde der Anhang 6 der baufachlichen Richtlinie für Abwasser [13] herangezogen. In dieser sind Spannweiten für die Herstellkosten aus dem Jahr 2010 angegeben. Weiters wurde vom Deutsches Bundesministerium für Inneres, Bau und Heimat eine Verfahrenstabelle mit den einzelnen Sanierungsverfahren erstellt. In dieser Tabelle sind Informationen zu Lebensdauer, Verwendungen der einzelnen Verfahren unter Rahmenbedingungen und weiteres dokumentiert. Die nachfolgenden Tabellen, Tab. 7.3, Tab. 7.4, Tab. 7.5, Tab. 7.6 und Tab. 7.7, zeigen Auszüge aus dem Anhang 6 der baufachlichen Richtlinie für Abwasser [13].

Tab. 7.3: Auszug aus der Tabelle A6.2 für das Roboterverfahren²¹⁰

Roboterverfahren	für DN400/ DN600
Stundenlohnarbeiten	76 – 188 €/h
Wurzeln fräsen	35 – 165 €/Stk.
Einragende Stützen fräsen	63 – 165 €/Stk.
Ablagerungen fräsen	120 – 188 €/h
Risse (L= 0,2m) Fräsen Und mit Epoxidharz verpressen	62 – 92 €/Stk.

Tab. 7.4: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Kurzliner²¹⁰

"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN400 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	189 – 280 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	341 – 685 €/Stk.
"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN600 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	270 – 399 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	490 – 712 €/Stk.

Tab. 7.5: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Edelstahlmanschetten²¹⁰

Edelstahlmanschetten	DN400 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	355 – 606 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	730 – 830 €/Stk.
Edelstahlmanschetten	DN600 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	465 – 880 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	950 – 1200 €/Stk.

Tab. 7.6: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Schlauchlining²¹⁰

„Vor Ort Härtendes“ Schlauchlining	
DN400	130 – 170 €/m
DN600	265 – 305 €/m

Tab. 7.7: Auszug aus der Tabelle A6.2 für die Partielle Erneuerung durch Kleinbaugruben mit befestigter Oberfläche und Rohrmaterial des Bestandes aus Beton Rohren²¹⁰

Teilerneuerung mit einer mittleren Tiefe von 3,00m	
DN400	375 – 690 €/m
DN600	480 – 850 €/m

²¹⁰ Aus [13] https://www.bfr-abwasser.de/Materialien/Musterdokumente/Sanierung/A6_sanierungsverfahren_nicht_befestigte_kanaele_leitungen_kosten.xls, zuletzt besucht am 12.06.2021

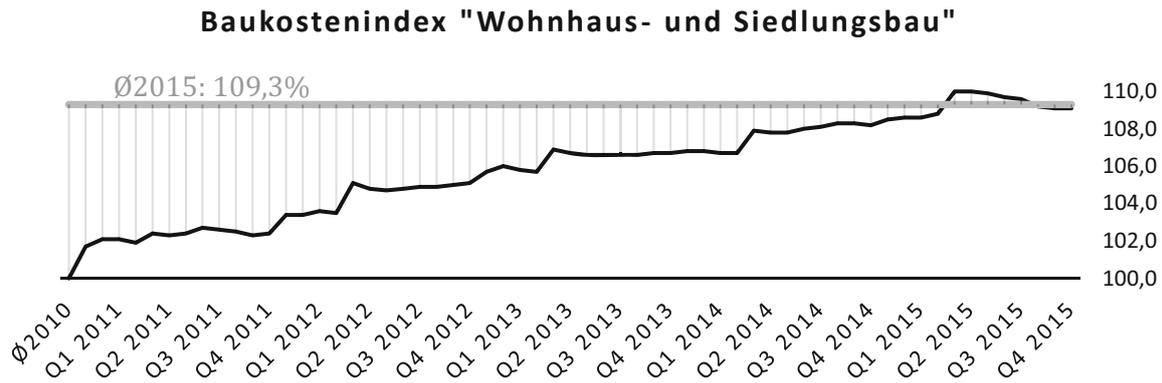
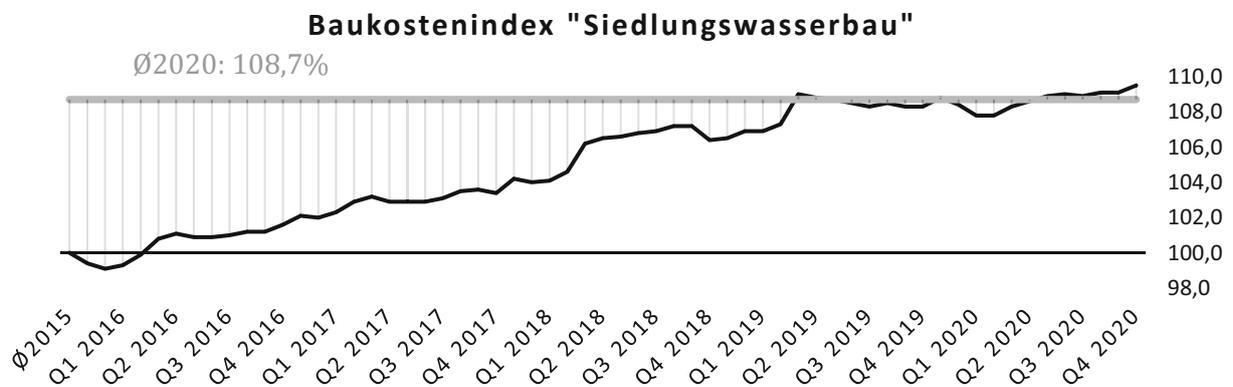
Gemäß der Tab. 9.4 im Anhang G ergibt die mittlere Tiefe, der Kleinbaugruben in Sanierungsvariante C, ungefähr 3,20 m. Dies entspricht nahezu dem Vorgabewert aus dem Anhang 6 der baufachlichen Richtlinie für Abwasser [13] von 3,00 m. Die Diskrepanz von 0,20 m wird für diese Arbeit vernachlässigt.

7.3.2 Kostenentwicklung

Aufgrund der Resultate der Literaturrecherche mit der verwendeten Kostenermittlungsgrundlage von 2010 wird entschieden die Kosten anzupassen. Die Anpassung erfolgt über öffentlich zugängliche Indexe für die Entwicklung von Baukosten der Statistik Austria. Als Startjahr für die Anpassung wird der Jahresdurchschnitt des Jahres 2010 festgelegt. Zuerst wird der Baukostenindex für den „Wohnhaus- und Siedlungsbau, Gesamtbaukosten“ [54] verwendet. Mit diesem Index erfolgt die Anpassung bis zum Jahresdurchschnitt von 2015. Im Anschluss wird der Baukostenindex für den „Siedlungswasserbau“ [54] herangezogen. Die Verwendung von unterschiedlichen Indexen ist damit zu begründen, da der zweite Index erst ab dem Jahr 2015 explizit ermittelt und öffentlich zugänglich ist. Mit diesen lassen sich die Anpassungen speziell für die in dieser Arbeit verwendeten Sanierungsleistungen anpassen.

In Abb. 7.6 wird die Kostenentwicklung des Baukostenindex für den „Wohnhaus- und Siedlungsbau, Gesamtbaukosten“ [54] dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Baukosten stetig bis zum 2. Quartal im Jahr 2015 steigen. Im Anschluss senken sie sich leicht und der Jahresdurchschnitt von 2015 kann mit dem Wert 109,3 % angegeben werden. In Abb. 7.7 wird die Kostenentwicklung des Baukostenindex für den „Siedlungswasserbau Gesamtbaukosten“ [54] dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Kosten zuerst dem Trend aus den letzten Monaten von 2015 folgen und dann stetig bis zum Ende von 2020 steigen. Der Jahresdurchschnitt von 2020 beträgt 108,7 %. Multipliziert man die 2 Faktoren miteinander und dividiert das Ergebnis durch 100, ergibt dies die Gesamtsteigerung der Kosten für die Literaturgrundlage mit 118,81 %²¹¹. Dies bedeutet, dass die Kostenspannen aus den Tabellen Tab. 7.3, Tab. 7.4, Tab. 7.5, Tab. 7.6 und Tab. 7.7 um ca. 18,91 % erhöht werden müssen, um auf das durchschnittliche Preisniveau von 2020 zu gelangen. In den Tabellen Tab. 7.8, Tab. 7.9, Tab. 7.10, Tab. 7.11 und Tab. 7.12 sind die angepassten Kostenspannen der Preisgrundlage auf das Durchschnittsniveau von 2020 dargestellt.

²¹¹ $(109,9 \times 108,7) / 100 = 118,81 \%$

Abb. 7.6: Kostenentwicklung von 2010 bis 2015 als Diagramm²¹²Abb. 7.7: Kostenentwicklung von 2015 bis 2020 als Diagramm²¹²

Tab. 7.8: Angepasste Kosten des Roboterverfahrens

Roboterverfahren	für DN400/ DN600
Stundenlohnarbeiten	91 – 224 €/h
Wurzeln fräsen	42 – 197 €/Stk.
Einragende Stützen fräsen	75 – 197 €/Stk.
Ablagerungen fräsen	143 – 224 €/h
Risse (L= 0,2m) Fräsen Und mit Epoxidharz verpressen	74 – 110 €/Stk.

Tab. 7.9: Angepasste Kosten von Kurzliner

"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN400 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	225 – 333 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	406 – 815 €/Stk.
"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN600 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	322 – 475 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	583 – 847 €/Stk.

²¹² Aus [54] Statistik Austria, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/baukostenindex/index.html, zuletzt besuch am 21.05.2021

Tab. 7.10: Angepasste Kosten für Edelstahlmanschetten

Edelstahlmanschetten	DN400 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	423 – 721 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	869 – 987 €/Stk.
Edelstahlmanschetten	DN600 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	553 – 1047 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	1130 – 1427 €/Stk.

Tab. 7.11: Angepasste Kosten für Schlauchlining

„Vor Ort Härtendes“ Schlauchlining	
DN400	155 – 203 €/m
DN600	316 – 363 €/m

Tab. 7.12: Angepasste Kosten für die Partielle Erneuerung durch Kleinbaugruben mit befestigter Oberfläche und Rohrmaterial des Bestandes aus Beton Rohren

Teilerneuerung mit einer mittleren Tiefe von 3,00m	
DN400	446 – 821 €/m
DN600	791 – 1011 €/m

7.3.3 Anpassen der Teilerneuerung auf das Rohrmaterial Asbestzement

In den Randbedingungen der Tabelle A6.2 [13] steht, dass die Kosten für Teilerneuerung bei Steinzeug und Betonrohren Gültigkeit besitzt. Ein Teil der zu sanierenden Strecke ist jedoch aus Asbestzementrohren gebaut (siehe auch Planunterlagen im Anhang A). Diese müssen in der Kostenentwicklung gesondert berücksichtigt werden. Hierfür wurde wie folgt vorgegangen:

Als erstes wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um die Querschnittsabmessungen eines Asbestzementrohres mit DN/ID von 600 mm zu ermitteln. Auf der Website von Frischhut wurde eine Tabelle gemäß DIN 19800 „Asbestzementrohre und -formstücke für Druckrohrleitungen - Rohre, Maße“ [28] gefunden. In dieser sind Wandstärken von 30 mm bei Druckstufen PN6 bis 63 mm bei Druckstufen PN16 angegeben. Eine mittlere Wandstärke von 46,5 mm wurde für die Freispiegelleitung im Fallbeispiel verwendet, da Druckstufen nur bei Druckrohrleitungen angewendet werden. Dies ergibt bei einem Innendurchmesser von 600 mm, einen Außendurchmesser des Rohres von 693 mm und in Folge eine rechnerische Querschnittsfläche von $0,0944 \text{ m}^2/\text{m}$ Rohr. Wird die Querschnittsfläche mit der mittleren Dichte von 1.500 kg/m^3 für gebundenen Asbestzement (mit 10 bis 15 % Asbest und Zement als Bindemittel; Quelle: Bayrisches Landesamt für Umwelt [5]) multipliziert, ergibt dies ein Gewicht von ca. $141,60 \text{ kg/m}$ Rohr.

Als nächstes gilt es den Aufwand für die Entsorgung von Asbest zu bestimmen. Laut den „Tarifinfos für die Entsorgung“ der Stadt Wien [53] wird ein Wert für Asbestzement mit der Schlüsselnummer SN 31412 von $264,50 \text{ €/t}$ angegeben. Zusätzlich muss noch der Abtransport in geschlossenen Mulden vom gegebenen Beispielgebiet in Samesleiten zu einer Deponie in Linz mit einer Transportstrecke von ca. 20 km berücksichtigt werden. Hierfür wurde die Preisliste Umwelttechnik 2021 der Rohrdorfer Umwelttechnik GmbH [51] herangezogen. In dieser wird ein Regiesatz von $107,10 \text{ €/h}$ für einen 3-Achsen-LKW mit Mulde veranschlagt. Berücksichtigt man nun eine mittlere Geschwindigkeit von 30 km/h , ein mittleres Fassungsvermögen von 10 m^3 und eine maximale Beladung von

ca. 12-13 t gemäß [66] bei 3-Achsen-LKWs ergeben sich gemäß Tab. 7.13 Schätzkosten je Tonne von ca. 14,88 €/t.

Tab. 7.13: Ermittlung Transportkosten Abholung Mulde

Ermittlung Kosten	
Hinfahrt	$20 \text{ km} / 30 \text{ km/h} * 60 \text{ min/h} = 40 \text{ min}$
Aufladen	Ca. 10 min
Rückfahrt	$20 \text{ km} / 30 \text{ km/h} * 60 \text{ min/h} = 40 \text{ min}$
Abladen	Ca. 10 min
Summe	100 min
Kosten	$100 \text{ min} / 60 \text{ min/h} * 107,10 \text{ €/h} = 178,5 \text{ €/Fahrt}$
Beladung	$12 \text{ t} / 10 \text{ m}^3 = 1,2 \text{ t/m}^3 < 1,5 \text{ t/m}^3$ Dichte Asbestzement; Annahme 12 t Beladung
Kosten je to	178,5 €/Fahrt / 12 t = 14,88 €/t

Der Mehraufwand zwischen Asbestzement- und Betonentsorgung wird errechnet von 264,50 €/t für Asbestzement abzüglich 28 €/t für Betonbruch laut Rohrdorfer Umwelttechnik GmbH [51]. Adiert mit dem Transport ergeben sich Mehrkosten für die Entsorgung von Asbestzementrohren von ca. 250 €/t. Multipliziert mit dem Gewicht eines DN600 Rohres von 141,60 kg/m Rohr ergibt dies einen Aufschlag für die Materialentsorgung pro Laufmeter Rohr von 35,40 €/m. Jetzt muss noch der Mehraufwand für das sorgsame Ausbauen der Rohre berücksichtigt werden. Der Grund für das sorgsame ausbauen von Asbest ist gemäß „Umweltwissen über Abfall Asbest“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt [5], um das Freisetzen der feinen und gesundheitsschädlichen Asbestfasern zu verhindern. Hier wurde wie folgt vorgegangen:

Als Resultat von Gesprächen mit Fachexperten wird festgelegt, dass der Ausbau der Asbestzementrohre ungefähr die doppelte Zeit erfordert wie der eines Betonmuffenrohres. Um die Auswirkung monetär zu bewerten, wurde, von bereits ausgeführten Projekten, Kleinbaugrubenpositionen untersucht und ein mittlerer Lohnanteil von ca. 65 % ermittelt. Wird dieser Wert mit dem mittleren Wert für Teilerneuerung von Kleinbaugruben DN600 in der Literatur von 665 €/m multipliziert ergibt sich ein Lohnanteil von ca. 432 €/m und ein Sonstiger Anteil von ca. 233 €/m. Um den Wert für die Teilerneuerung von Asbestzementrohren DN600 zu erhalten, wird der Lohnanteil für den sorgfältigeren Ausbau verdoppelt und der Anteil Sonstiges mit dem Aufschlag der Entsorgung addiert. Als Ergebnis wird pro m Teilerneuerung vor Berücksichtigung der Kostenentwicklung ein Wert von ca. 1.130 €/m errechnet. Die Teilerneuerung von Asbestzementrohren mit einem DN von 600mm ist 1,7-mal so teuer wie der Mittelwert der verwendeten Literatur zu Betonmuffenrohren. Zum Schluss wird noch die Preissteigerung von 2010 auf 2020 berücksichtigt und es ergeben sich gerundete Baukosten von ca. 1.350 €/m.

7.3.4 Festlegung der Kosten

Im folgenden Kapitel wird die Vorgehensweisen und Festlegung der Kosten für das Fallbeispiel beschrieben. In der nachfolgenden Tabelle Tab. 7.14 wird auf die zusammengetragenen Kosten der Literatur eingegangen. Diese Entsprechen mit Ausnahme der gelb und grün schattierten Zeilen den gerundeten, aufbasierten Mittelwerten des Anhang 6 der baufachlichen Richtlinie für Abwasser [13]. Die gelb schattierten Zeilen sind anhand von Nachkalkulationen von ausgeführten Projekten und in Absprache mit einem Fachexperten der Planerseite auf einen realitätsnahen Wert angepasst. Die grün hinterlegte Zeile entspricht den in Kapitel 7.3.3 ermittelten Kostenwert.

Tab. 7.14: Gewählte Kosten auf Basis der Literatur

Roboterverfahren	DN400 mm /DN600 mm
Stundenlohnarbeiten	180 €/h
Wurzeln fräsen DN400	130 €/Stk.
Wurzel fräsen DN600	150 €/Stk.
Einragende Stutzen fräsen	400 €/Stk.
Ablagerungen fräsen	180 €/h
"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN400 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	700 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	
"Vor Ort Härtende" Kurzliner	DN600 mm
Aus Gewebemanschetten; L=0,5m	800 €/Stk.
Aus Gewebemanschetten; L=1,5m	
Edelstahlmanschetten	DN400 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	700 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	
Edelstahlmanschetten	DN600 mm
Mit Elastomerdichtung; L=0,50m	800 €/Stk.
Mit Harzverklebung; L=0,50m	
„Vor Ort Härtendes“ Schlauchlining	
DN400	175 €/m
DN600	330 €/m
Teilerneuerung	
DN400	630 €/m
DN600	1.350 €/m

Folgend die Auflistung der Positionen in Kurztextformat bei denen die Tabelle Tab. 7.14 bzw. die Literaturgrundlage Anwendung findet.

- 140217B Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>200-400 mm
- 140217C Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>400-600 mm
- 140218A Abfräsen von Anschlüssen ID<=150 mm
- 140219A Abfräsen von Ablagerungen
- 141009A vorsteh.o.undichte Anschlüsse ID <=150 mm
- 141015A Löcher mit einer Fläche <=100 cm² verschließen
- 141019A Aufz.f.Abdichten v.Anschlüssen DN <=150 mm
- 141020A Aufz.f.Abdichten v.Löchern <=100 cm²

- 141303D Abschw.Auskl.Liner für ID >400-500mm, d=5 mm
- 141303E Abschw.Auskl.Liner für ID >500-600mm, d=6 mm
- 141502E Schlauchlining ID >300-400 mm
- 141502G Schlauchlining ID >500-600 mm
- 141506A Schlauchlining Einbinden Anschlussleitung ID <=150 mm
- 141202B Edelmanschette ID >200-400mm
- 141202C Edelmanschette ID >400-600mm
- 850101 Kleinbaugruben mit Bestandsrohren Betonmuffenrohr
- 850102 Kleinbaugruben mit Bestandsrohren Asbestzementrohr

Baustellengemeinkosten Sanierung

Bei den Baustellengemeinkosten stellt sich die Darstellung und Ermittlung als schwieriger heraus. Diese hängen stark von der Größe des Projektes, der eingesetzten Geräte, der Entfernung des Projektes zum Firmenstandort, der Wirtschaftslage etc. ab. Als Richtwert zur Ermittlung für den Vergleich wurde auf Nachkalkulationen von ausgeführten Projekten und die Erfahrungen von Fachexperten auf Planerseite zurückgegriffen. Die Höhe entspricht in etwa 15 - 20 % der Summe der Leistungspositionen exklusive der Gemeinkosten. In der folgenden Auflistung sind die betroffenen Positionen in Kurztextdarstellung aufgelistet. Die Aufteilung auf die Einzelposten wurde auf Basis von Nachkalkulationen und gemeinsam mit Fachexperten der Planerseite durchgeführt.

- 020101A Einrichten der Baustelle
- 020201A Zeitgebundene Kosten Bauzeit PA
- 020401A Räumen der Baustelle
- 140101A Baustelleneinrichtung unterird. Wiederherstellung
- 140103A Geräte. U. zeitgeb. Baust. reg. unterird. WH/PA
- 140106A Räumen unterirdische Wiederherstellung
- 140110A Statik unterirdische Wiederherstellung
- 140111A Sanierungsdokumentation unterirdische Wiederherstellung

Position 020901 Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen

Diese Position steht für den Aufwand der Verkehrsaufrechterhaltung auf der Gemeindestraße. Je nach Sanierungsvariante fallen jedoch unterschiedliche Kosten an. Diese Kosten verstehen sich als Schätzkosten, die auf Nachkalkulationen von ausgeführten Projekten und der Erfahrung von Fachexperten basiert. Für eine reale Kostenfindung ist eine Verkehrsverhandlung notwendig, bei welcher die zu treffenden Maßnahmen geregelt und mittels Bescheides festgelegt werden. Die Abschätzung der Kosten einer solchen Position erfordert viel Erfahrung in dem jeweiligen Tätigkeitsfeld der ausführenden Firma.

Weitere Positionen mit der Kostengrundlage anhand Nachkalkulationen und Erfahrung

Bei den folgenden Positionen im Kurztextformat wurde eine Literatur- und Internetrecherche durchgeführt, jedoch konnten für diese nur bedingt Kosten bzw. Regiesätze ermittelt werden. Um einen Barwert für eine Standardposition der LBVI festzulegen, wurde auf Nachkalkulationen und den Erfahrungen von Fachexperten der Planerseite zurückgegriffen.

- Positionen 140202 Hochdruckreinigung
- Positionen 140211 Hochdruckreinigung Räumgut
- 140213A Kalibrieren Kreisprofil
- 140215A Ein- und Ausbauen des Kanalroboters je Haltung & 141001A Roboterverfahren Einbaupauschale je Haltungslänge & 141201A Einbaupauschale Montageeinrichtung für Edelmanschetten:

Diese Positionen sind sehr volatil, denn die ausführenden Firmen berechnen die Kosten ihrer Leistung meistens über das verwendete Material und eine Abschätzung der Geräte und Personalkosten über einen Zeitanatz auf der Baustelle (z. B. 4.500 €/Tag und Partie → Dauer 3 Tage → 3 Tage x 4500 €/Tag / Menge der ausgeschriebenen Leistung)

- Positionen 140301 Absperrorgane
- 140302A Kanalwasserhaltung in Wiederherstellungsstrecken
- Positionen 141302 Abschw.Auskl.Einbaupauschale
- Positionen 141301 Mechan.Untergrundvorbeh.
- 909001A Probeentnahme und Prüfung Schlauchlining Freispiegelleitung
- 980101 Bauarbeiter Mischpreis
- 980301E Dumper bis 2,5 t Nutzlast
- 980303I Raupenbagger > 9-16 t
- 980501 Baustofflieferungen
- 980502 Fremdleistungen

7.4 Zusammenfassung der ausgearbeiteten Varianten

Die drei betrachteten Varianten Reparatur, Renovierung und Teilerneuerung sind technisch mögliche Lösungen, für die aus der angenommen Schadensdokumentation entstandenen Probleme des Fallbeispiels. Im folgenden Kapitel werden die Aspekte dieser Varianten einzeln aufgestellt und für einen späteren Vergleich aufbereitet. Die folgend als Investitionskosten bezeichnete Summe pro Jahr bezieht sich auf die Herstellkosten dividiert durch die technische Lebensdauer der Sanierungsvarianten. Die Vergleiche und Kosten in dieser Arbeit beziehen sich rein auf Herstellkosten und eine technische Betrachtung. In der Literatur finden sich zur wirtschaftlichen Beurteilung von Sanierungs- und Bauvarianten von Kanälen die Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR) [11]. In diesen sind komplexe finanzmathematische Methoden zur Aufrechnung, Bewertung und dem Vergleich von Sanierungsvarianten enthalten, die nicht mit denen in dieser Arbeit zu vergleichen sind. Die dynamischen Kostenvergleichsrechnungen verwenden andere Rahmenbedingungen, Ziele und Werkzeuge, um die Zukunft und dadurch die Maßnahmen zu bestimmen, die durchgeführt werden sollen.

7.4.1 Variante A-Reparatur

In dieser Sanierungsvariante wurde versucht, nur die unbedingt notwendigen Reparaturschritte auszuführen, um möglichst wenig Kapital zu investieren. Es werden die angetroffenen Schäden zum wesentlichen Teil mit Stahlmanschetten und Kurzliniern saniert. Bauablauftechnisch werden zuerst

die Vorarbeiten – wie Baustelleneinrichtung, Kanalwasserhaltungen, Verkehrsumleitungen, Entfernen von Inkrustationen und einragenden Elementen, HD-Reinigung, das Abfräsen von scharfen Kanten, Vorbereitung des Haftgrundes, Verpressen und Verspachteln der entsprechenden Schadstellen – durchgeführt. Anschließend beginnt man mit den Reparaturarbeiten mittels des Einbaus von Kurzlinern und Stahlmanschetten. Nach Abschluss der Reparaturarbeiten werden noch etwaig erforderliche Nacharbeiten wie z. B. Wiederherstellen von Anschlüssen, Rückbau Kanalwasserhaltung, Baustellenräumung und Rekultivierung oder dgl. ausgeführt. Die nachfolgende Auflistung zeigt eine grobe Zusammenfassung der einzelnen Leistungen. Für eine genauere Auflistung der Massen siehe Anhang D.

- Durchführung einer HD – Reinigung
 - ◆ DN400 gesamt 484,5 m
 - ◆ DN600 gesamt 250,0 m
- Kanalroboterarbeiten
 - ◆ Abfräsen hereinragende Dichtung an 2 Stellen
 - ◆ Abfräsen von Anschlüssen an 2 Stellen
 - ◆ Verspachtelungsarbeiten an 4 Stellen
 - ◆ Vorbereitungsarbeiten für Kurzliner
 - * DN400 gesamt 23,2m Kanal
 - * DN600 gesamt 3,8m Kanal
- Einbau von Edelstahlmanschetten mit ca. 0,40m Baulänge
 - ◆ DN400 gesamt 24 Stk.
 - ◆ DN600 gesamt 8 Stk.
- Einbau von Kurzlinern
 - ◆ DN400 gesamt 14 Stk.
 - ◆ DN600 gesamt 2 Stk.

In Tab. 7.15 wird die Zusammenfassung der ULG mit den dazugehörigen Kosten dargestellt. Eine detaillierte Aufstellung und die Zusammenfassung des Leistungsverzeichnisses sind im Anhang G abgebildet. Bei dieser Variante werden keine Öffnungen an der Oberfläche erzeugt, es können ausschließlich die bestehenden Schächte benutzt werden. Es sind in Summe 48 Reparaturen an 55 Schadstellen auszuführen und die Dauer dieser Reparaturarbeiten lässt sich mit ca. 9 Arbeitstagen (AT) abschätzen. Die Aufteilung der Dauer erfolgt grob nach Tab. 7.16.

Tab. 7.15: Zusammenfassung Kosten Variante A Reparatur

ULG	Bezeichnung	Kosten
ULG 010201	Einrichten der Baustelle	€ 1 000,00
ULG 010202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle	€ 1 500,00
ULG 010204	Räumen der Baustelle	€ 1 000,00
ULG 010209	Baustellensicherung	€ 500,00
ULG 011401	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl.	€ 8 750,00
ULG 011402	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen	€ 6 167,00
ULG 011403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen	€ 5 868,75
ULG 011410	Roboterverfahren (Reparatur)	€ 4 650,00
ULG 011412	Edelstahlmanschetten (Reparatur)	€ 24 500,00
ULG 011413	Abschnittsweise Auskleidung/Kurzliner (Reparatur)	€ 16 350,00
Summe netto Sanierung Variante A		€ 70 285,75

Tab. 7.16: Aufstellung Dauer Variante A Reparatur

Bezeichnung	Dauer
Vorarbeiten/Nebenarbeiten ²¹³	2 AT
Reparatur Leistung ca. 2-3 Haltungen/AT ²¹³	ca. 7 AT
Summe	9 AT

Für die Reparatur werden das Roboterverfahren, Edelstahlmanschetten und die abschnittsweise Auskleidung (Einbau eines Kurzliners) verwendet. In Abb. 7.8 ist die Aufteilung der Kosten auf die verschiedenen Arbeitsschritte und Bestandteile aufgegliedert. Diese Aufteilung folgt der Aufgliederung nach ULG und fasst die Werte in einen Prozentwert der Nettosumme der Variante. Die in der Abbildung beschriebenen Baustellengemeinkosten setzten sich aus der Summe der ULG 010201, 010202, 010204, 010209 und 011401 zusammen. Der als Nebenleistungen errechnete Anteil steht für die Summe der ULG 011402 und 011403. Die restlichen ULG 011410, 011412 und 011413 werden jeweils mit der einzelnen Verfahrensbezeichnung der ULG benannt. Den größten Anteil nehmen die Edelstahlmanschetten mit ca. 35 % ein, gefolgt von den Kurzlinern mit ca. 24 % und dem Roboterverfahren mit ca. 7 %. Auffällig sind die umfangreichen Gemeinkosten und Vorarbeiten, die gemeinsam ca. 35% der Gesamtkosten ausmachen.

²¹³ Leistung / Dauer aus der Erfahrung von Fachexperten bei vergleichbaren Projekten

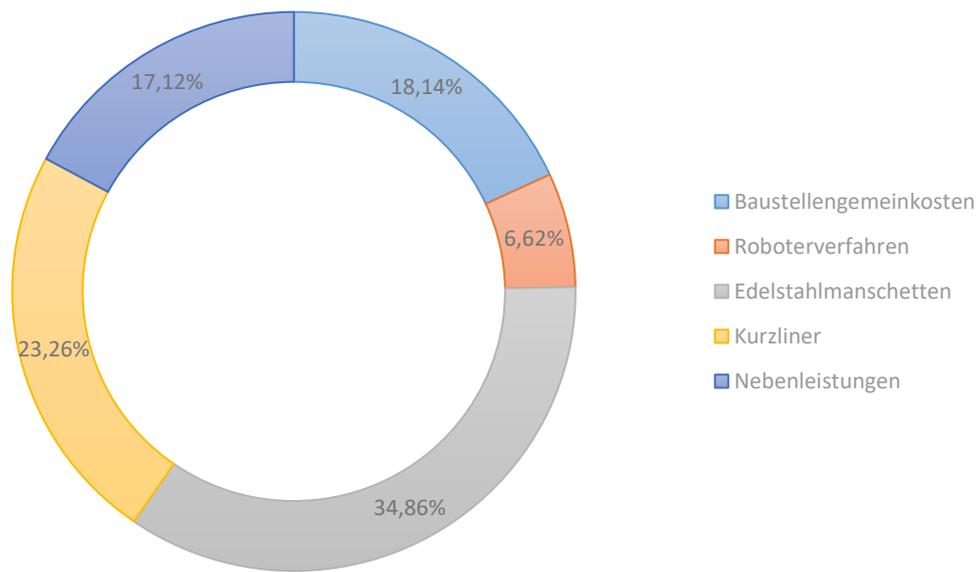


Abb. 7.8: Aufteilung der Kosten Variante A – Reparatur

Im Normalfall setzt sich eine Reparaturpartie bei diesen Arbeiten gemäß der Erfahrung von Fachexperten aus zwei Personen zusammen. Gemäß der baufachlichen Richtlinie für Abwasser in Deutschland [12] können für die oben angeführten Reparaturvarianten folgende technische Lebensdauern abgeschätzt werden:

Tab. 7.17: Aufstellung technische Lebensdauer Variante A²¹⁴

Verfahren	Technische Lebensdauer
Reparatur mittels Roboterverfahren	Keine Angabe
Reparatur mittels Edelstahlmanschetten	10 – 25 Jahre
Reparatur mittels Kurzlinern	10 – 15 Jahre
Gewählte Lebensdauer	15 Jahre

Die fehlende Angabe der Lebensdauer einer Reparatur mittels Kanalroboter lässt sich darauf zurückführen, dass hier nur punktuell mit Verspachtelungs- bzw. Verpressmaterial gearbeitet wird und die Lebensdauer mehr vom Zustand der Haltung als von jenem der ordentlichen Reparatur abhängt. Aus der Dauer und der Summe der Reparaturarbeiten ohne Neben- und Baustellengemeinkosten lässt sich ein ungefährender Partiersatz inkl. Material gemäß Anhang F von ca. 6.500 €/AT errechnen (Summe aus den ULG 011410, ULG 011412 und ULG 011413 dividiert durch die 7 AT). Zuletzt kann noch ein Investitionsvolumen für den Bau bezogen auf die technische Lebensdauer von ca. 4.700 €/Jahr angegeben werden (für eine detailliertere Berechnung siehe Anhang F).

²¹⁴ Aus [61] https://www.bfr-abwasser.de/Materialien/Musterdokumente/Sanierung/A6_sanierungsverfahren_leitungen.xls, zuletzt besucht am 12.06.2021

7.4.2 Variante B-Renovierung

In dieser Sanierungsvariante wird eine komplette Renovierung mittels vor Ort härtendem Schlauchlining aus Nadelfilz- oder GFK Liner der betroffenen, beschädigten Haltungen durchgeführt. Gleich wie bei der Variante A Reparatur werden zuerst Vorarbeiten - wie Baustelleneinrichtung, Kanalwasserhaltungen, Verkehrsumleitung, HD-Reinigung, Abfräsen von scharfen Kanten und dgl. durchgeführt. Anschließend folgt eine Renovierung mittels vor Ort härtendem Schlauchlining, während der Ausführung werden zur Qualitätskontrolle mehrere Probestücke entnommen. Als Abschluss werden noch etwaig erforderliche Nacharbeiten wie beispielsweise die Wiederherstellung von Anschlüssen und andere durchgeführt. Nachfolgend eine grobe Zusammenfassung der durchzuführenden Leistungen der Renovierungsvariante. Eine detaillierte Massenermittlung findet sich in Anhang D.

- Durchführung einer HD – Reinigung
 - ◆ DN400 gesamt 484,5 m
 - ◆ DN600 gesamt 250,0 m
- Kanalroboterarbeiten
 - ◆ Abfräsen hereinragende Dichtung an 2 Stellen
 - ◆ Abfräsen von Anschlüssen an 2 Stellen
- Einbau eines Vor Ort härtenden Schlauchliners
 - ◆ DN400 gesamt 432,5 m
 - ◆ DN600 gesamt 200 m
- Probestücke während der Ausführung
 - ◆ Gesamt 6 Stk. aufgeteilt auf Projektgebiet und Durchmesser
- Wiederherstellung von verschlossenen Anschlüssen
 - ◆ DN400 gesamt 5 Stk.
 - ◆ DN600 gesamt 3 Stk.

In Tab. 7.18 werden die Kosten für diese Variante aufgestellt, eine detailliertere Auflistung findet sich im Anhang G wieder. Wie bei der Variante A sind auch hier keine Öffnungen im Bestand notwendig. Es werden die vorhandenen Schächte genutzt, um die Sanierung durchzuführen. Es sind 17 Haltungen zu sanieren und die Dauer lässt sich ca. mit 10 AT abschätzen. Gemäß der Verfahrensbeschreibung für Schlauchlining der ÖGL [45, S. 13] sind Einzelabschnittslängen von bis zu 250 m/AT möglich. Dies ist jedoch für dieses Beispiel zu hoch angesetzt, da hier an verschiedenen Stellen verschiedene Durchmesser ausgeführt werden. Gemäß den Erfahrungen eines Zivilingenieurbüros lassen sich ca. 100-150 m/AT (ca. 2-3 Haltungen) an Projekten ähnlicher Größe und Schwierigkeit herstellen. Eine grobe Aufteilung der Dauer ist in Tab. 7.16 dargestellt:

Tab. 7.18: Zusammenfassung Kosten Variante B

ULG	Bezeichnung	Kosten
ULG 020201	Einrichten der Baustelle	€ 1 000,00
ULG 020202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle	€ 1 500,00
ULG 020204	Räumen der Baustelle	€ 1 000,00
ULG 020209	Baustellensicherung	€ 500,00
ULG 021401	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl.	€ 23 500,00
ULG 021402	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen	€ 6 967,00
ULG 021403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen	€ 5 868,75
ULG 021415	Schlauchlining (Renovierung / Erneuerung)	€ 144 887,50
ULG 029090	Verfahrensspez. Prüfmaßnahmen Unterird. Wiederherstellung	€ 9 000,00
Summe netto Sanierung Variante B		€ 194 223,25

Tab. 7.19: Aufstellung Dauer Variante B

Bezeichnung	Dauer
Vorarbeiten/Nebendarbeiten ²¹⁵	2 AT
Renovierung Leistung 2-3 Haltungen/AT/ Durchmesser ²¹⁵	ca. 8 AT
Summe	10 AT

In Abb. 7.9 ist die Aufteilung der Kosten dargestellt. Diese Aufteilung folgt der Aufgliederung nach ULG und fasst die Werte in einen Prozentwert der Nettosumme der Variante zusammen. Die in der Abbildung beschriebenen Baustellengemeinkosten setzten sich aus der Summe der ULG 020201, 020202, 020204, 020209 und 021401 zusammen. Der als Nebenleistungen errechnete Anteil steht für die Summe der ULG 021402 und 021403. Die restlichen ULG 021415 und 029090 werden jeweils mit der einzelnen Bezeichnung der ULG benannt. Den größten Anteil bei dieser Variante macht das Schlauchlining selbst mit ca. 75 % aus. Gefolgt von den Baustellengemeinkosten, die in etwa 15 % des Gesamtvolumens betragen. Einzigartig für dieses Verfahren sind die Prüfkosten des einzubauenden Materials, welche ca. 5 % der Gesamtsumme betragen. Eine detailliertere Darstellung findet sich im Anhang F wieder.

²¹⁵ Leistung / Dauer aus der Erfahrung von Fachexperten bei vergleichbaren Projekten

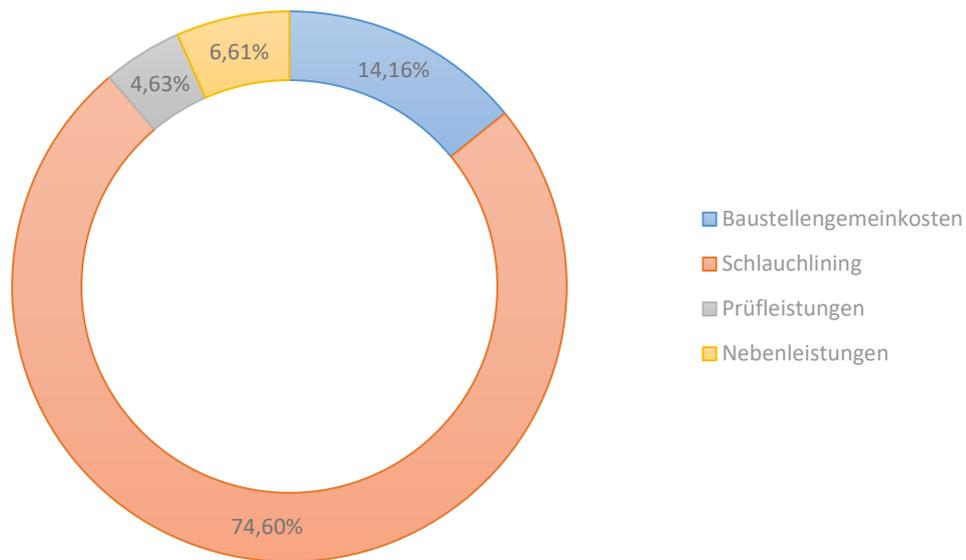


Abb. 7.9: Aufteilung der Kosten Variante B – Renovierung

In der Regel setzt sich eine Renovierungspartie bei Arbeiten dieses Umfangs und Größe für die gewählte Bauzeit gemäß der Erfahrung von Fachexperten aus zwei Personen zusammen. Gemäß der baufachlichen Richtlinie für Abwasser in Deutschland [12] kann für die oben angeführte Renovierungsvariante folgende technische Lebensdauer abgeschätzt werden:

Tab. 7.20: Aufstellung technischer Lebensdauer Variante B²¹⁶

Verfahren	Technische Lebensdauer
Vor Ort härtendes Schlauchlining	50 Jahre
Gewählter Wert	50 Jahre

Aus der Dauer und der Summe der Reparaturarbeiten lässt sich ein ungefährender Partiersatz inkl. Material gemäß Anhang F von ca. 18.200 €/AT errechnen. Zuletzt kann noch ein Investitionsvolumen für den Bau bezogen auf die technische Lebensdauer von ca. 3.900 €/Jahr angegeben werden (für eine detailliertere Berechnung siehe Anhang F).

7.4.3 Variante C-Teilerneuerung durch Kleinbaugruben

Bei der Variante C werden die schadhaften Elemente und Verbindungen mittels der konventionellen Bauweise bzw. Kleinbaugruben erneuert. Hierfür wird die Oberfläche bis auf die erforderliche Tiefe geöffnet, das beschädigte Rohr ausgebaut und durch ein Neues ersetzt. Abschließend wird die geöffnete Baugrube verfüllt und der Oberflächenbelag wiederhergestellt. Bauablauftechnisch werden zuerst Vorarbeiten wie – Baustelleneinrichtung, Verkehrsumleitung und Kanalwasserhaltung

²¹⁶ Aus [61] https://www.bfr-abwasser.de/Materialien/Musterdokumente/Sanierung/A6_sanierungsverfahren_leitungen.xls, zuletzt besucht am 12.06.2021

durchgeführt. Weiters muss in bebauten Gebieten und unter Straßenquerschnitten mit Leitungstrassen anderer Leitungsträgern gerechnet werden. Es gilt diese vor den Grabungen zu erheben und etwaig beeinflusste Leitungen zu sichern oder umzulegen. Grabungen in Leitungsnähe haben generell hohen Einfluss auf die umliegende Infrastruktur. Anschließend werden an den beschädigten Rohrelemente und -verbindungen mittels 34 Kleinbaugruben ein Austausch der betroffenen Rohrtteile bzw. Ausbesserung von fehlerhaften Kanalanschlüssen durchgeführt. Abschließend werden noch etwaig erforderlichen Nacharbeiten wie z. B. Wiederherstellung der Oberflächenversiegelung und dgl. durchgeführt. Die Mindestbreite dieser Baugruben ergibt sich aus der mittleren Tiefe und der in Anlehnung an das Kapitel 3.2 und in Anhang H dargestellten und ermittelten Werte. Jedoch wurde in Gesprächen mit Fachexperten aus der Planung und der ausführenden Seite eine größere Grabenbreite gewählt. Dies begründet sich durch die Tatsachen, dass einerseits in der Realität die Mindestbreiten nicht exakt eingehalten werden können, andererseits zur Ausführung bei den angeführten Tiefen und vor allem auch bei den Asbestzementrohren zur sorgfältigen Entsorgung eine größere Breite erforderlich wird. Eine genaue Massenermittlung mit Länge, Breite und Tiefe der einzelnen Kleinbaugruben sind im Anhang D.

In der folgenden Tabelle Tab. 7.21 sind die Kosten für die Sanierung dargestellt. Eine detailliertere Aufstellung findet sich im Anhang G wieder. Für diese Variante sind Öffnungen in der Oberfläche erforderlich. In Tab. 9.4 ist tabellarisch die Auflistung der einzelnen Baugruben je Kleinbaugrube, sowie die Summen und Mittelwerte ersichtlich. Die Nummerierung folgt dem in Anhang G beigelegten Leistungsverzeichnis und beginnt bei Kleinbaugrube Nr. 1 mit Positionsnummer 03 85 01 01 A und endet mit Kleinbaugrube Nr. 34 mit Positionsnummer 03 85 01 02 J. Verteilt auf 34 Kleinbaugruben werden gesamt ca. 297 m mit einer Breite von ca. 2 m geöffnet. Die errechnete Öffnungsfläche beträgt 598 m² und ist auf dem gesamten Projektgebiet aufgeteilt. Bei dieser Ausführung gemäß den Plänen im Anhang A kann der Erfahrung von Fachexperten nach im Schnitt ca. 1 Kleinbaugrube pro Tag mit 7 m Länge ausgeführt werden. In Tab. 7.22 findet sich eine grobe Aufstellung der Dauer für diese Sanierungsvariante.

Tab. 7.21: Zusammenfassung Kosten Variante C

ULG	Bezeichnung	Kosten
UG 030201	Einrichten der Baustelle	€ 3 000,00
UG 030202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle	€ 1 500,00
UG 030204	Räumen der Baustelle	€ 1 500,00
UG 030209	Baustellensicherung	€ 2 500,00
UG 031403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen	€ 6 228,75
UG 038501	Kleinbaugruben zur Erneuerung der Leitung	€ 252 900,00
UG 039801	Regie Arbeiter	€ 3 000,00
UG 039803	Regie Geräte nach h inkl. Bedienung	€ 3 725,00
UG 039805	Regie Baustofflieferungen, Fremdleistungen	€ 2 300,00
Summe netto Sanierung Variante C		€ 276 653,75

Tab. 7.22: Aufstellung Dauer Variante C

Bezeichnung	Dauer
Vorarbeiten/Umstellungen/Nebenarbeiten ²¹⁷	ca. 4 AT
Teilerneuerung durch Kleinbaugruben (ca. 1 Kleinbaugrube/AT) ²¹⁷	ca. 34 AT
Nacharbeiten/Wiederherstellen der Oberfläche ²¹⁷	ca. 2 AT
Summe	40 AT

Abb. 7.10 zeigt die Aufteilung der Kosten für die Sanierung mittels Kleinbaugruben. Diese Aufteilung folgt der Aufgliederung nach ULG und fasst die Werte in einen Prozentwert der Nettosumme der Variante zusammen. Die in der Abbildung beschriebenen Baustellengemeinkosten setzten sich aus der Summe der ULG 030201, 030202, 030204 und 030209 zusammen. Der als Nebenleistungen errechnete Anteil steht für die Summe der ULG 031403. Der als Regie bezeichnete Anteil ist die Summe aus den ULG 039803 und 039805. Die ULG der Kleinbaugruben ist die Summe der Kleinbaugruben mit Asbestzementrohren DN600 und den Betonmuffenrohren DN400. Bei dieser Variante betragen die Gemeinkosten in etwa 5 % der Gesamtsumme. Es wurden bei dieser Variante Regieleistungen mit einer Höhe von ca. 3 % eingefügt. Dies begründet sich aus der Tatsache, dass bei Grabungen im Straßenkörper und bei Sanierungen von alten Kanälen die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, dass einzelne Leistungen anfallen, die im Vertrag und den technischen Unterlagen noch nicht berücksichtigt wurden. Aufgrund der Methodik der Kostenermittlung mit €/m Kleinbaugrube kann eine genauere Aufteilung auf verschiedene ULG's der LBVI nicht erstellt werden.

²¹⁷ Leistung / Dauer aus der Erfahrung von Fachexperten bei vergleichbaren Projekten

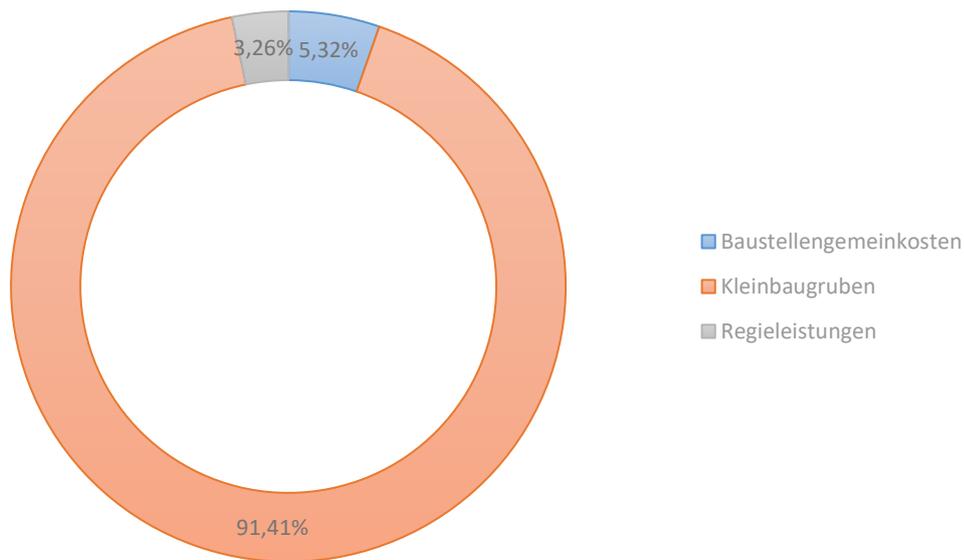


Abb. 7.10: Aufteilung der Kosten Variante C – Teilerneuerung durch Kleinbaugruben

Üblicherweise setzt sich eine Partie für Kleinbaugruben dieser Größe aus ca. vier Arbeitern zusammen. Gemäß der Baufachlichen Richtlinie für Abwasser in Deutschland [12] kann für die oben angeführte Teilerneuerungsvariante folgende technische Lebensdauer abgeschätzt werden:

Tab. 7.23: Aufstellung technische Lebensdauer Variante C²¹⁸

Verfahren	Technische Lebensdauer
Teilerneuerung durch Kleinbaugruben	60-80 Jahre
Gewählter Wert	70 Jahre

Aufgrund der Dauer und der Kosten der Sanierung durch Kleinbaugruben lässt sich ein Personal, Geräte- und Materialeinsatz pro Arbeitstag von ca. 7.500 €/AT errechnen. Bezogen auf eine einzelne Person beträgt dies in etwa 1.900 €/AT. Für eine detaillierte Berechnung siehe Anhang F. Zuletzt kann noch ein Investitionsvolumen für den Bau bezogen auf die technische Lebensdauer von ca. 4.000 €/Jahr angegeben werden (für eine detailliertere Berechnung siehe Anhang F).

²¹⁸ Aus [61] https://www.bfr-abwasser.de/Materialien/Musterdokumente/Sanierung/A6_sanierungsverfahren_leitungen.xls, zuletzt besucht am 12.06.2021

8 Auswertung des Fallbeispiels

In diesem Kapitel erfolgt die Auswertung der in Kapitel 7 ausgearbeiteten Sanierungsvarianten. Es wird auf die Forschungsfragen eingegangen, das Ergebnis des Vergleiches dargestellt, die Grenzen unter den Annahmen aufgezeigt und ein Ausblick auf die für die Zukunft noch möglichen Forschungsarbeiten gegeben. Die angeführten Werte in diesem Kapitel wurden teilweise, wie bereits beschrieben, aufgerundet. Der Grund dafür ist, dass Kosten für solche Projekte sehr volatil sind und eine Angabe von genauen Werten dadurch zu einem Trugschluss führen könnte. Die in dieser Arbeit angegebenen Summen dienen als Schätzkosten- und Richtwerte.

8.1 Festlegung vergleichender Parameter

Um einen objektiven Vergleich für die Varianten durchführen zu können, müssen zuerst Parameter für den Vergleich festgelegt werden. Dieses Kapitel setzt sich mit dem Festlegen dieser Parameter für die Sanierungsvarianten auseinander, nicht jedoch mit allen Einzelheiten der Verfahren selbst, wie z. B. eine Anwendbarkeit bei unterschiedlichen Schadensarten. Eine ausführlichere Auflistung der Rahmenbedingungen der einzelnen Verfahren findet sich in den vorhergehenden Kapiteln. Weiters gilt, dass immer ein Fachingenieur notwendig ist, um die einzelnen Varianten in der Praxis auszuarbeiten und zu vergleichen. Die hier angegebenen Parameter sind für das ausgearbeitete Fallbeispiel von Bedeutung und müssen für den Einsatz in der Praxis für jedes Projekt geprüft werden. In dieser Arbeit dienen sie als Richtwert und zur Vergleichbarkeit der einzelnen Varianten. Folgende Eckdaten sind aus der Sicht des Autors bei diesen Bauvorhaben wichtig:

- Monetärer Aufwand des Bauvorhabens
- Dauer des Bauvorhabens
- Eingriff und Schädigung bzw. Belastung der Umwelt
- Zu erwartende technische Lebensdauer bei normaler Nutzung

Weiters wurden in Kapitel 6 „Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren“ weitaus mehr Rahmenbedingungen aus der Literatur aufgezählt und definiert. Für Teile dieser, sowie für die teilweise zur Standortfindung definierten Rahmenbedingungen des Fallbeispiels können keine definitiven Aussagen getroffen werden. Als Beispiel kann die „Verformung“ genannt werden. Diese hat in diesem Fall nur bedingt Einfluss auf die Sanierungsverfahren, da die Sanierung mittels Schlauchliner und Kurzliner dies bis zu einem gewissen Maß berücksichtigen könnte und bei der Teilerneuerung keinen Einfluss auf die Sanierung selbst besitzt. Das Kriterium der Verformung kann einen statischen oder einen ausführungstechnischen Mangel als Ursache haben. Bei diesem Kriterium gilt es mehr die Beeinträchtigung sowie die Sicherheit des Kanals und den Ursprung der Verformung zu prüfen und die Sanierung, falls gewünscht diesbezüglich anzupassen. Zur Verwendung als Kriterium für diesen Vergleich wird jedoch aus der Sicht des Autors abgeraten, da jede Verformung einzeln von einem Fachingenieur zu beurteilen ist und sich nicht als „generelles“ Kriterium eignet.

Ein weiteres Beispiel ist die Rahmenbedingung des wechselnden Areals aus dem Kapitel 7.1 „Standortfindung“. Diese Rahmenbedingung hat auf die Sanierung der Varianten A und B selbst keinen Einfluss, wäre jedoch bei der Teilerneuerung zu berücksichtigen. Da die Kosten auf Richtwerten und Indexanpassungen basieren, kann eine Auswirkung auf dieses Beispiel kalkulatorisch nicht eindeutig errechnet werden, da auch die unbefestigten Oberflächen Aufbauten aufweisen, die es wiederherzustellen gilt. Generell kann die Aussage getroffen werden, dass Schotterstraßen einen geringeren Aufwand zur Wiederherstellung benötigen als Asphaltstraßen. Jedoch ist die Höhe im gesamten Vergleich nur ein geringer Anteil und kann in diesem Vergleich vernachlässigt werden. Folgende Kriterien aus dem Kapitel 6 „Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren“ können in anderen Projekten Verwendung finden, wurden jedoch für diese Arbeit beim Vergleich vernachlässigt:

- Mögliche Profilarten
- Schadensart gemäß EN 13508-2:2011-08-15: Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:
 - ◆ Verformung
 - ◆ Oberflächenschaden durch mechanische Beschädigung
 - ◆ Schadhafte Innenauskleidung
- Weitere Anforderungen an die Sanierung bzw. Verfahren:
 - ◆ Wiederherstellung bzw. Erhöhung der statischen Tragfähigkeit
 - ◆ Verbesserung der Bettungssituation
- Randbedingungen für Sanierungsmaßnahmen:
 - ◆ Statische Tragfähigkeit des Bestandes
 - ◆ Grundwasserabsenkung erforderlich
 - ◆ Einstiegsschacht einseitig ausreichend
 - ◆ Baugrube notwendig
 - ◆ Maximaler Arbeitsabschnitt
 - ◆ Eignung für die Wiederanbindung von Zuläufen
 - ◆ Einfluss auf die Hydraulik (Querschnittsreduzierung)
 - ◆ Verträglichkeit für Bäume/Boden/Gewässer
 - ◆ Erzeugt Erschütterungen
 - ◆ Wasserrechtliche Genehmigung
- Besondere Anforderungen an die Sanierungsplanung:
 - ◆ Profilkalibrierung
 - ◆ Statische Dimensionierung
- Vorbereitende Maßnahmen für die Sanierung:
 - ◆ Reinigen erforderlich
 - ◆ Beseitigung von Hindernissen, Wurzeln und Ablagerungen
 - ◆ Verfüllung von Hohlräumen
 - ◆ Erstellung einer Baugrube
 - ◆ Abschließende Prüfung

- Weitere Rahmenbedingungen aus den Gesprächen mit Fachexperten
 - ◆ Entwässerungsverfahren
 - ◆ Gefällekorrekturen möglich
 - ◆ Arbeitsrechtliche Vorschriften
 - ◆ Zugänglichkeit zum Sanierungsobjekt
 - ◆ Profilverengung
 - ◆ Schäden an Nebenanlagen bzw. Seitenanschlüssen sanierbar
 - ◆ Verfahrensspezifisch erforderliche Oberflächenöffnungen (in Größe und Dauer)

Folgende Kriterien wurden bei der Ausarbeitung der Sanierungskonzepte anhand der Schadensdokumentation berücksichtigt und haben einen monetären, bauzeitlichen Aufwand oder anderen Einfluss, der durch die ausgewählten und unten angeführten zu vergleichenden Parameter bereits berücksichtigt wird:

- Nennweite bzw. Mindestabmessungen
- Mögliche Werkstoffe des Bestandes
- Schadensart gemäß EN 13508-2:2011-08-15: Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:
 - ◆ Rissbildung in Längsrichtung
 - ◆ Rissbildung am Rohrumfang
 - ◆ Rohrbruch
 - ◆ Einsturz
 - ◆ Oberflächenschaden durch Korrosion
 - ◆ Einragender bzw. schadhafter Anschluss
 - ◆ Einragendes Dichtungsmaterial
 - ◆ Verschobene Verbindung
 - ◆ In- oder Exfiltration (sichtbare Undichtigkeit)
- Weitere Anforderungen an die Sanierung bzw. Verfahren:
 - ◆ Mittlere zu erwartende Nutzungsdauer
- Rahmenbedingungen für Sanierungsmaßnahme:
 - ◆ Platzbedarf an der Baustelle
- Vorbereitende Maßnahmen für die Sanierung:
 - ◆ Verfüllung von Hohlräumen
 - ◆ Beseitigung anhaftender Stoffe
 - ◆ Vorflutsicherung
- Weitere Rahmenbedingungen aus den Gesprächen mit Fachexperten
 - ◆ Bauzeitliche Rahmenbedingungen
 - ◆ Entsorgung von Austragmaterial notwendig
 - ◆ Saniert umliegende Schäden mit (wird in der Entscheidungsmatrix explizit angeführt)

In der folgenden Auflistung sind nun die erforderlichen Parameter aufgelistet, anhand deren ein Vergleich der Varianten ausgearbeitet werden kann. Einige Punkte in dieser Arbeit stammen aus den Forschungsfragen im Kapitel 1.2.

- Voraussichtliche Baukosten
- Voraussichtliche Baudauer
- Eingriff in die Umwelt (Störung der Umwelt durch Verkehrsumleitungen, Öffnung an der Oberfläche, Kanalwasserhaltung, Entsorgung von gefährlichem Abfall etc.)
- Technische Lebensdauer
- Investitionskosten je Jahr (bezogen auf die Lebensdauer)
- Kosten bezogen auf die angenommene Öffnungslänge des Kanals

8.2 Vergleich der Verfahren beim Fallbeispiel

Im folgenden Kapitel werden die ausgearbeiteten Varianten verglichen. Es wird versucht, einen objektiven Vergleich anhand der vordefinierten Parameter aufzustellen. In Tab. 8.1 ist der Vergleich der Baukosten dargestellt und es ist zu erkennen, dass die unmittelbaren Investitionskosten (Baukosten) bei der Variante A am niedrigsten sind. Variante B kostet um ca. 176 % und Variante C um ca. 294 % mehr als Variante A.

Tab. 8.1: Vergleich Baukosten

Bezeichnung	Kosten	Differenz
Variante A-Reparatur	€ 70.285,75	
Variante B-Renovierung	€ 194.223,25	+ 176,33%
Variante C-Teilerneuerung	€ 276.653,75	+ 293,61%

Bei der Bauzeit ist die Differenz zwischen der Variante A und B nur marginal. Wie in Tab. 8.2 ersichtlich beträgt die Differenz ca. 11 % beziehungsweise absolut lediglich einen Tag. Zwischen Variante C und Variante A bzw. B ist ein erheblicher Unterschied. Die ersten beiden Varianten dauern in etwa zwei Wochen, die 3. Variante braucht aber annähernd zwei Monate. Dies stellt eine erhebliche Mehrstörung der Umwelt durch Baulärm, Verkehrsumleitungen, Kanalwasserhaltungen, etc. und einen beträchtlichen Mehraufwand im Einsatz des Personals und der Geräte dar.

Tab. 8.2: Vergleich Bauzeit

Bezeichnung	Dauer	Differenz
Variante A-Reparatur	9 AT	
Variante B-Renovierung	10 AT	+11,11%
Variante C-Teilerneuerung	40 AT	+ 344,44%

Die Störung der Umwelt durch die Verkehrsumleitung kann nicht ausführlich verglichen werden, da die Maßnahmen im Baufall an Bescheide von Gemeinden geknüpft sind. In urbanen Gebieten kann die Verkehrsumleitung eine sehr wichtige Rolle spielen. Jedoch können grobe Aussagen anhand der

Bauzeit bzw. aufgrund der eingesetzten Geräte und Materialdisposition getroffen werden. Die Variante C hat wie oben beschrieben die längste Bauzeit, somit ist auch die Störung durch die Verkehrsumleitung am umfangreichsten. Weiters gilt, dass bei den Varianten A bzw. B der geringste Personaleinsatz mit 2 Personen vorliegt und auch die eingesetzten Geräte im Normalfall weniger Platz benötigen. Bei der Variante A bzw. B können sämtliche Arbeiten mit einem LKW durchgeführt werden, wogegen bei Variante C Bagger, Lagerflächen, Container, Mulden, Grabensicherungselemente etc. auf der Baustelle vorhanden sein müssen. Durch die kürzere Bauzeit von Variante A ist die Reihenfolge von der geringsten bis zur größten Störung wie folgt:

- 1) Variante A
- 2) Variante B
- 3) Variante C

Auch bei der Beeinflussung der Umwelt, in der Form der erforderlichen Öffnungen an der Oberfläche, schneidet die Variante C am schlechtesten ab. Zudem ist bei dieser Variante noch die Entsorgung des gefährlichen Abfalls von Asbestzementrohren zu berücksichtigen. In der Tab. 8.3 werden die erforderlichen Öffnungsflächen dargestellt.

Tab. 8.3: Vergleich Öffnungsfläche

Bezeichnung	Öffnungsfläche
Variante A-Reparatur	0 m ²
Variante B-Renovierung	0 m ²
Variante C-Teilerneuerung	598 m ²

Bei der technischen Lebensdauer kehrt sich die Reihenfolge um. Hier ist die Variante C mit der Teilerneuerung am besten, gefolgt von der Variante B und zum Schluss Variante A. Dies entspricht den Erwartungen, da bei der Teilerneuerung ein komplett neues Rohr verbaut wird. In der folgenden Tab. 8.4 wird der Vergleich der Lebensdauer dargestellt.

Tab. 8.4: Vergleich technische Lebensdauer

Bezeichnung	Lebensdauer	Differenz
Variante A-Reparatur	15 Jahre	
Variante B-Renovierung	50 Jahre	+ 233,33%
Variante C-Teilerneuerung	70 Jahre	+ 366,67%

Zum Abschluss werden die Investitionskosten pro Jahr bezogen auf die Lebensdauer und die Kosten bezogen auf die theoretische Öffnungslänge verglichen. Bei der Variante C werden 297 m Kanal geöffnet, dies entspricht ca. 29 % der gesamten 1.014,5 m Kanal des Beispielgebietes. In der Tab. 8.5 erkennt man, dass bezogen auf die technische Lebensdauer die Variante B am günstigsten ist, gefolgt von der Variante C und zum Schluss kommt die Variante A mit der Reparatur.

Tab. 8.5: Vergleich Investitionskosten auf die technische Lebensdauer

Bezeichnung	Kosten auf Lebensdauer	Differenz
Variante A-Reparatur	ca. 4.700 €/Jahr	+ 20,51%
Variante B-Renovierung	ca. 3.900 €/Jahr	
Variante C-Teilerneuerung	ca. 4.000 €/Jahr	+ 2,56%

Werden die Investitionskosten auf die theoretische Öffnungslänge von 297 m bezogen ergibt sich ein ähnliches Ergebnis wie bei den Baukosten. Der Vorteil in dieser Variante besteht in der Verwendbarkeit bei zukünftigen Abschätzungen oder zum groben Vergleichen von Varianten. In der Tab. 8.6 werden die Einheitskosten (bezogen auf 1 m Öffnungslänge) dargestellt.

Tab. 8.6: Vergleich Investitionskosten bezogen auf die Öffnungslänge

Bezeichnung	Kosten auf Öffnungslänge	Differenz
Variante A-Reparatur	ca. 240 €/m	
Variante B-Renovierung	ca. 660 €/m	+ 175,00%
Variante C-Teilerneuerung	ca. 940 €/m	+ 291,67%

8.3 Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten

In diesem Kapitel werden die einzelnen Vor- bzw. Nachteile der Sanierungsvarianten erläutert und beschrieben. Es wird seitens des Autors verzichtet die Werte des Vergleiches nochmals explizit niederzuschreiben. Es dient als Zusammenfassung der Varianten und als Hilfe für die Erstellung der Entscheidungsmatrix.

8.3.1 Variante A–Reparatur

Die Variante A besitzt das insgesamt geringste Investitionsvolumen. Jedoch rechnet sich die Reparatur über die technische Lebensdauer am wenigsten. Sie besitzt gemäß Abschätzung den schnellsten Bauablauf, jedoch sind die Sanierungen nur punktuell und daher können wenige Jahre nach der Sanierung bereits weitere sanierungsbedürftige Schäden im Kanalnetz angetroffen werden. Ein Vorteil ist - aufgrund der eingesetzten Kanalroboter - die gute Dokumentation der Ausführung mittels Kamera und Aufzeichnungen. Die Dichtheit der Kurzliner wird anhand optischer Begutachtung vor Einbau und über Druckprüfungen nach Einbau gewährleistet. Diese Variante eignet sich optimal um einen Kanal, der sich abgesehen von den zu sanierenden Schäden noch in einen guten Zustand befindet zu sanieren. Dies setzt aber eine gute Informationskenntnis über den Zustand des Kanals und eine gute Einschätzung des bearbeitenden Fachingenieurs voraus.

8.3.2 Variante B–Renovierung

Die Variante B hat, die auf die technische Lebensdauer bezogen, niedrigsten Investitionskosten zu verzeichnen. Sie besitzt im Vergleich der drei Varianten einen mittleren Baukostenaufwand. Weiters saniert diese Variante nicht nur die unmittelbar protokollierten Schäden, sondern auch Schäden, die in der Dokumentation der Projektgrundlage übersehen wurden oder danach entstanden sind. Bei

dieser Variante entsteht eine neue dichte Innenschale, die auch hydraulische Verbesserungen im Kanalnetz verursachen kann. Bögen sind aufgrund der Natur der Liner ausführlich auf Faltenbildungen zu kontrollieren. Am Ende der Sanierung mittels Schlauchlining ist eine Dichtheitsprüfung der sanierten Abschnitte zu empfehlen, um etwaige Mängel im späteren Betrieb vorzubeugen. Die Qualitätssicherung des eingebauten Materials kann durch angeordnete Prüfungen von Probestücken gewährleistet werden. Eine Kamerabefahrung ca. 1 - 1,5 Jahre nach Ausführung ist anzuraten, um Mängel frühzeitig zu erkennen und diese in der Gewährleistungsfrist beheben zu lassen.

8.3.3 Variante C–Teilerneuerung

Die Variante C hat ein nahezu gleiche Investitionskosten wie Variante B. Jedoch saniert diese Variante nur die unmittelbar angetroffenen Schäden, zudem können bei der Ausführung aufgrund der Oberflächenöffnung etwaige nicht vorhergesehene Arbeiten und Probleme entstehen. Sie besitzt die teuersten Baukosten, die größte Beeinflussung der Umwelt bzw. Störung der Umgebung, den meisten Personal- und Geräteaufwand und es müssen anfallende gefährliche Stoffe entsorgt und deponiert werden.

8.4 Ausarbeitung einer Übersichts- /Entscheidungsmatrix

Dieses Kapitel befasst sich mit der Ausarbeitung einer Entscheidungsgrundlage. Diese soll anhand der vorher definierten Vergleichsparameter geschehen. In der folgenden Tab. 8.7 werden die Varianten mit den in Kapitel 8.1 definierten Parameter dargestellt. Die Benotung funktioniert mit einem einfachen Punktesystem. Die Variante, die jeweils am besten das Kriterium erfüllt, erhält ein „X“. Zum Schluss werden die „X“ aufsummiert und die Variante mit der höchsten Punktesumme stellt die Empfehlung dar.

Tab. 8.7: Entscheidungsmatrix für das Beispiel

Parameter \ Sanierung	Variante A Reparatur	Variante B Renovierung	Variante C Teilerneuerung
Geringsten Baukosten	X		
Geringste Baudauer	X		
Geringste Verkehrsumleitung	X ¹	X ¹	
Kleinste Öffnungsfläche der Oberfläche	X	X	
keine Entsorgung von gefährlichem Abfall	X	X	
Höchste Technische Lebensdauer			X
Geringsten Investitionskosten je Jahr		X	
Saniert umliegende Schäden mit		X	
Summe Punkte	5	5	1

¹ es wurde für beide Varianten ein Punkt vergeben, da die benötigte Fläche der Verkehrsumleitung in etwa gleich groß ist

Die Varianten A und B schneiden gleich gut im Ergebnis ab. Die Variante C liegt mit Abstand am letzten Platz. Für dieses Fallbeispiel ist aus der Sicht des Autors jedoch die Variante B zu empfehlen. Dies wird aufgrund des möglichen Alters des Kanals, der Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit, der Renovierung der gesamten inneren Oberfläche und der Sanierung umliegender Schächten begründet. Weiters ist dies die Renovierung die Ausführungsvariante mit den geringsten geschätzten Investitionskosten auf die technische Lebensdauer bezogen. Die angeführten weiteren Kriterien könnten indes für ein anderes Projekt als Rahmenbedingungen eingeführt werden.

8.5 Beantwortung der Forschungsfragen

In den nachfolgenden Abschnitten folgt die Beantwortung der Forschungsfragen:

Welche Auswirkungen haben die ausgewählten Verfahren auf die umliegende Infrastruktur?

Die in Kapitel 7.4 und 8.2 beschriebenen Einflüsse auf die Infrastruktur bedingt, dass die Varianten A und B aufgrund ihrer Ausführungsnatur - außer bei der lokalen Verkehrsumleitung im Bereich der Einlass- und Auslassschächte - keinen Einfluss auf die umliegende Infrastruktur haben. Die Variante C hat aufgrund der benötigten Öffnungsfläche von 598m^2 je nachdem, ob andere Leitungen im Öffnungsquerschnitt, liegen viel oder wenig Einfluss auf die umliegende Infrastruktur. In Straßenquerschnitten liegen im Regelfall zumindest Informations- und Versorgungsleitungen in der Nähe des Öffnungsquerschnittes die es vor der Aufgrabung zu erkunden und ggf. zu sichern oder umzulegen gilt. Generell gilt, dass die grabenlosen Sanierungsverfahren eine weitaus geringere Auswirkung auf die umliegende Infrastruktur und Umwelt aufweisen als die konventionelle Bauweise.

Welchen Einfluss hat das gewählte Verfahren auf die Flächennutzung und Umwelt?

Die Varianten A mit in etwa 9 AT und Variante B mit 10 AT haben im Vergleich zur konventionellen Bauweise der Variante C mit 40 AT sehr viel geringere Auswirkung auf die umliegende Umwelt (siehe Ausführungen in Kapitel 8.2). Dies begründet sich einerseits durch die auf ca. $\frac{1}{4}$ prognostizierte reduzierte Bauzeit, dem Verwenden von Bestandsschächten, anstatt die Oberfläche zu öffnen und andererseits den weitaus geringeren Maßnahmen zur Verkehrsumleitung bzw. dem ungleich niedrigeren Geräte- und Personalbedarf. Aus dem Vergleich in Kapitel 8.2 ist deutlich ersichtlich, dass der Flächenbedarf bereits durch die Baugruben ca. 598m^2 in Anspruch nimmt. Zusätzlich stehen diese Flächen nicht für die Baustelleneinrichtung zur Verfügung, wodurch der Flächenbedarf bei der konventionellen Bauweise nochmals vergrößert wird. Die grabenlosen Sanierungsvarianten sind vor allem in urbanen Räumen zu empfehlen, da hier die Störung aufgrund der Bevölkerungsdichte größer ausfällt als in ländlicheren Gebieten.

Wie entwickeln sich die Bauzeiten im Vergleich zu den anderen gewählten Methoden?

Die abgeschätzten Bauzeiten gemäß Kapitel 7.4 sind wie schon im Kapitel davor und der vorhergehenden Forschungsfragen erläutert bei beiden Varianten mit grabenlosen Sanierungsvarianten am geringsten. Die Dauer ist mit 2 Arbeitswochen annähernd gleich. Bei der Variante C mit der konventionellen Bauweise jedoch dauert die Abwicklung der Sanierung abgeschätzt über einen Monat länger. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch die Beeinträchtigung der umliegenden Infrastruktur und

die Lärmemissionen, welche in dieser Arbeit nicht explizit ermittelt wurden, mehr als dreimal so lange bestehen bleiben, als bei der Verwendung von grabenlosen Sanierungsverfahren.

Welche Auswirkungen hat das ausgewählte Verfahren auf die Kostenentwicklung inklusive dem erforderlichen Personal- und Geräteaufwand für einen Standardfall?

Für das ausgearbeitete Fallbeispiel ist die Variante A, wie in Kapitel 7.4 und 8.2 beschrieben, sowie gemäß den Berechnungen in den Anhängen, die günstigste Lösung bezogen auf die Baukosten. Bezieht man diese Gesamtbaukosten jedoch auf die zu erwartende technische Lebensdauer der Sanierungsverfahren, so zeigt sich, dass die Renovierung (Variante B) das wirtschaftlichste Verfahren darstellt. Beide Sanierungsvarianten haben für die in diesem Beispiel ermittelten Aufwendungen der Sanierung in etwa den gleichen Personal- und Geräteaufwand. Die Variante C - Teilerneuerung durch Kleinbaugruben - liegt im Vergleich der Gesamtkosten weit über jenen der grabenlosen Sanierung. Einzig bei der Betrachtung der Kosten bezogen auf die technische Lebensdauer kann die konventionelle Bauweise mithalten. Aus Sicht des Autors ist somit die konventionelle Bauweise mit Kleinbaugruben für das vorliegende Fallbeispiel nicht zu empfehlen.

8.6 Conclusio und Ausblick

Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen, obliegt die Einschätzung der anwendbaren Sanierungsverfahren weiterhin einem erfahrenen Fachexperten unter Einbeziehung von politischen Vorgaben des Projektstandortes. Die derzeit am Markt vorhandenen grabenlosen Sanierungsverfahren bieten Lösungen für eine breite Masse an möglichen Schadensfällen. Aus der Sicht des Autors ist es nicht zielführend, eine allgemein gültige, statische Matrix als Entscheidungsgrundlage einzuführen, da sich dabei die wechselnden Bedingungen in vielen Projekten nicht widerspiegeln lassen. Würde man, dann eine Entscheidungsgrundlage erstellen, die möglichst alle Rahmenbedingungen abbildet, wäre der Katalog schnell zu komplex und aufwendig, um zu einer machbaren Entscheidung zu gelangen. Sinnvoller ist es, einen Grundlagenkatalog (mit verschiedenen Kriterien) und eine Berechnungsgrundlage zu schaffen. Als Grundlage eines solchen Kataloges könnte das Kapitel 6 „Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren“ verwendet werden. Diese Kriterien könnten beliebig durch einen fachmännisch versierten Projektingenieur oder den Auftraggeber erweitert bzw. reduziert werden. Als Beispiel für eine solche Vorgehensweise ist das Bestbieterverfahren zu erwähnen. In diesen Verfahren zur Bestimmung des geeignetsten Bieters in Ausschreibungen können Kriterien und Gewichtungen für diese erstellt werden, die nicht nur den Preis, sondern auch weitere, für das konkret zu bearbeitendem Projekt wichtige, Rahmenbedingungen berücksichtigt. Wird dies für eine Entscheidungsgrundlage angewendet, kann der bearbeitende Ingenieur in Kooperation mit dem Auftraggeber aus einem fachlichen Katalog wählen und anhand dessen seine Entscheidungsgrundlage selbst zusammenstellen.

Als Perspektive kann weiters noch auf verschiedene zu bearbeitende Themen eingegangen werden. Nachfolgend finden sich Themenaspekte, die aus der Sicht des Autors weiteren Forschungsbedarf aufweisen:

- Um die Schätzkosten zu verbessern und schneller einen Kostenvergleich aufstellen zu können, würde ein Vergleich der Schadensintensität (Schaden je m Kanal oder Haltung) zu den Kosten der Reparatur, Renovierungs- und Teilerneuerungsverfahren sowie ein möglicher Zusammenhang zwischen Intensität und Kosten je m Kanal interessant erscheinen. Die Möglichkeit des Einfließens des Alters des Bestandes bleibt zu bearbeiten.
- Es könnten weitere Verfahrensarten untersucht werden, um ein breiteres Spektrum an Vergleichen zu erzeugen.
- Ein weiteres Forschungsfeld ist das Auftreten verschiedener Schadensarten in unterschiedlichen Kanälen zur Abschätzung der Häufigkeit von Schäden.
- Es sind weitere Untersuchungen notwendig, um etwaige ebenfalls relevante Rahmenbedingungen für Projekte zu identifizieren. Dies könnte über Fragebögen für Auftraggeber, Auftragnehmer und weitere Projektanten untersucht werden. Die Grundlage könnten die in Kapitel 6 „Rahmenbedingungen von Sanierungsverfahren“ definierten Punkte sein.
- Weiter gilt es anhand mehrerer Projekte die in dieser Arbeit angeführten Rahmenbedingungen zu Prüfen bei welchen Verfahren diesen größeren und kleineren Einfluss nehmen.
- Weiters gilt es zu untersuchen, ob ein finanzmathematischer Ansatz – wie in den KVR-Leitlinien beschrieben – zu anderen Ergebnissen führt und ob das Entstehen von zusätzlichen Kosten aus erhöhten Wartungs- und Inspektionsaufwänden oder aufgrund anderer Parameter herrühren.

Literaturverzeichnis

- [1] *Alfes + Sohn GmbH*: Fachbericht TIP Verfahren, https://alfesundsohn.de/wp-content/uploads/2018/03/TIP-Prozessgrafik_Schacht-zu-Schacht-1200x624.png [Zugriff am: 30.01.2021].
- [2] *AUVA Allgemeine Unfallversicherungsanstalt*: Arbeitnehmerschutzmappe. AUVA, WKO, BAU Akademie, OGB, 2016.
- [3] *B_I MEDIEN GmbH*: Close-Fit Verfahren, <https://bi-medien.de/static/cbe2c1ceb08e-caa411dd592e5182be48/c08c5/close-fit-verfahren.jpg> [Zugriff am: 07.02.2021].
- [4] *Bauverlag BV GmbH*: Verfahren nachhaltiger wie Ihr Ruf, https://www.this-magazin.de/imgs/101830650_cf2fd9ec32.jpg [Zugriff am: 02.02.2021].
- [5] *Bayerisches Landesamt für Umwelt*: UmweltWissen – Abfall Asbest, https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_9_asbest.pdf [Zugriff am: 17.06.2021].
- [6] *Bayrisches Landesamt für Umwelt*: Sanierung mit Close-Fit-Lining, https://www.schaudrauf.bayern.de/uploads/images/_2000x1333_crop_center-center_82_line/1435/Close-Fit-Lining-C-Mennicke-1.jpg [Zugriff am: 07.02.2021].
- [7] *Bernegger GmbH*: Baugrube in Wien. Bildersammlung der Baustelle in Wien, 2019.
- [8] *Bilak, A.*: Skriptum Baugrunderkundungsmethoden und Gebirgsklassifizierung, Baugrunderkundungsmethoden und Gebirgsklassifizierung,
- [9] *Bischoff, W.; Bramann, H.; Dürer, F. et al.*: Das kleine Bergbaulexikon. Verlag Glückauf GmbH, Essen, 1988; ISBN 3-7739-0501-7.
- [10] *Braumann Tiefbau GmbH*: Telefonisches Gespräch mit Mitarbeiter, 2020.
- [11] *Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.*: Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR), 2012.
- [12] *Deutsches Bundesministerium für Inneres, Bau und Heimat*: Baufachliche Richtlinien für Abwasser, <https://www.bfr-abwasser.de/html/A6-4SanierungsverfahrenLeitungen.html> [Zugriff am: 07.02.2021].
- [13] *Deutsches Bundesministerium für Inneres, Bau und Heimat*: Tabelle "A6_sanierungsverfahren_nicht_begehbare_kanaele_leitungen_kosten", https://www.bfr-abwasser.de/Materialien/Musterdokumente/Sanierung/A6_sanierungsverfahren_nicht_begehbare_kanaele_leitungen_kosten.xls [Zugriff am: 12.06.2021].
- [14] *Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem*: DORIS DKM (Kataster), [https://www.doris.at/viewer/\(S\(auw3rch-nlj3w44gu2cbnwwys\)\)/init.aspx?ks=alk&karte=dkm](https://www.doris.at/viewer/(S(auw3rch-nlj3w44gu2cbnwwys))/init.aspx?ks=alk&karte=dkm) [Zugriff am: 06.12.2020].
- [15] DIN 4124: Baugruben und Gräben Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten. Norm, Ausgabe 2012.
- [16] DIN 1998: Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen. Norm, Ausgabe 2018.
- [17] *egeplast international GmbH*: Egeliner, <https://egelineer.de/> [Zugriff am: 24.01.2021].
- [18] EN 15885: Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen. Norm, Ausgabe 2018.
- [19] EN ISO 11295: Klassifizierung und Informationen zur Planung und Anwendung von Kunststoffrohrleitungssystemen. Norm, Ausgabe 2018.
- [20] EN ISO 11296-4: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen. Norm, Ausgabe 2018.

- [21] EN 11296-7: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen. Norm, Ausgabe 2019.
- [22] *GEO-Bau GmbH & Co. KG*: Verbau für den Leitungsbau, https://geo-bau.com/images/leistungsparten/Verbautechnik/102_0203.JPG [Zugriff am: 21.10.2020].
- [23] *IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur*: IKT-Newsletter, <https://www.ikt.de/web-site/printversion.php?doc=283> [Zugriff am: 24.01.2021].
- [24] *IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH*: 3 - Punkt Biegeversuch Schlauchliner, <https://www.ikt.de/wp-content/uploads/2014/04/Drei-Punkt-Biegeversuch-Schlauchliner-CIPP-Test-Pr%C3%BCfung-Tragf%C3%A4higkeit-1024.jpg> [Zugriff am: 26.06.2021].
- [25] *IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH*: Prüfstelle für Schlauchliner, <https://www.ikt.de/pruefstelle/pruefstell-fuer-schlauchliner-dibt-anerkannt-akkreditiert-pruefinstitut-neutral-unabhaengig/> [Zugriff am: 26.06.2021].
- [26] *Institut für Wassergütewirtschaft TU Wien*: Skriptum Wassergütewirtschaft, Wassergütewirtschaft,, Wien.
- [27] *IWA-TEC GmbH*: Edelstahl Manschetten, https://www.iwa-tec.at/wp-content/uploads/2015/09/41-F57.03-F57.02_0001.jpg [Zugriff am: 02.02.2021].
- [28] *Ludwig Frischhut GmbH und Co. KG*: Asbestzementrohr Durchmesser, https://www.frischhut.de/fileadmin/user_upload/Rohrau%C3%9Fendurchmesser.pdf [Zugriff am: 17.06.2021].
- [29] *Magistrat der Stadt Wien - Wien Kanal*: KANIS Kanalinformationssystem, <http://www.kanis.at/index.htm> [Zugriff am: 02.12.2020].
- [30] *Mannesmann Line Pipe GmbH*: Beispiel Beschichtungsverfahren, <https://www.mannesmann-linepipe.com/de/verfahren/zm-auskleidung.html> [Zugriff am: 24.01.2021].
- [31] *Maybaum, G.; Mieth, P.; Oltmanns, W. et al.*: Verfahrenstechnik im Grund- und Spezialtiefbau. Vieweg+Teubner GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009; ISBN 978-3-519-00389-2.
- [32] *Möhring, K.*: Wirtschaftliche und umweltgerechte Herstellung von Abwasserkanälen und Leitungen durch Microtunneling.
- [33] *Moschig, G.F.*: Bausanierung. Springer Verlag, Wiesbaden, 2014; ISBN 978-3-8348-2259-8.
- [34] *Niedösterreichische Landesregierung (NÖ)*: Broschüre "Der Hauskanal in Niederösterreich", https://www.noel.gv.at/noe/Wasser/Broschuere_-_Der_Hauskanal_in_Niederoesterreich.pdf [Zugriff am: 26.06.2021].
- [35] *Office du Tourisme et des Congrès de Paris*: Musée des égouts de Paris, 2021, <https://de.parisinfo.com/museen-sehenswurdigkeiten-paris/71499/Musee-des-egouts-de-Paris>.
- [36] ÖNORM EN 1610: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Norm, Ausgabe 2015.
- [37] ÖNORM B 2205: Erdarbeiten Werkvertragsnorm. Norm, Ausgabe 2000.
- [38] EN 12889: Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Norm, Ausgabe 2000.
- [39] EN 12889 (Entwurf): Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Entwurfsnorm, Ausgabe 2020.
- [40] EN 1997-2: Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds. Norm, Ausgabe 2010.
- [41] EN 13508-2: Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion. Norm, Ausgabe 2011.

- [42] ÖNORM B 2280: Verbauarbeiten Werkvertragsnorm. Norm, Ausgabe 2001.
- [43] *Österreichische Forschungsgesellschaft für Straße Schiene Verkehr*: Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur Version 5. Österreichische Forschungsgesellschaft für Straße Schiene Verkehr (FSV), Wien, 2018.
- [44] *Österreichische Vereinigung für grabenlosen Leitungsbau*: Grabenlose Technologien, <https://www.grabenlos.at/de/grabenlose-technologie.html> [Zugriff am: 06.10.2020].
- [45] *Österreichische Vereinigung für grabenlosen Leitungsbau*: Verfahrensbeschreibungen, 2017, https://www.grabenlos.at/de/blog/details/verfahrensbeschreibungen-im-grabenlosen-leitungsbau-stehen-zum-download-zur-verfuegung.html?file=files/download/170310_Verfahrensbeschreibungen_Druck_Auflage_1.pdf [Zugriff am: 12.01.2021].
- [46] RB 22: Betrieb von Kanalisationsanlagen. Regelblatt einer Richtlinie, Ausgabe 2015.
- [47] RB 40: Leitungsinformationssystem – Wasser und Abwasser. Regelblatt einer Richtlinie, Ausgabe 2015.
- [48] *ÖWAV Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband*: Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2016, <https://www.oewav.at/Kontext/WebService/Secure-FileAccess.aspx?fileguid=%7Be0758c47-28af-4dd3-aaeb-b76d282a92c3%7D> [Zugriff am: 08.02.2021].
- [49] *ÖWAV Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband*: Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft Ver. 2020, https://www.oewav.at/upload/medialibrary/oewav_bb_2020_gesamt_DL.pdf [Zugriff am: 12.02.2021].
- [50] Unterirdische Kanalsanierung. Regelblatt einer Richtlinie, Ausgabe 2007.
- [51] *Rohrdorfer Umwelttechnik GmbH*: Preisliste Umwelttechnik, https://www.rohrdorfer.at/3430_DE.pdf?exp=24592223285200 [Zugriff am: 17.06.2021].
- [52] *RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.*: RSV Merkblatt 1-2: Renovierung von Abwasserdruckleitungen mit Druckschlauchlinern, 2019, https://rsv-ev.de/merkblaetter?file=files/rohrverband/download/Merkblaetter/RSV-Merkblatt-1_2-Druckschlauchliner-Schlauchlining-Druckleitungen.pdf.pdf [Zugriff am: 03.07.2021].
- [53] *Stadt Wien*: Tarife für gefährliche Abfälle, <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/tarife/gefaehrlich.html> [Zugriff am: 17.06.2021].
- [54] *Statistik Austria*: Baukostenindex – Baukostenindex, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/baukostenindex/index.html [Zugriff am: 21.05.2021].
- [55] *Stein, D.*: Grabenloser Leitungsbau. Ersnt & Sohn, 2003; ISBN 978-3-433-01778-4.
- [56] *Stein Dietrich, Möllers Klemens, Bielecki Rolf*: Leitungstunnelbau. Ernst & Sohn, Berlin, 1988; ISBN 3-433-01154-0.
- [57] *Stein Ingenieure*: Stein Ingenieure Trinkwasser Neubau und Erneuerung, <http://www.stein-ingenieure.de/trinkwasser-neubau-erneuerung> [Zugriff am: 16.10.2020].
- [58] *TERMA Sp. z o.o.*: Geschichte der Erdrakete, http://terma-max.com/upload_images/IMG693B.tmp.JPG [Zugriff am: 01.03.2021].
- [59] *TERRA AG*: Erdrakete, <https://bmk-dresden.de/wp-content/uploads/2019/07/TERRA-Erdraketen-de.pdf> [Zugriff am: 01.03.2021].
- [60] *TERRA AG*: Produktübersicht, <http://de.terra-eu.eu/bilder5/panorama/erdraketen-TERRA-HAMMER.jpg> [Zugriff am: 01.03.2021].

- [61] *TERRA AG*: Zubehör Erdraketen, <http://de.terra-eu.eu/durchpressung-hausanschluss/1-27-produkte> [Zugriff am: 01.03.2021].
- [62] *TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG*: Erdrakten, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/69/Erdrakete_GRUNDOMAT.jpg/640px-Erdrakete_GRUNDOMAT.jpg [Zugriff am: 01.03.2021].
- [63] *TWF Tiefbautechnik*: Flachprofil FLP750, <https://www.twf-tiefbautechnik.de/images/mieten/kanaldielen/FLP750-8.png> [Zugriff am: 25.10.2020].
- [64] *TWF Tiefbautechnik*: Kanaldiele KD600, <https://www.twf.at/images/mieten/kanaldielen/kd600-8.png> [Zugriff am: 25.10.2020].
- [65] *Umwelttechnik Franz Janßen GmbH*: Schauchrelining mit GFK, https://www.janssen-umwelttechnik.de/fileadmin/redakteur/leistungen/kanalsanierung/gfk_inliner/gfk_inliner_139_g.jpg [Zugriff am: 07.02.2021].
- [66] *VFR Verlag für Rechtsjournalismus GmbH*: Zuladung beim LKW: Was dürfen Sie transportieren, <https://www.bussgeldkatalog.org/zuladung-lkw/> [Zugriff am: 17.06.2021].
- [67] *Visaplan GmbH*: Beschichtungsverfahren, <https://www.unitracc.de/know-how/fachbuecher/instandhaltung-von-kanalisationen/sanierung/renovierung/beschichtungsverfahren> [Zugriff am: 07.03.2021].

Abkürzungsverzeichnis

A oder AB = Arbeitsblatt

AT = Arbeitstag

AZ = Asbestzementrohr

BMR = Betonmuffenrohr

DB = Doppelbohle

DN = Durchmesser

DN/ID = Nenndurchmesser/Innendurchmesser (Kunststoffrohre, vorwiegend Druckrohre)

DN/OD = Nenndurchmesser/Außendurchmesser (Freispiegelleitungen)

EB = Einfachbohle

i. M. = im Mittel

LEM = Liner Endmanschette

LG = Leistungsgruppe

M = Merkblatt

NÖ = Niederösterreich

ÖGL = Österreichische Vereinigung für grabenlosen Leitungsbau

ÖWAV = Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband

PA = Polyamide

PAN = Polyacrylnitril

PE = Polyethylen

PEN = Polyethylennaphthalat

PET = Polyethylenterephthalat

PP = Polypropylen

PPTA = Polyphenylenterephthalamide

PRC = Polymerbeton

PU = Polyurethan

PVC = Polyvinylchlorit

RB = Regelblatt

RVS = Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen

TB = Dreifachbohle

TPU = Thermoplastisches Polyurethan

ULG = Unterleistungsgruppe

UP = Ungesättigte Polyesterharze

VE = Vinylesterharze

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Leitungsarten.....	9
Abb. 2.2: Übersicht Erkundungsmethoden.....	12
Abb. 2.3: Verlegearten nach Stein.....	14
Abb. 2.4: ungebündelte (links) und gebündelte Leitungen (rechts).....	15
Abb. 2.5: Verlegung einer Leitung im Schutzrohr.....	15
Abb. 2.6: Mantelrohr.....	16
Abb. 2.7: Abbildung des Pariser Kanals (als Bsp. für die Verlegung im Produktrohr).....	16
Abb. 2.8: Anschlussstatistik am öffentlichen Kanal.....	17
Abb. 2.9: Kanalausbaustatistik des öffentlichen Kanalnetzes.....	18
Abb. 2.10: Öffentlicher Kanal Bestandsalter pro Bundesländ Österreichs.....	18
Abb. 2.11: Zustandsklassen nach ÖWAV RB 40.....	19
Abb. 2.12: Handlungsbedarf nach ÖWAV RB 40.....	20
Abb. 2.13: Aufteilung des öffentlichen Kanal nach Zustandsklassen Stand 2019.....	21
Abb. 2.14: Verwendete Materialien beim Neubau des öffentlichen Kanalnetzes.....	22
Abb. 2.15: Anteile der Rohrmaterialien am öffentlichen Kanalnetz.....	22
Abb. 2.16: Auszug aus der Broschüre; Darstellung des öffentlichen Kanals.....	23
Abb. 2.17: Auszug aus der Broschüre; Darstellung des privaten Kanals.....	23
Abb. 2.18: Aufteilung Investitionskosten aus dem Jahr 2017 im öffentlichen Kanalnetz.....	24
Abb. 2.19: Aufteilung Investitionskosten aus dem Jahr 2011 im öffentlichen Kanalnetz.....	24
Abb. 2.20: Aufteilung des öffentlichen Kanals nach Zustandsklassen Stand 2014.....	25
Abb. 3.1: Übersicht über die Verbauarten.....	27
Abb. 3.2: unverbaute Baugrube.....	27
Abb. 3.3: Geböschte Baugrube.....	29
Abb. 3.4: Spundwandelement (links) im Vergleich zu einer Kanaldiele (rechts).....	30
Abb. 3.5: Verbauter Graben mit Spundwand, Gurtung und Rückverankerung.....	30
Abb. 3.6: Ausgesteifter Trägerverbau mit Kanaldielenausfachung.....	31
Abb. 3.7: dichte Ausführungsvariante des Trägerbohlverbau.....	31
Abb. 3.8: Schemazeichnung Auspendung Graben.....	32
Abb. 3.9: Mittig gestütztes Grabenverbaugerät (links); Randgestütztes Grabenverbaugerät (mittig); Schleppbox (rechts).....	33
Abb. 3.10: Vergleich Mindestgrabenbreite für DN250.....	36
Abb. 3.11: Vergleich Mindestgrabenbreite für DN350.....	36
Abb. 4.1: Übersicht Grabenloser Leitungsbau.....	37
Abb. 4.2: Übersicht der Verfahren.....	38
Abb. 4.3: Üblicher Geräteaufbau eines Verdrängungshammers.....	40
Abb. 4.4: Spitzausbildungen: Grundomatkopf (A), Kombinationskopf (B), Stufenkopf (C), Aufweitungshülsen (D).....	41
Abb. 4.5: Übersicht verschiedene Bodenentnahmeverfahren.....	42
Abb. 4.6: Offene Startgrube ausgepölst.....	43
Abb. 4.7: Verwendung eines Bestandschachtes beim Verfahren „verformten Rohre“.....	43
Abb. 4.8: Vergleich der anteiligen Kosten.....	44

Abb. 5.1: Übersicht ausgearbeiteter Grabenloser Verfahren.....	45
Abb. 5.2: Schadensbild Scherbildung Bodenbereich.....	46
Abb. 5.3: Schadensbild Muffenversatz	47
Abb. 5.4: Skizze Wandaufbau Linersystem.....	49
Abb. 5.5: Materialfunktionstabelle	49
Abb. 5.6: Inversionsverfahren Systemskizze	50
Abb. 5.7: Einziehverfahren Systemskizze.....	51
Abb. 5.8: Schachtanschluss.....	51
Abb. 5.9: 3–Punkt Biegeversuch an einem Liner Probestück.....	52
Abb. 5.10: Fertiggestellte Linersanierung.....	52
Abb. 5.11: Querschnitt verformte Rohre (links beim Einziehen, rechts nach dem Aufstellen).....	53
Abb. 5.12: Verfahren mit im Produktionswerk verformten Rohren	54
Abb. 5.13: Verfahren mit auf der Baustelle verformten Rohren.....	54
Abb. 5.14: Langrohrlining Systemskizze	55
Abb. 5.15: Systemskizze schieben.....	57
Abb. 5.16: Systemskizze ziehen.....	57
Abb. 5.17: Systemskizze Einzelrohr	57
Abb. 5.18: Systemskizze Wickelrohrmaschine mit fixem Durchmesser.....	59
Abb. 5.19: Systemskizze Expanda-Verfahren	59
Abb. 5.20: Systemskizze Wickelrohrmaschine im Bestandsrohr	60
Abb. 5.21: Innenwandauskleidung aus Zementmörtel.....	61
Abb. 5.22: Systemskizze Beschichtungsverfahren.....	62
Abb. 5.23: Schema Berstverfahren.....	63
Abb. 5.24: Dynamisches Bersten.....	63
Abb. 5.25: Statisches Bersten.....	64
Abb. 5.26: Systemskizze Aufweitverfahren	65
Abb. 5.27: Systemskizze Rohrsegment-Lining	66
Abb. 5.28: Statisches Bersten.....	67
Abb. 5.29: Systemskizze Roboterverfahren	68
Abb. 5.30: Beispiel Fräsroboter.....	69
Abb. 5.31: schematischer Ablauf Verspachteltechnik.....	70
Abb. 5.32: Systemskizze Packerverfahren.....	71
Abb. 5.33: Schema Injektion.....	71
Abb. 5.34: schematischer Ablauf Packerverfahren	72
Abb. 5.35: Sanierungsbild einer Edelstahlmanschette mit mechanischer Vorrichtung	73
Abb. 5.36: Schemadarstellung Variante A (links) und Variante B (rechts)	73
Abb. 5.37: Schemadarstellung Reparatur mittels Kurzliner.....	74
Abb. 5.38: Darstellung von Spezialprofilen (Hut- und T-Profil).....	75
Abb. 5.39: Schema Flutungsverfahren.....	76
Abb. 6.1: Kriterienkatalog des ÖWAV Regelblatte RB 28	81
Abb. 7.1: Standort 1(links) und Standort 2 (rechts) aus dem 22. Bezirk in Wien	88
Abb. 7.2: Standort 3 in Untergrünburg	88

Abb. 7.3: Standort 4 in Bruck bei Hausleiten	89
Abb. 7.4: Standort 5 in Samesleiten	89
Abb. 7.5: Übersicht Schadensverteilung.....	92
Abb. 7.6: Kostenentwicklung von 2010 bis 2015 als Diagramm.....	96
Abb. 7.7: Kostenentwicklung von 2015 bis 2020 als Diagramm.....	96
Abb. 7.8: Aufteilung der Kosten Variante A – Reparatur	104
Abb. 7.9: Aufteilung der Kosten Variante B – Renovierung.....	107
Abb. 7.10: Aufteilung der Kosten Variante C – Teilerneuerung durch Kleinbaugruben.....	110
Abb. 9.1: Minimale Grabenbreite bei einem Rohr mit DN400	154
Abb. 9.2: Minimale Grabenbreite bei einem Rohr mit DN600	154

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Übersicht Rohrwerkstoffe inkl. Durchmesser.....	10
Tab. 2.2: Übersicht Bodenklassen.....	13
Tab. 3.1: Übersicht maximaler Böschungsneigungen gemäß AUVA	28
Tab. 3.2: Übersicht unverbauter Grabenbreiten.....	34
Tab. 3.3: Übersicht Grabenbreiten nach Tiefenstufen gemäß ÖNORM EN 1610 und ÖNORM B 2205	34
Tab. 3.4: Übersicht Grabenbreiten nach Durchmesser gemäß EN 1610	34
Tab. 3.5: Übersicht Grabenbreiten nach Durchmesser gemäß ÖNORM B 2205	35
Tab. 6.1: Übersicht der ULG 14 der LB-VI 005 (Sanierungs- und Reparaturverfahren).....	83
Tab. 6.2: Übersicht der ULG 15 der LB-VI 005 (Neuverlegungsverfahren)	83
Tab. 7.1: Ergebnistabelle die Standortanalyse	90
Tab. 7.2: Schadenstabelle	91
Tab. 7.3: Auszug aus der Tabelle A6.2 für das Roboterverfahren.....	94
Tab. 7.4: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Kurzliner.....	94
Tab. 7.5: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Edelstahlmanschetten	94
Tab. 7.6: Auszug aus der Tabelle A6.2 für Schlauchlining	94
Tab. 7.7: Auszug aus der Tabelle A6.2 für die Partielle Erneuerung durch Kleinbaugruben mit befestigter Oberfläche und Rohrmaterial des Bestandes aus Beton Rohren.....	94
Tab. 7.8: Angepasste Kosten des Roboterverfahren	96
Tab. 7.9: Angepasste Kosten von Kurzliner	96
Tab. 7.10: Angepasste Kosten für Edelstahlmanschetten.....	97
Tab. 7.11: Angepasste Kosten für Schlauchlining.....	97
Tab. 7.12: Angepasste Kosten für die Partielle Erneuerung durch Kleinbaugruben mit befestigter Oberfläche und Rohrmaterial des Bestandes aus Beton Rohren.....	97
Tab. 7.13: Ermittlung Transportkosten Abholung Mulde	98
Tab. 7.14: Gewählte Kosten auf Basis der Literatur	99
Tab. 7.15: Zusammenfassung Kosten Variante A Reparatur	103
Tab. 7.16: Aufstellung Dauer Variante A Reparatur.....	103
Tab. 7.17: Aufstellung technische Lebensdauer Variante A	104
Tab. 7.18: Zusammenfassung Kosten Variante B.....	106

Tab. 7.19: Aufstellung Dauer Variante B.....	106
Tab. 7.20: Aufstellung technischer Lebensdauer Variante B.....	107
Tab. 7.21: Zusammenfassung Kosten Variante C	109
Tab. 7.22: Aufstellung Dauer Variante C.....	109
Tab. 7.23: Aufstellung technische Lebensdauer Variante C	110
Tab. 8.1: Vergleich Baukosten.....	114
Tab. 8.2: Vergleich Bauzeit	114
Tab. 8.3: Vergleich Öffnungsfläche	115
Tab. 8.4: Vergleich technische Lebensdauer.....	115
Tab. 8.5: Vergleich Investitionskosten auf die technische Lebensdauer	116
Tab. 8.6: Vergleich Investitionskosten bezogen auf die Öffnungslänge	116
Tab. 8.7: Entscheidungsmatrix für das Beispiel	117
Tab. 9.1: Auflistung der Schächte.....	133
Tab. 9.2: Darstellung Kanaleckdaten.....	133
Tab. 9.3: Auflistung der Haltungen.....	134
Tab. 9.4: Aufstellung Öffnungsfläche und Tiefe Variante C	149
Tab. 9.5: Preisentwicklung im Tiefbau gemäß Statistik Austria	156

Anhang A

Projektpläne

Lageplan



Maßstab 1:350
 Mittelpunkt: 8
 links unten: 7
 rechts oben: 6
 Quellen © DOK
 Koordinatensystem
 Verwendung:
 Bearbeiter:
 Karte erstellt
 Kataster (DKM)

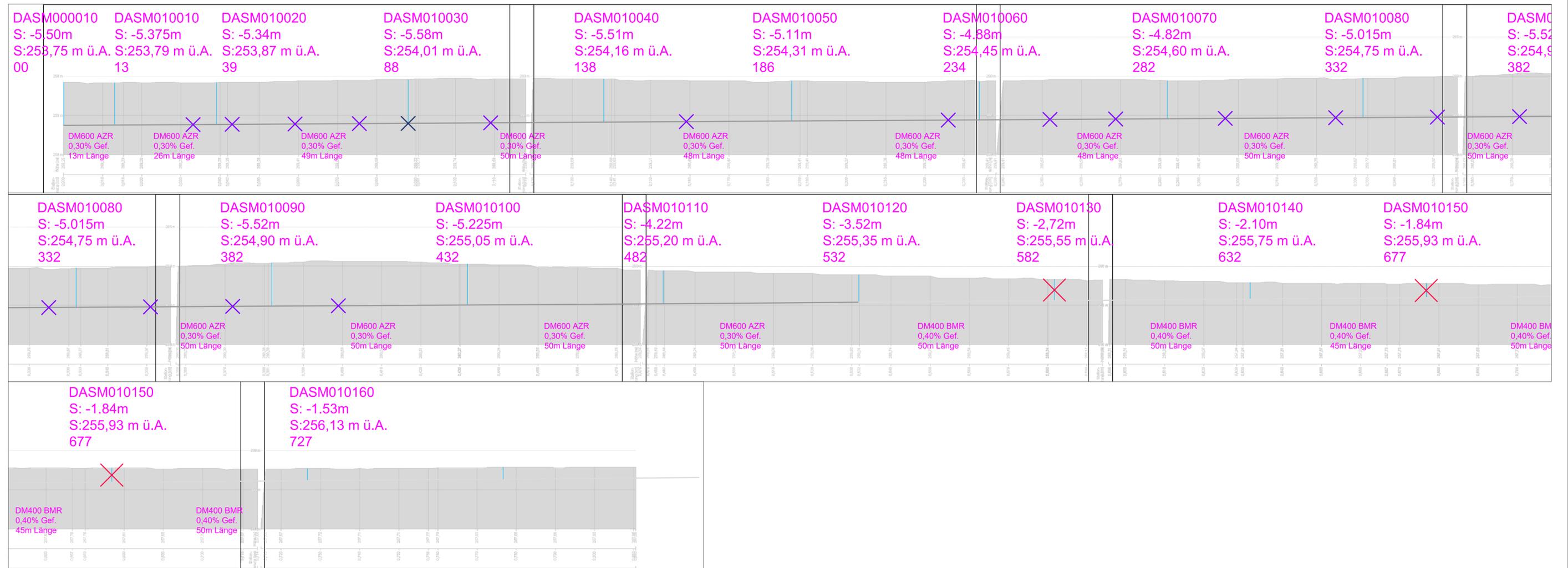
Digitales Ober
 Raum-Infoma
 A-4021 Linz, I
 Tel. +43 732-7
 Fax. +43 732-7
 http://doris.oö

- Legende:**
- Zu Sanierende Leitung:
 - Schächte
 - ✖ Schächte die aufgelassen werden
 - DM400 BMR (Betonmuffenrohr)
 - DM600 AZR/ AZ (Asbestzementrohr)
 - ✕ Hausanschluss
 - ✕ Anschluss weiterer Strang
 - Regionalleitung:
 - Schächte
 - Leitung

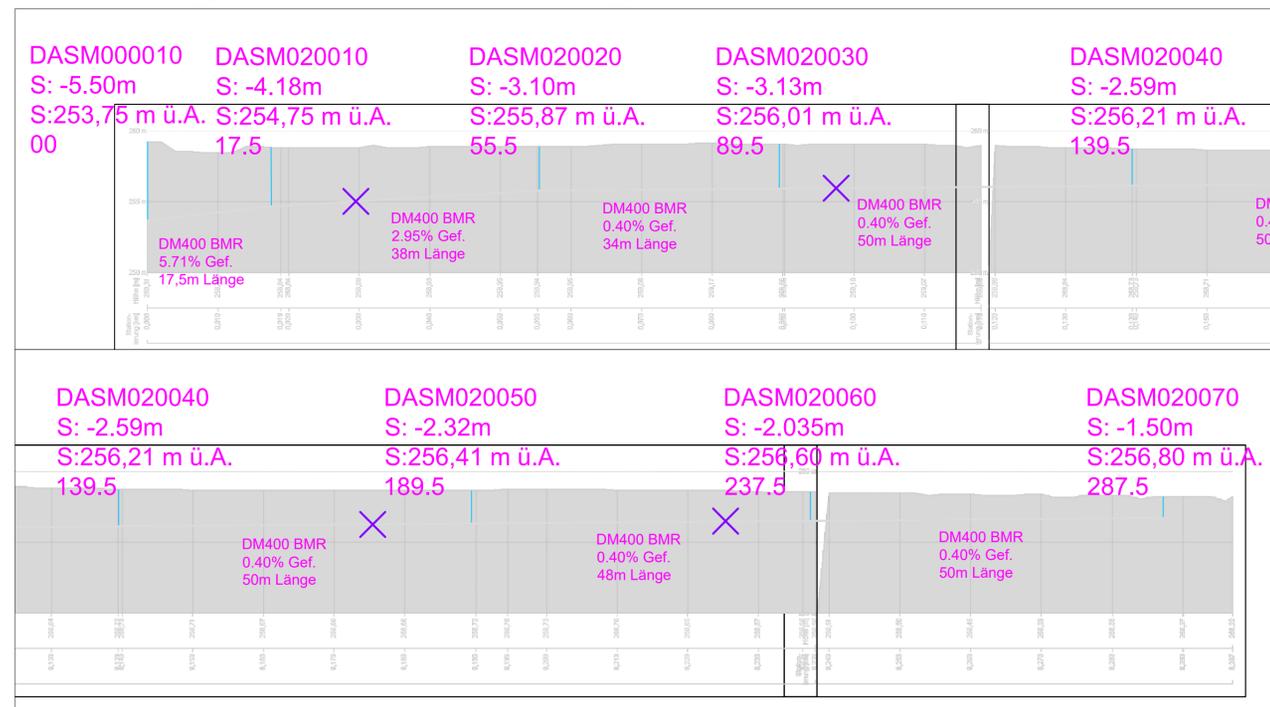
Planinhalt:
Grundriss
 Plangrundlagen:
 Kataster (DKM), Doris, Ehyd, Schadenbeistellung durch ZT

Maßstab:	Datum:	Gez.:
1:500	3/28/21	MS

Strang 01 Richtung Westen



Strang 02 Richtung Ost



Legende:
Zu Sanierende Leitung:
 ● Schächte
 ✗ Schächte die aufgelassen werden
 — DM400 BMR
 — DM600 AZR
 ✗ Hausanschluss
 ✗ Anschluss weiterer Strang
Regionalleitung:
 ● Schächte
 — Leitung

Planinhalt:
Strangansichten
 Plangrundlagen:
 Kataster (DKM), Doris, Ehyd

Maßstab: 1:500	Datum: 12/14/20	Gez.: MS
--------------------------	---------------------------	--------------------

Anhang B

Auflistung der Haltungen und Stränge des Fallbeispiels

Tab. 9.1: Auflistung der Schächte

Strang	Schacht	Tiefe
<i>Strang 0</i>	DASM000010	5,500
<i>Strang 1</i>	DASM010010	5,375
	DASM010020	5,340
	DASM010030	5,580
	DASM010040	5,510
	DASM010050	5,110
	DASM010060	4,880
	DASM010070	4,820
	DASM010080	5,015
	DASM010090	5,520
	DASM010100	5,225
	DASM010110	4,220
	DASM010120	3,520
	DASM010130	2,720
	DASM010140	2,100
	DASM010150	1,840
DASM010160	1,530	
<i>Strang 2</i>	DASM020010	4,180
	DASM020020	3,100
	DASM020030	3,130
	DASM020040	2,590
	DASM020050	2,320
	DASM020060	2,035
	DASM020070	1,500

Tab. 9.2: Darstellung Kanaleckdaten

Strang 1:	Material:
Schacht DASM000010 bis DASM010160	Betonmuffenrohr (BMR) DN400 Faserzement (FSZ) DN400 Asbestzementrohr (AZR) DN600
Stranglänge: 532 m AZR DN600 (Stat. 0 bis 532 m) 195 m BMR DN400 (Stat. 532 bis 727 m)	Stationierung: 0 bis 727 m
Strang 2:	Material:
Schacht DASM000010 bis DASM020070	Betonmuffenrohr (DN400)
Stranglänge: 287,5 m	Stationierung: 0 bis 287,5 m

Tab. 9.3: Auflistung der Haltungen

Strang	Haltung (von Schacht bis Schacht)	Material	DN	Länge
<i>Strang 1</i>	DASM000010 - DASM010010	AZ	600	13,0 m
	DASM010010 - DASM010020	AZ	600	26,0 m
	DASM010020 - DASM010030	AZ	600	49,0 m
	DASM010030 - DASM010040	AZ	600	50,0 m
	DASM010040 - DASM010050	AZ	600	48,0 m
	DASM010050 - DASM010060	AZ	600	48,0 m
	DASM010060 - DASM010070	AZ	600	48,0 m
	DASM010070 - DASM010080	AZ	600	50,0 m
	DASM010080 - DASM010090	AZ	600	50,0 m
	DASM010090 - DASM010100	AZ	600	50,0 m
	DASM010100 - DASM010110	AZ	600	50,0 m
	DASM010110 - DASM010120	AZ	600	50,0 m
	DASM010120 - DASM010130	BMR	400	50,0 m
	DASM010130 - DASM010140	BMR	400	50,0 m
	DASM010140 - DASM010150	BMR	400	45,0 m
DASM010150 - DASM010160	BMR	400	50,0 m	
Summe 727,0 m				
<i>Strang 2</i>	DASM000010 - DASM020010	BMR	400	17,5 m
	DASM020010 - DASM020020	BMR	400	38,0 m
	DASM020020 - DASM020030	BMR	400	34,0 m
	DASM020030 - DASM020040	BMR/ FSZ ²¹⁹	400	50,0 m
	DASM020040 - DASM020050	BMR	400	50,0 m
	DASM020050 - DASM020060	BMR	400	48,0 m
	DASM020060 - DASM020070	BMR	400	50,0 m
Summe 287,5 m				

²¹⁹ FSZ = Faserzementrohr Wechsel des Materials in der Haltungslänge (siehe Anhang C)

Anhang C

Schadensdokumentation Haltungen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010070 bis DASM010080

Haltungslänge:

50 m

Material:

Asbestzement

Stationierung:

282 bis 332

Schadensbegutachtung:

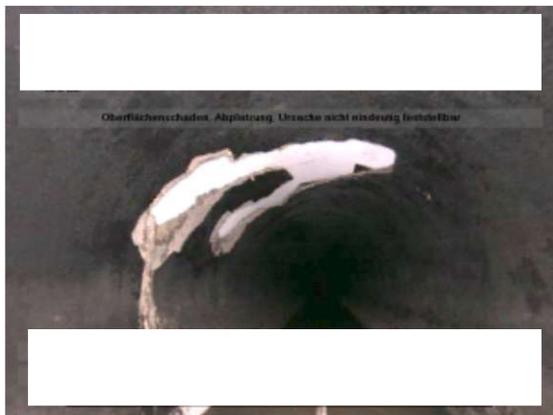
Stat. 289: BAP



Stat. 328: BAF B E



Stat. 311: BAL Z B



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010080 bis DASM010090

Haltungslänge:

50 m

Material:

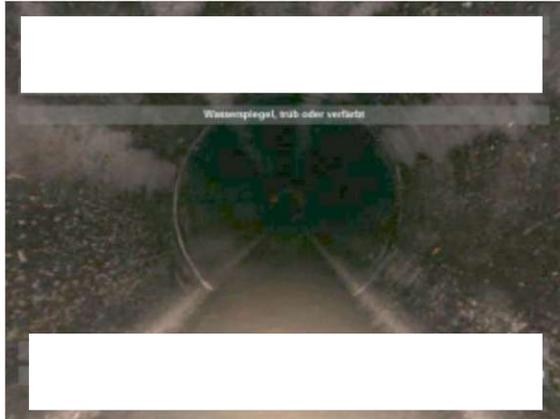
Asbestzement

Stationierung:

332 bis 382

Schadensbegutachtung:

Stat. 353: BAJ C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010090 bis DASM010100

Haltungslänge:

50 m

Material:

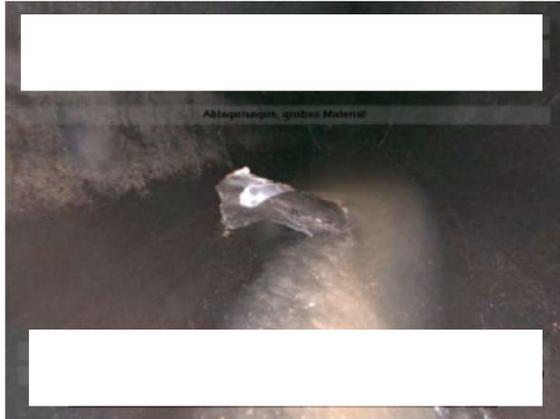
Asbestzement

Stationierung:

382 bis 432

Schadensbegutachtung:

Stat. 390: BBC B



Stat. 402: BAB B A und BBF A



Stat. 396: BAC B



Stat. 422: BAB B A und BBF A



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010100 bis DASM010110

Haltungslänge:

50 m

Material:

Asbestzement

Stationierung:

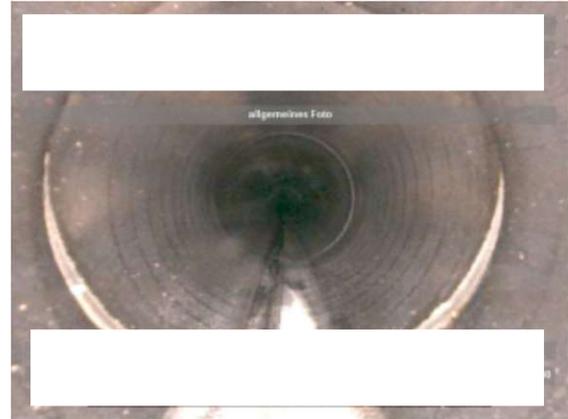
432 bis 482

Schadensbegutachtung:

Stat. 450: BAB B B



Stat. 465: BAJ C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010110 bis DASM010120

Material:

Asbestzement

Haltungslänge:

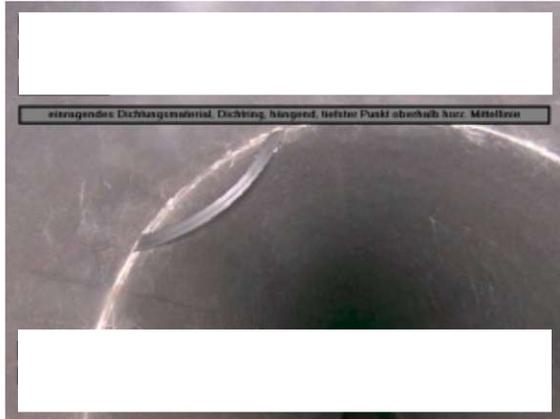
50 m

Stationierung:

482 bis 532

Schadensbegutachtung:

Stat. 490: BAI A B



Stat. 515: BAJ A



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010120 bis DASM010130

Haltungslänge:

50 m

Material:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

532 bis 582

Schadensbegutachtung:

Stat. 570: BAB B B



Stat. 576: BBA B 1%



Stat. 576: BAI A C



Stat. 580: BBC C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010130 bis DASM010140

Haltungslänge:

50 m

Material:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

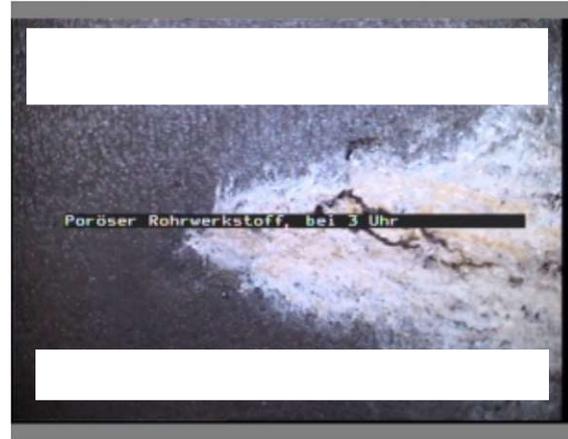
582 bis 632

Schadensbegutachtung:

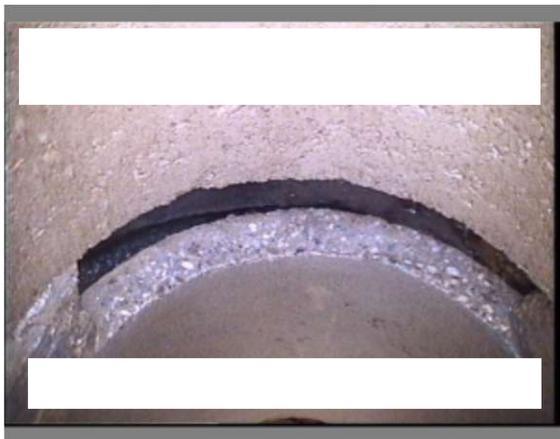
Stat. 585: BAB B A



Stat. 610: BAN



Stat. 590: BAC B



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010140 bis DASM010150

Haltungslänge:

45 m

Material:

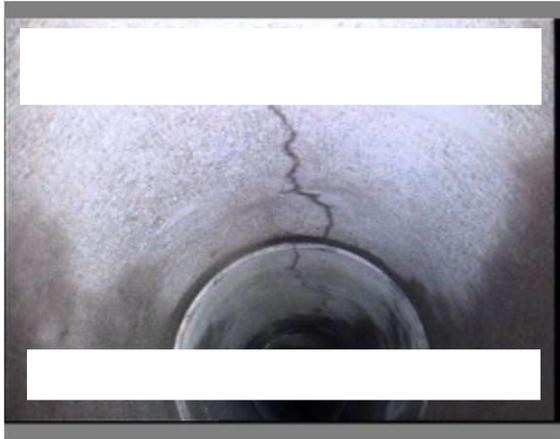
Betonmuffenrohr

Stationierung:

632 bis 677

Schadensbegutachtung:

Stat. 633: BAB B A



Stat. 647: BBF C



Stat. 640: BBF C



Stat. 650: BAJ C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM010150 bis DASM010160

Haltungslänge:

50 m

Material:

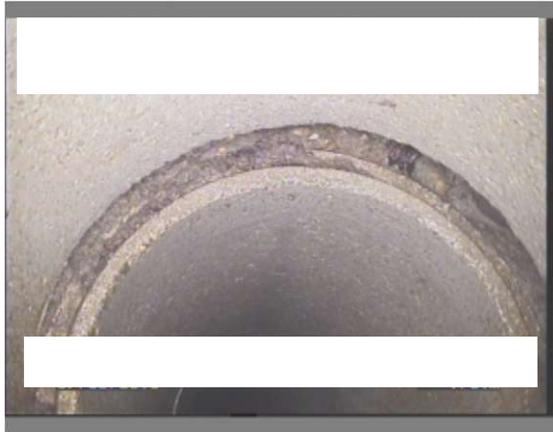
Betonmuffenrohr

Stationierung:

677 bis 727

Schadensbegutachtung:

Stat. 680: BAJ A



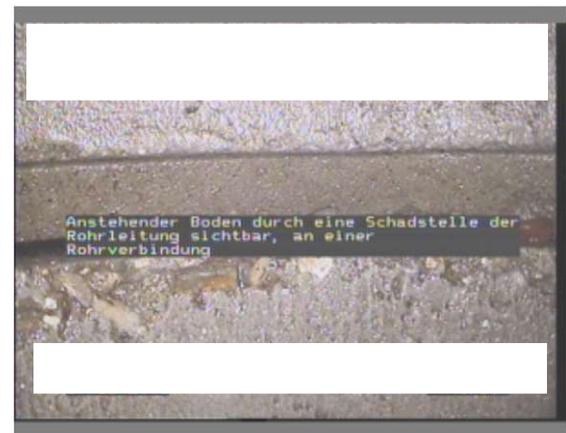
Stat. 700: BAJ A



Stat. 685: BAO



Stat. 720: BAJ A



Stat. 690: BAJ C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM000010 bis DASM020010

Haltungslänge:

17,5 m

Material:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

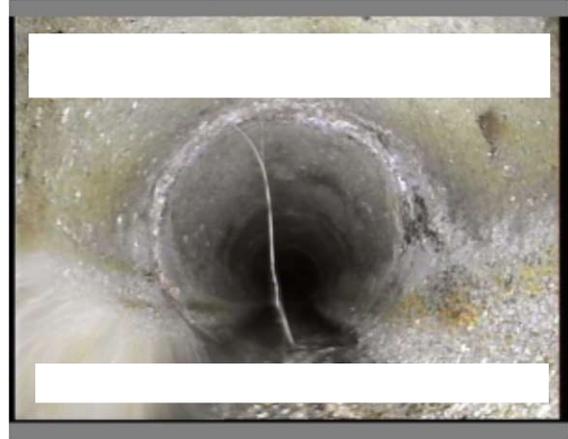
0 bis 17.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 3: BAC B



Stat. 15: BBA B



Stat. 12: BAJ C



Stat. 15: BAJ A



Stat. 13: BAP



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM020010 bis DASM020020

Haltungslänge:

38 m

Material:

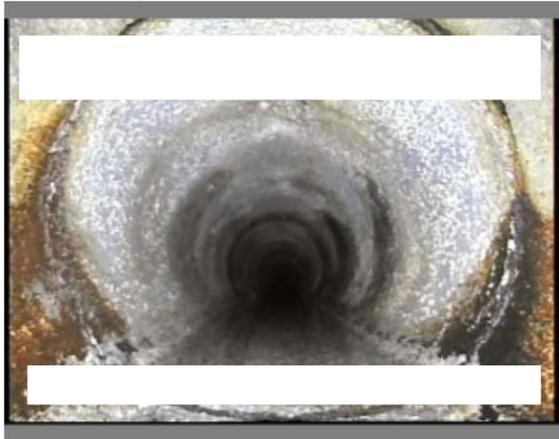
Betonmuffenrohr

Stationierung:

17.5 bis 55.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 20.5: BAJ C



Stat. 40.5: BAO



Stat. 35: BAJ B



Stat. 46: BAJ B



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM020020 bis DASM020030

Haltungslänge:

34 m

Material:

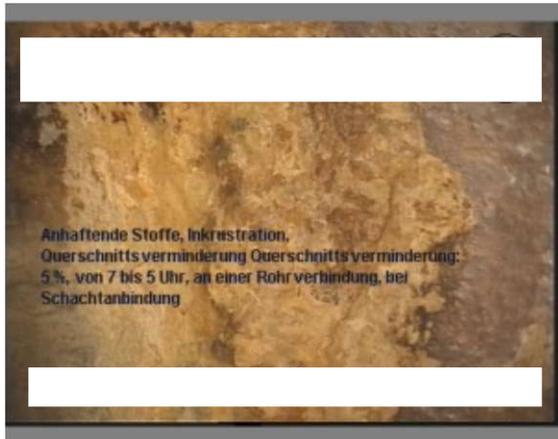
Betonmuffenrohr

Stationierung:

55.5 bis 89.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 56: BBB A



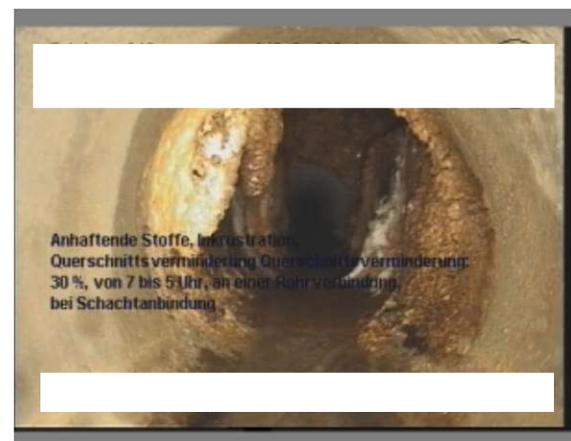
Stat. 75: BBF A



Stat. 67: BBB A



Stat. 80: BBB A



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM020030 bis DASM020040

Haltungslänge:

50 m

Material:

Beton- bzw. Faserzementrohr

Stationierung:

89.5 bis 139.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 97.5: BCA E A



Stat. 120: BAJ B



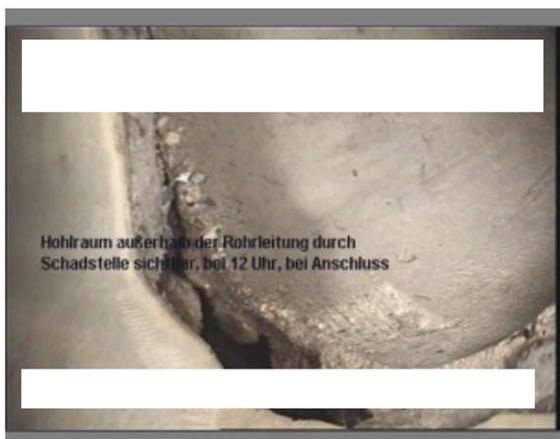
Stat. 97.5: BAH C



Stat. 130: BAJ B



Stat. 100: BAP



Anmerkung:

Materialwechsel von Betonmuffenrohr zu Faserzementrohr zw. Stationierung 97.5 und 100m.

Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM020040 bis DASM020050

Haltungslänge:

50 m

Material:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

139.5 bis 189.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 142.5: BBF C



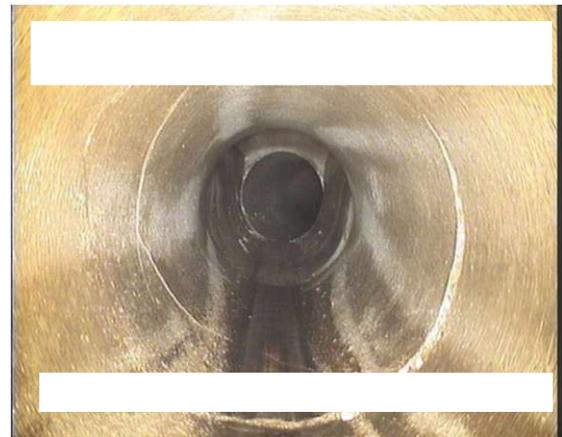
Stat. 160: BAB B A



Stat. 155: BAB B B



Stat. 170: BAB C C



Steckbriefe Schäden

Haltung:

Schacht DASM020050 bis DASM020060

Haltungslänge:

48 m

Material:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

189.5 bis 237.5

Schadensbegutachtung:

Stat. 225.5: BAH C



Stat. 225.5: BCA E A



Anhang D

Massenermittlung Sanierungsvarianten der Haltungen

Massenermittlung Variante A „Reparatur“

HD-Reinigung

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010070 bis DASM01080 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010080 bis DASM01090 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010090 bis DASM010100 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010100 bis DASM010110 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010110 bis DASM010120 (AZR); Haltungslänge 50 m
- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010130 bis DASM010140 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010140 bis DASM010150 (BMR); Haltungslänge 45 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010150 bis DASM010160 (BMR); Haltungslänge 50 m
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung von Schacht DASM000010 bis DASM020010 (BMR); Gesamtlänge 17,5 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020010 bis DASM020020 (BMR); Gesamtlänge 38 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020020 bis DASM020030 (BMR); Gesamtlänge 34 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR); Gesamtlänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020040 bis DASM020050 (BMR); Gesamtlänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR); Gesamtlänge 50 m

Abfräsen hineinragender Dichtung (Kanalroboter):

- Haltung zwischen Schacht DASM010XX0 bis DASM010XX0 (AZR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 490 m
- Haltung zwischen Schacht DASM010XX0 bis DASM010XX0 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 576 m

Abfräsen von hineinragenden Anschlüssen (Kanalroboter):

- Haltung zwischen Schacht DASM02030 bis DASM020040 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 97.5 m
- Haltung zwischen Schacht DASM02050 bis DASM020060 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 225.5 m

Untergrundvorbereitung und Verpressen/Verspachteln mittels Kanalroboter:

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600:
 - ◆ Haltung DASM010090 bis DASM010100:

- * Schadstelle Stat. 396 m: Abfräsen der Ränder und Verspachteln des Oberflächenschadens/ Rohrbruches
- * Schadstelle Stat. 402 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
- * Schadstelle Stat. 422 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung DASM010130 bis DASM010140:
 - * Schadstelle Stat. 585 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
 - * Schadstelle Stat. 590 m: Abfräsen der Ränder und Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
 - * Schadstelle Stat. 610 m: Abfräsen der Ränder und Verspachteln des Oberflächenschadens/Rohrbruches
 - ◆ Haltung DASM010140 bis DASM010150:
 - * Schadstelle Stat. 633 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
 - * Haltung DASM010150 bis DASM010160:
 - * Schadstelle Stat. 680 m: Abfräsen der Ränder und Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM000010 bis DASM020010 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 3 m: Abfräsen der Ränder und Verspachteln des Oberflächenschadens/Rohrbruches
 - * Schadstelle Stat. 15 m: Fräsen der einragenden Wurzeln
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 97.5 m: Einragender Anschluss, Abfräsen der Anschlusskanten und Verspachteln/Verpressen, Ordnungsgemäßen Anschluss herstellen
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 160 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
 - * Schadstelle Stat. 170 m: Vorbereiten der Oberfläche für einen Kurzliner
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020050 bis DASM020060 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 222.5 m: Einragender Anschluss, Abfräsen der Anschlusskanten und Verspachteln/Verpressen, Ordnungsgemäßen Anschluss herstellen
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 265.5 m: Abschrägen der verschobenen Verbindung und Vorbereitung der Oberfläche für den Einbau eines Kurzliners
 - * Schadstelle Stat. 280 m: Vorbereiten der Ränder und Oberfläche für einen Kurzliner

Reparatur mittels des Einbaus von Kurzlinern:

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600:
 - ◆ Haltung DASM010090 bis DASM010100
 - * Schadstelle Stat. 402 m: Einbau eines Kurzliners an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle)
 - * Schadstelle Stat. 422 m: Einbau eines Kurzliners an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle)

- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung DASM010130 bis DASM010140
 - * Schadstelle Stat. 585 m: Einbau von 4 Kurzlinern mit 1,5 m an der Schadstelle (Annahme: ca. 6,0 m lange Schadstelle)
 - * Schadstelle Stat. 590 m: Einbau eines Kurzliners mit Stützschauch an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle, Stützschauch für Hohlraum notwendig!)
 - ◆ Haltung DASM010140 bis DASM010150
 - * Schadstelle Stat. 633 m: Einbau von 4 Kurzlinern mit 1,5 m an der Schadstelle (Annahme: ca. 6,0 m lange Schadstelle)
 - ◆ Haltung DASM010150 bis DASM010160:
 - * Schadstelle Stat. 680 m: Einbau eines Kurzliners mit Stützschauch an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle, Stützschauch für Hohlraum notwendig!)
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 160 m: Einbau eines Kurzliners an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle)
 - * Schadstelle Stat. 170 m: Einbau eines Kurzliners an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle)
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 245.5 m: Einbau eines Kurzliners an der Schadstelle (Annahme: ca. 0,5 m lange Schadstelle)
 - * Schadstelle Stat. 280 m: Einbau eines Kurzliners mit Stützschauch an der Schadstelle (Annahme: ca. 1,5 m lange Schadstelle, Stützschauch für Hohlraum notwendig!)

Reparatur mittels des Einbaus von Stahl Manschetten:

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600:
 - ◆ Haltung DASM010070 bis DASM010080
 - * Schadstelle Stat. 289 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 311 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 328 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung DASM010080 bis DASM010090
 - * Schadstelle Stat. 353 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle

- ◆ Haltung DASM010100 bis DASM010110
 - * Schadstelle Stat. 450 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 465 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
- ◆ Haltung DASM010110 bis DASM010120
 - * Schadstelle Stat. 490 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 515 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung DASM010120 bis DASM010130
 - * Schadstelle Stat. 570 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 576 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung DASM010140 bis DASM010150
 - * Schadstelle Stat. 640 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 647 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 650 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung DASM010150 bis DASM010160
 - * Schadstelle Stat. 685 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 690 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 700 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 720 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM000010 bis DASM020010 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 12 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 13 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 15 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020010 bis DASM020020 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 20.5 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 35 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 40.5 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 46 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020020 bis DASM020030 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 67 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 75 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 100 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 120 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle

- * Schadstelle Stat. 130 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
- ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 142.5 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
 - * Schadstelle Stat. 155 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle
- ◆ Haltung zwischen Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR)
 - * Schadstelle Stat. 265.5 m: Einbau einer Stahlmanschette an der Schadstelle

Massenermittlung Variante B „Renovierung“

HD-Reinigung

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010070 bis DASM010080 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010080 bis DASM010090 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010090 bis DASM010100 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010100 bis DASM010110 (AZR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010110 bis DASM010120 (AZR); Haltungslänge 50 m
- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010130 bis DASM010140 (BMR); Haltungslänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010140 bis DASM010150 (BMR); Haltungslänge 45 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010150 bis DASM010160 (BMR); Haltungslänge 50 m
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung von Schacht DASM000010 bis DASM020010 (BMR); Gesamtlänge 17,5 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020010 bis DASM020020 (BMR); Gesamtlänge 38 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020020 bis DASM020030 (BMR); Gesamtlänge 34 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR); Gesamtlänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020040 bis DASM020050 (BMR); Gesamtlänge 50 m
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR); Gesamtlänge 50 m

Abfräsen hineinragender Dichtung (Kanalroboter):

- Haltung zwischen Schacht DASM010XX0 bis DASM010XX0 (AZR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 490 m
- Haltung zwischen Schacht DASM010XX0 bis DASM010XX0 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 576 m

Abfräsen von hineinragenden Anschlüssen (Kanalroboter):

- Haltung zwischen Schacht DASM02030 bis DASM020040 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 97.5
- Haltung zwischen Schacht DASM02050 bis DASM020060 (BMR)
 - ◆ 1 Stück bei Stationierung 225.5

Renovierung mittels vor Ort härtendem Schlauchlining:

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010070 bis DASM010080; Haltungslänge 50 m

- ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010080 bis DASM010090; Haltungslänge 50 m
- ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010090 bis DASM010100; Haltungslänge 50 m
- ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010110 bis DASM010120; Haltungslänge 50 m
- Strang 1: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130; Haltungslänge 50 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010130 bis DASM010140; Haltungslänge 50 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010140 bis DASM010150; Haltungslänge 45 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM010150 bis DASM010160; Haltungslänge 50 m
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM000010 bis DASM020010; Haltungslänge 17,5 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM020010 bis DASM020020; Haltungslänge 38 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM020020 bis DASM020030; Haltungslänge 34 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM020030 bis DASM020040; Haltungslänge 50 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM020040 bis DASM020050; Haltungslänge 50 m
 - ◆ Einbau eines Nadelfilz oder GFK Liners in der Haltung von Schacht DASM020060 bis DASM020070; Haltungslänge 50 m

Wiederherstellung der Kanalanschlüsse mittels Kanalroboter im Anschluss an das vor Ort härtende Schlauchlining:

- Strang 1: Asbestzementrohr DN600
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010070 bis DASM010080 2 Stück zum Wiederherstellen
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010080 bis DASM010090 2 Stück zum Wiederherstellen
 - ◆ Haltung von Schacht DASM010090 bis DASM010100 1 Stück zum Wiederherstellen
- Strang 2: Betonmuffenrohr DN400:
 - ◆ Haltung von Schacht DASM020010 bis DASM020020 1 Stück zum Wiederherstellen

- ◆ Haltung von Schacht DASM020030 bis DASM020040 1 Stück zum Wiederherstellen
- ◆ Haltung von Schacht DASM020040 bis DASM020050 1 Stück zum Wiederherstellen

Während der Ausführung sind Probestücke des Liners herzustellen und durch eine akkreditierte Prüfstelle folgende drei Prüfungen durchzuführen:

- Prüfung der Wanddicke
- Prüfung der Dichtheit
- 3-Punkt Biegeversuch

Massenermittlung Variante C „Teilerneuerung“

Abschnitte mit Bestand aus Asbestzementrohren:

- Haltung von Schacht DASM010070 bis DASM010080 (AZR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 289 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,80m im Mittel (i. M.)
 - ◆ Schadstelle Stat. 311 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 5,00m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 328 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,90m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010080 bis DASM010090 (AZR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 353 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 5,20m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010090 bis DASM010100 (AZR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 396 & 402 m: Öffnung der Oberfläche auf ca. 12 m, BxLxT: 2,00m x 13,0m x 5,70m i. M.; Wiederherstellen eines Anschlusses
 - ◆ Schadstelle Stat. 422 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 5,45m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010100 bis DASM010110 (AZR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 450 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,75m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 465 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,60m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010110 bis DASM010120 (AZR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 490 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,05m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 515 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,75m i. M.

Abschnitte mit Bestand aus Betonmuffenrohren:

- Haltung von Schacht DASM010120 bis DASM010130 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 570 & 576 m: Öffnung der Oberfläche auf ca. 12m, BxLxT: 2,00m x 13,0m x 2,60m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010130 bis DASM010140 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 585 & 590 m: Öffnung der Oberfläche auf ca. 12m, BxLxT: 2,00m x 13,0m x 2,55m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 610 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 2,40m i. M.
- Haltung von Schacht DASM010140 bis DASM010150 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 633 & 640 & 647 & 650 m: Öffnung der Oberfläche auf ca. 18 m, BxLxT: 2,00m x 20,0m x 1,95m i. M.

- Haltung von Schacht DASM010150 bis DASM010160 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 680 & 685 & 690 & 700 m: Öffnung der Oberfläche auf ca. 24 m, BxLxT: 2,00m x 26,0m x 1,55m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 720 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 1,50m i. M.
- Haltung von Schacht DASM000010 bis DASM020010 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 3 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 5,00m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 12 & 13 & 15 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,50m i. M.
- Haltung von Schacht DASM020010 bis DASM020020 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 20.5 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 4,20m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 35 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,80m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 40.5 & 46 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,65m i. M.
- Haltung von Schacht DASM020020 bis DASM020030 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 56 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,15m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 67 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,15m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 75 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,15m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 80 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,15m i. M.
- Haltung von Schacht DASM020030 bis DASM020040 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 97.5 & 100 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 3,10m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 120 & 130 m: Öffnung der Oberfläche auf zwei Rohrschusslängen (ca. 10 m), BxLxT: 2,00m x 13,0m x 2,75m i. M.
- Haltung von Schacht DASM020040 bis DASM020050 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 142.5 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 2,60m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 155 & 160 m: Öffnung der Oberfläche auf zwei Rohrschusslängen (ca. 10 m), BxLxT: 2,00m x 13,0m x 2,40m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 170 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 2,35m i. M.
- Haltung von Schacht DASM020050 bis DASM020060 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 225.5 m: Öffnung der Oberfläche Lokal auf der halben Rohrschusslänge, BxLxT: 3,0m (lt. Norm) x 4,0m x 2,15m i. M.

- Haltung von Schacht DASM020060 bis DASM020070 (BMR)
 - ◆ Schadstelle Stat. 245,5 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 1,90m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 265.5 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 1,70m i. M.
 - ◆ Schadstelle Stat. 280 m: Öffnung der Oberfläche auf einer Rohrschusslänge (ca. 5 m), BxLxT: 2,00m x 7,0m x 1,60m i. M.

Tab. 9.4: Aufstellung Öffnungsfläche und Tiefe Variante C

<i>Strang</i>	<i>Bez.</i>	<i>Öffnungs- fläche</i>	<i>Tiefe i. M.</i>	<i>Länge</i>	<i>Breite</i>
Strang 1	Kleinbaugrube Nr. 1	14 m ²	4,8 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 2	14 m ²	5,0 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 3	14 m ²	4,9 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 4	14 m ²	5,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 5	26 m ²	5,7 m	13,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 6	14 m ²	5,5 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 7	14 m ²	4,8 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 8	14 m ²	4,6 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 9	14 m ²	4,1 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 10	14 m ²	3,8 m	7,0 m	2,0 m
Strang 1	Kleinbaugrube Nr. 11	26 m ²	2,6 m	13,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 12	26 m ²	2,6 m	13,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 13	14 m ²	2,4 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 14	40 m ²	2,0 m	20,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 15	52 m ²	1,6 m	26,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 16	14 m ²	1,5 m	7,0 m	2,0 m
Strang 2	Kleinbaugrube Nr. 17	14 m ²	5,0 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 18	14 m ²	4,5 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 19	14 m ²	4,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 20	14 m ²	3,8 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 21	14 m ²	3,7 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 22	14 m ²	3,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 23	14 m ²	3,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 24	14 m ²	3,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 25	14 m ²	3,2 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 26	14 m ²	3,1 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 27	26 m ²	2,8 m	13,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 28	14 m ²	2,6 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 29	26 m ²	2,4 m	13,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 30	14 m ²	2,4 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 31	12 m ²	2,2 m	4,0 m	3,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 32	14 m ²	1,9 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 33	14 m ²	1,7 m	7,0 m	2,0 m
	Kleinbaugrube Nr. 34	14 m ²	1,6 m	7,0 m	2,0 m
	Summe	598 m²			
		Mittlere Werte	3,20 m	8,74 m	

Anhang E

Schadensdokumentation Schächte

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010030

Schachtsohltiefe:

5,58 m

Material Haltung:

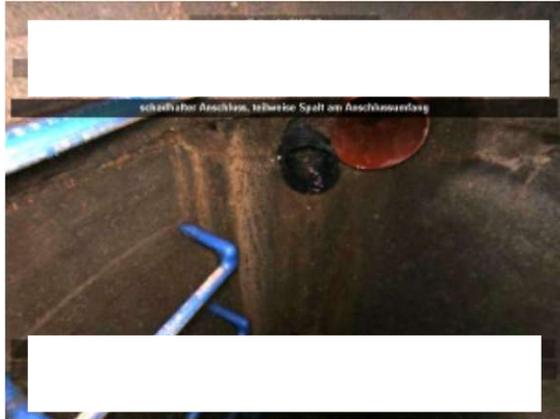
Asbestzement

Stationierung:

88

Schadensbegutachtung:

DAH C



DAR D



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
3,50	DAH C	Schadhafter Anschluss
0,0	DAR D	Schäden an Abdeckung

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010040

Schachtsohltiefe:

5,51 m

Material Haltung:

Asbestzement

Stationierung:

138

Schadensbegutachtung:

DBF AA



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
4,75	DBF AA	Schadhaftes Material/ Infiltration

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010090

Schachtsohltiefe:

5,52 m

Material Haltung:

Asbestzement

Stationierung:

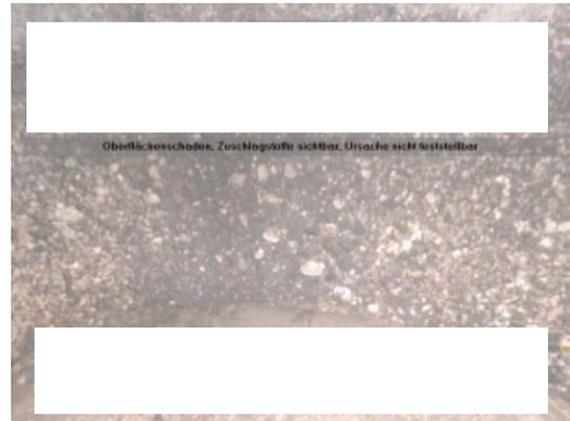
382

Schadensbegutachtung:

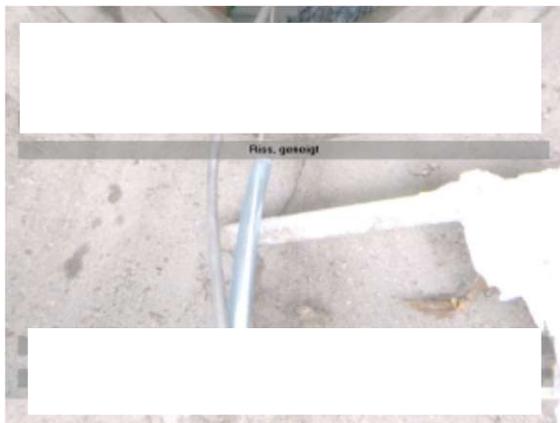
DAB BE



DAF CE



DAB BD



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
4,00	DAF CE	Oberflächenschaden
2,50	DAB BD	Riss geneigt
1,00	DAB BE	Riss vertikal

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010100

Schachtsohltiefe:

5,225 m

Material Haltung:

Asbestzement

Stationierung:

432

Schadensbegutachtung:

DBC B



DAR F



DAF CE



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
5,00	DBC B	Ablagerung Material
1,50	DAF CE	Oberflächenschaden
0,50	DAR F	Schäden an Abdeckung

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010110

Schachtsohltiefe:

4,22 m

Material Haltung:

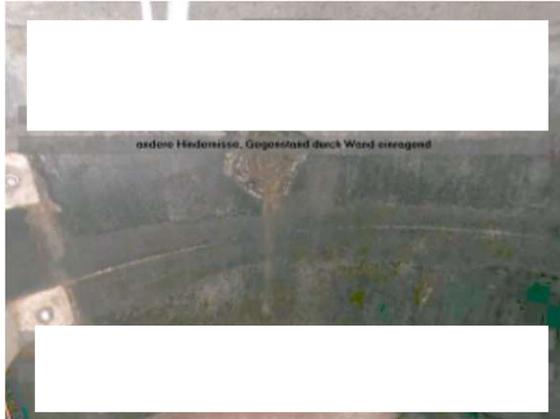
Asbestzement

Stationierung:

482

Schadensbegutachtung:

DBE D



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
2,25	DBE D	Einragendes Hindernis

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010120

Schachtsohltiefe:

3,52 m

Material Haltung:

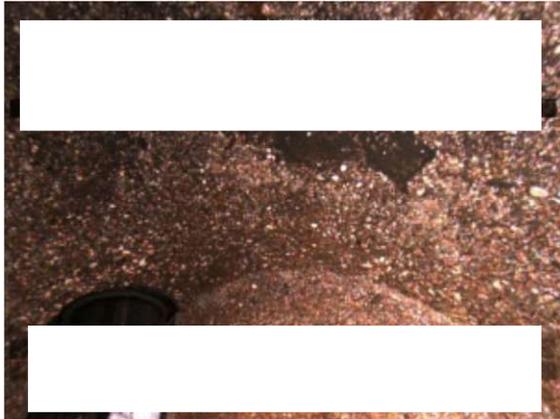
Asbestzement

Stationierung:

532

Schadensbegutachtung:

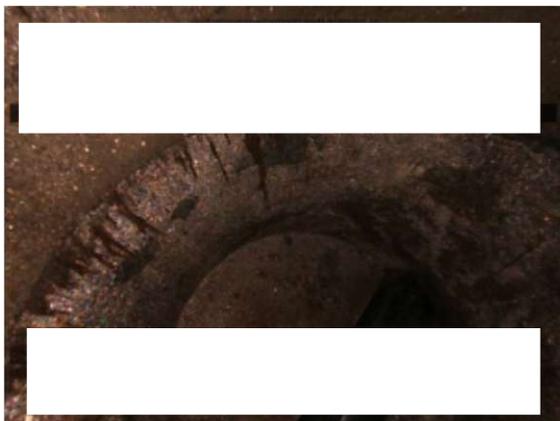
DAF CA A2



DRA B



DAF CA B2



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
3,25	DAF CA A2	Oberflächenschaden
3,00	DAF CA B2	Oberflächenschaden
2,75	DBA B	Einragende Wurzeln

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010130

Schachtsohltiefe:

2,72 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

582

Schadensbegutachtung:

DBF BA



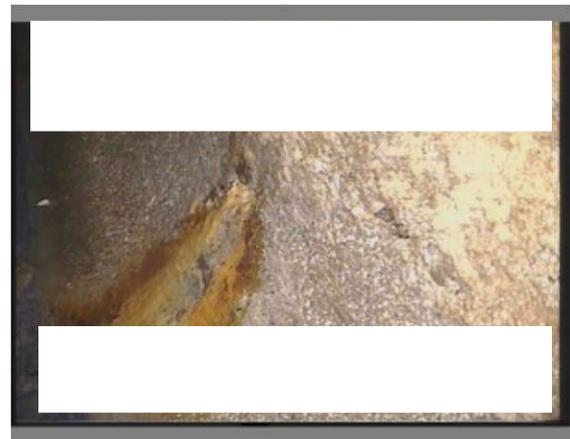
DAB BB



DAN



DBF BB



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
2,30	DBF BB	Schadhaftes Material/ Infiltration
2,00	DAB BB	Riss horizontal
1,80	DAN	Poröse Wand
1,20	DBF BA	Infiltration Fremdwasser

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010140

Schachtsohltiefe:

2,10 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

632

Schadensbegutachtung

DAB BC



DAC B



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
2,00	DAB BC	Rissbildung, Schachtsohle
0,30	DAC B	Einsturz, Schachtkopf

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010150

Schachtsohltiefe:

1,84 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

677

Schadensbegutachtung:

DBF BB



DAB BB



DAB BB



DAC B



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
1,70	DBF BB	Schadhaftes Material/ Infiltration
1,50	DAB BB	Riss horizontal
1,00	DAB BB	Riss horizontal
0,30	DAC B	Einsturz, Schachtkopf

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM010160

Schachtsohltiefe:

1,53 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

727

Schadensbegutachtung:

DBF AA



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
2,25	DBF AA	Schadhaftes Material/ Infiltration

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM020010

Schachtsohltiefe:

4,18 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

17.5

Schadensbegutachtung:

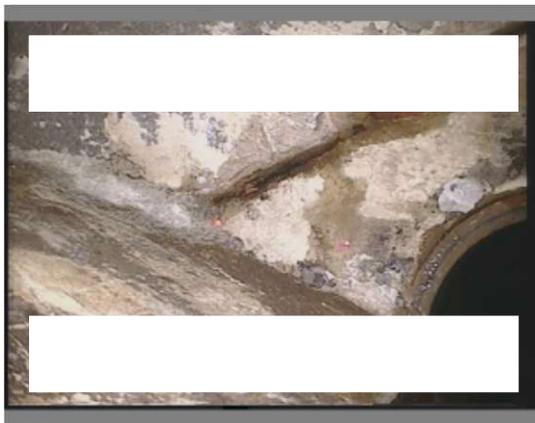
DBF BA



DBF BA



DAB BD



DAC B



DAB BB



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
4,00	DBF BA	Infiltration Fremdwasser
3,75	DAB BD	Riss geneigt
3,00	DAB BB	Riss horizontal
1,80	DBF BA	Riss vertikal
0,30	DAC B	Einsturz

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM020050

Schachtsohltiefe:

2,32 m

Material Haltung:

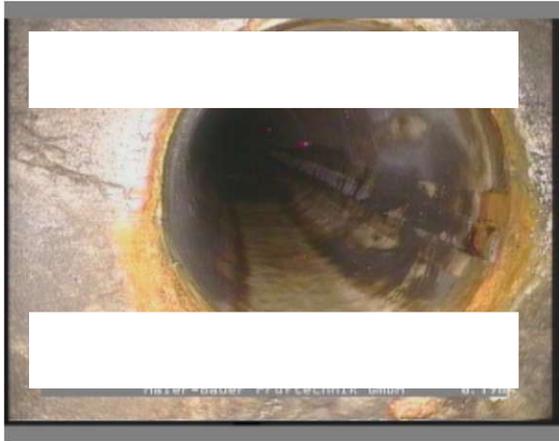
Betonmuffenrohr

Stationierung:

189.5

Schadensbegutachtung:

DBF BB



DAB BC



DAL Z



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
2,15	DBF BB	Infiltration Fremdwasser
1,35	DAL Z	Schadhafte Reparatur
0,80	DAB BC	Rissbildung, komplex

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM020060

Schachtsohlentiefe:

2,035 m

Material Haltung:

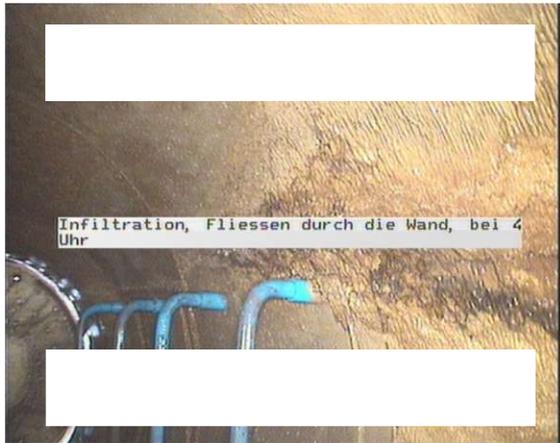
Betonmuffenrohr

Stationierung:

237.5

Schadensbegutachtung:

DBF CA



DBF BA



Schadensbeschreibung:

Tiefe	Bez.	Beschreibung
1,00	DBF CA	Infiltration Fremdwasser
0,60	DBF BA	Riss vertikal

Steckbriefe Schäden

Schacht:

Schacht DASM020070

Schachtsohltiefe:

1,50 m

Material Haltung:

Betonmuffenrohr

Stationierung:

287.5

Schadensbegutachtung:

DBF CA



DBF BA



Schadensbeschreibung:

<i>Tiefe</i>	<i>Bez.</i>	<i>Beschreibung</i>
1,30	DBB A	Inkrustation, anhaftendes Material
0,80	DBB A	Inkrustation, anhaftendes Material

Anhang F

Berechnungsblatt Kosten

<i>Kostensteigerung gem. Diplomarbeit: 18,91%</i>				
		Mittelwert	Mittelwert aufbasiert	Gewählte Kosten
Roboterverfahren				
Stundenlohnarbeiten	76 – 188 €/h	132 €/h	157 €/h	180 €/h
Wurzeln fräsen DN400	35 – 165 €/Stk.	100 €/Stk.	119 €/Stk.	130 €/Stk.
Wurzeln fräsen DN600	35 – 165 €/Stk.	100 €/Stk.	119 €/Stk.	140 €/Stk.
einragende Stutzen fräsen	63 – 165 €/Stk.	114 €/Stk.	136 €/Stk.	400 €/Stk.
Ablagerungen fräsen	120 – 188 €/h	154 €/h	184 €/h	180 €/h
Risse fräsen und mit Epoxidharz verpressen	62 – 92 €/Stk.	77 €/Stk.	92 €/Stk.	
"Vor Ort härtende" Kurzliner				
DN400 mm				
aus Gewebemanschetten; L=0,5m	341 – 685 €/Stk.	513 €/Stk.	611 €/Stk.	700 €/Stk.
aus Gewebemanschetten; L=1,5m	355 – 606 €/Stk.	481 €/Stk.	572 €/Stk.	
"Vor Ort härtende" Kurzliner				
DN600 mm				
aus Gewebemanschetten; L=0,5m	270 – 399 €/Stk.	335 €/Stk.	398 €/Stk.	800 €/Stk.
aus Gewebemanschetten; L=1,5m	490 – 712 €/Stk.	601 €/Stk.	715 €/Stk.	
Edelstahlmanschetten				
DN400 mm				
mit Elastomerdichtung; L=0,50m	355 – 606 €/Stk.	481 €/Stk.	572 €/Stk.	700 €/Stk.
mit Harzverklebung; L=0,50m	730 – 830 €/Stk.	780 €/Stk.	928 €/Stk.	
Edelstahlmanschetten				
DN600 mm				
mit Elastomerdichtung; L=0,50m	465 – 880 €/Stk.	673 €/Stk.	800 €/Stk.	800 €/Stk.
mit Harzverklebung; L=0,50m	950 – 1200 €/Stk.	1075 €/Stk.	1279 €/Stk.	
„Vor Ort Härtendes“ Schlauchlining				
DN400	130 – 170 €/m	150 €/m	179 €/m	175 €/m
DN600	265 – 305 €/m	285 €/m	339 €/m	330 €/m
Teilerneuerung				
Prozentsatz für konventionelle Bauweise ist anzuwenden				
DN400; Betonmuffenrohr	375 – 690 €/m	533 €/m	634 €/m	630 €/m
DN600; Asbestzement; Preis gem. der Diplomarbeit		1130 €/m	1344 €/m	1350 €/m

Bezeichnung	Kosten
Gemeinkosten	€ 12 750,00
Roboterverfahren	€ 4 650,00
Edelstahlmanschetten	€ 24 500,00
Kurzliner	€ 16 350,00
Nebenleistungen	€ 12 035,75

Anteilig an Gesamtsumme

Baustellengemeinkosten	18,14%
Roboterverfahren	6,62%
Edelstahlmanschetten	34,86%
Kurzliner	23,26%
Nebenleistungen	17,12%

Sanierungssumme	Kosten
Roboterverfahren	€ 4 650,00
Edelstahlmanschetten	€ 24 500,00
Kurzliner	€ 16 350,00
Summe Leistung Sanierung	€ 45 500,00

Arbeitszeit	17 Stk Haltungen
2 Haltungen pro Arbeitstag	8,50 AT
3 Haltungen pro Arbeitstag	5,67 AT
Mittelwert	7,08 AT
Gewählt	7,00 AT

Berechnungsformel

Partie- + Materialeinsatz $6\,500,00 \text{ €} / \text{AT} = 45\,500 \text{ €} / 7 \text{ AT}$
Regelpartiesatz Personal 2 Arbeiter
Kosten/Person $3\,250,00 \text{ €} / \text{AT} = 6\,500 \text{ €} / 2 \text{ Arbeiter}$

Technische Lebensdauer

Roboterverfahren	keine Angabe
Edelstahlmanschetten	10 - 15 Jahre
Kurzliner	10 - 25 Jahre

Anteilig an Leistung Sanierung

Roboterverfahren	10,22%
Edelstahlmanschetten	53,85%
Kurzliner	35,93%

Gewichtetes Mittel	14,50 Jahre
Gewählte technische Lebensdauer	15,00 Jahre

Summe Kosten Variante A	€ 70 285,75
technische Lebensdauer	15,00 Jahre
Investitionskosten/Jahr	€ 4 685,72

Bezeichnung	Kosten
Gemeinkosten	€ 27 500,00
Schlauchlining	€ 144 887,50
Prüfleistungen	€ 9 000,00
Nebenleistungen	€ 12 835,75

Anteilig an Gesamtsumme

Baustellengemeinkosten	14,16%
Schlauchlining	74,60%
Prüfleistungen	4,63%
Nebenleistungen	6,61%

Sanierungssumme	Kosten
Schlauchlining	€ 144 887,50
Summe Leistung Sanierung	€ 144 887,50

Arbeitszeit	17 Stk Haltungen
2 Haltungen pro Arbeitstag	8,50 AT
3 Haltungen pro Arbeitstag	5,67 AT
Mittelwert	7,08 AT
Gewählt	8,00 AT

Berechnungsformel

Partie- + Materialeinsatz $18\,110,94 \text{ €/AT} = 144\,887,50 \text{ €} / 8 \text{ AT}$
Regelpartiesatz Personal 2 Arbeiter
Kosten/Person $9\,055,47 \text{ €/AT} = 18\,110,94 \text{ €} / 2 \text{ Arbeiter}$

Technische Lebensdauer

Schlauchlining	50 Jahre
Gewählte technische Lebensdauer	50 Jahre

Summe Kosten Variante B € 194 223,25
technische Lebensdauer 50,00 Jahre
Investitionskosten/Jahr € 3 884,47

Bezeichnung	Kosten
Baustellengemeinkosten	€ 14 728,75
Kleinbaugruben	€ 252 900,00
Regieleistungen	€ 9 025,00
Anteilig an Gesamtsumme	
Gemeinkosten	5,32%
Kleinbaugruben	91,41%
Regieleistungen	3,26%

Teilerneuerung	Kosten
Kleinbaugruben	€ 252 900,00
Summe Leistung Sanierung	€ 252 900,00

Arbeitszeit	34 Stk. Kleinbaugruben
1,0 Baugruben je AT	34,00 AT
Mittelwert	34,00 AT
Gewählt	34,00 AT

Berechnungsformel

Partie- + Materialeinsatz $7\,438,24 \text{ €/AT} = 252\,900 \text{ €} / 7 \text{ AT}$

Regelpartiesatz Personal 4 Arbeiter

Kosten/Person $1\,859,56 \text{ €/AT} = 7\,438,24 \text{ €} / 4 \text{ Arbeiter}$

Technische Lebensdauer	
Vor Ort härtendes Schlauchlining	60 - 80 Jahre
Mittelwert	70 Jahre

Summe Kosten Variante C € 276 653,75

technische Lebensdauer 70,00 Jahre

Investitionskosten/Jahr € 3 952,20

Anhang G

Leistungen Sanierungen Haltungen

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P	ZZ	V	w	G	K	V	Positionspreis
	Menge EH								

Ausschreibungs LV / Geschlossenes LV

01 Variante - Reparatur **Z**

01 02 Baustellengemeinkosten

Ständige Vorbemerkungen

1. Zusätzliche Baustelleneinrichtung

Sind für zusätzliche Baustelleneinrichtungen, -räumungen und -umstellungen (Sondergründungen, Ankerungsarbeiten u.dgl.) keine Positionen im LV vorgesehen, so sind die diesbezüglichen Kosten mit dem Pauschalpreis der Baustelleneinrichtung abgegolten. Die zeitgebundenen Kosten für die zusätzliche Baustelleneinrichtung sind mit den zugehörigen Leistungspositionen abgegolten. Falls Positionen für eine zusätzliche Baustelleneinrichtung vorhanden sind, dann sind diese im Umfeld der jeweiligen Leistungspositionen zu finden.

2. Bezeichnung "UT"

In dieser LB steht "UT" für "Unter Tage", das sind Leistungen, die nach ÖNORM B 2203-1 oder ÖNORM B 2203-2 ausgeschrieben und vergütet werden.

3. Angeführte Normen und Richtlinien

ÖNORM B 2203-1: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb,

ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb,

ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm,

RVS 05.05.41: Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen,

RVS 12.02.11: Einheitliche Kennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen.

01 02 01 Einrichten der Baustelle

01 02 01 01

Mit dem Einheitspreis werden die einmaligen Kosten für die Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten. Die Leistung umfasst die Aufschließung des für die Baustelleneinrichtung erforderlichen Geländes (Roden, Oberbodenabtrag, Einebnen u.dgl.), Antransport, Abladen, Aufstellen und Einrichten aller notwendigen Baulichkeiten wie Baubaracken, Kantinen, Baubüros, Bauhütten, Unterkunftsräume, sanitäre Anlagen, Lagerschuppen, Werkstätten, Labors u.dgl., einschließlich des allfällig erforderlichen Abbrechens und des Wiederaufstellens (Umsetzen). Ferner das Herstellen der Absperrungen sowie das Aufstellen von Verkehrszeichen soweit diese den Baustellenbereich bezeichnen oder absichern. Die Leistung beinhaltet auch:

- den Anschluss der Baustelle und ihrer Einrichtungen je nach Bedarf an Stromversorgungs-, Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsanlage,
- den Antransport, das Abladen, das Aufstellen und allfällige Umstellen der zur vertragsgemäßen Durchführung der Bauarbeiten erforderlichen Maschinen, Geräte, Transportmittel, Gerüste, Beleuchtung, Werkzeuge, Ersatzteile u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Errichtung von geeigneten Zufahrten vom öffentlichen Straßennetz zur Baustelle sowie zu Lager-, Arbeits- und Deponieplätzen u.dgl., einschließlich der Vorkehrungen für die schadlose Ableitung der dort anfallenden Oberflächenwässer, soweit im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Beschaffung von Grundflächen für die Baustelleneinrichtung außerhalb des Baustellenbereiches, sofern diese nicht vom Auftraggeber kostenlos zur Verfügung gestellt werden,
- ein mehrmaliges, gänzlich oder teilweises Einrichten der Baustelle, sofern

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer **Positionstext** *P Z Z V w G K V*
Menge EH Einheitspreis *Positionspreis*

dies durch eine Baudurchführung, die in getrennten Zeiträumen erfolgt, erforderlich wird und dies aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht.

Gesondert vergütet wird:

- die Baustelleneinrichtung für Sondermaßnahmen, soweit im Leistungsverzeichnis dafür Positionen vorhanden sind,
- ein allfällig nachträglich angeordnetes Umstellen.

01 02 01 01 A **Einrichten der Baustelle**
1,00 PA EP : 1 000,00 EUR 1 000,00

01 02 01 Einrichten der Baustelle 1 000,00

01 02 02 Zeitgebundene Kosten der Baustelle

01 02 02 01 Mit dem Einheitspreis werden die zeitgebundenen Kosten des Baustellenbetriebes wie Gehälter, unproduktive Löhne (z.B. Vermessung, Reinigung, Bewachung u.dgl.), einschließlich Lohnnebenkosten, Reisekosten u.dgl., Kosten des Betriebes von Personenkraftwagen für das Baustellenpersonal sowie sonstige Kosten der Baustelle wie Miete, Pachtzins, Gebühren, Versicherungsprämien, Beheizung, Beleuchtung, Telefon, ferner Kosten des Betriebes besonderer Anlagen, z.B. von Unterkünften, Aufenthaltsräumen, Küchen, Kantinen, Stromerzeugungs-, Wasserversorgungsanlagen u.dgl., abgegolten.

Wird vom AN die vorgesehene Bauzeit unterschritten, so werden unabhängig davon "zeitgebundene Kosten Bauzeit" im ausgeschriebenen Ausmaß vergütet. Für die Tage nach der vorzeitigen Baufertigstellung werden keine Schlechtwettertage vergütet. Wird die Bauzeit aus Gründen, die in der Sphäre des AN liegen, überschritten, so erfolgt für den Zeitraum der Überschreitung keine Vergütung der zeitgebundenen Kosten.

Die Leistung beinhaltet auch:

- das Bereithalten der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind,
- das Betreiben der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind,
- allfällige Verkehrsführungen und Verkehrssicherungen geringfügigen Umfanges wie Blinklichter, Absperrungen, Verkehrszeichen u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür vorgesehen sind.

01 02 02 01 A **Zeitgebundene Kosten Bauzeit PA**
Verrechnet wird:
• anteilig zur Bauzeit.
1,00 PA EP : 1 500,00 EUR 1 500,00

01 02 02 Zeitgebundene Kosten der Baustelle 1 500,00

01 02 04 Räumen der Baustelle

01 02 04 01 Mit dem Pauschalpreis sind die einmaligen Kosten für die Räumung der Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten.

Die Leistung beinhaltet auch:

- das Aufräumen der Baustelle und die nachgewiesene Instandsetzung der durch die Einrichtungen und den Baubetrieb in Anspruch genommenen Grundstücke, Verkehrsflächen, Wasserläufe u.dgl.,
- die Kosten für die Durchführung in zeitlich getrennten Zeiträumen, sofern aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht, dass dadurch ein mehrmaliges, gänzlich oder teilweises Räumen der Baustelle erforderlich wird.

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Einheitspreis	Positionspreis
01 02 04 01 A	Räumen der Baustelle				
		1,00 PA	EP :	1 000,00 EUR	1 000,00
01 02 04	R%umen der Baustelle				1 000,00
01 02 09	Baustellensicherung				
01 02 09 01	Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen				
	Besondere Maßnahmen für die Aufrechterhaltung des Straßen- und/oder Bahnverkehrs wie in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben. Mit dieser Position werden sämtliche über die geringfügigen Verkehrsführungs- und Verkehrssicherungsmaßnahmen hinausgehenden, besonders erforderlichen Leistungen und Maßnahmen abgegolten, welche in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben sind, wie Absicherungen, Verkehrsregelungen, Errichtung und Abtrag allfällig erforderlicher Umleitungen, u.dgl., soweit im LV nicht die gesonderte Vergütung einzelner Leistungen vorgesehen ist. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none">• Bereithalten der Einrichtungen für die Absicherungen und Verkehrsregelungen,• das Bereithalten von Umleitungen und deren Beläge,• das Beistellen der Materialien,• die allfällige Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Gesondert vergütet wird: <ul style="list-style-type: none">• die aus den besonderen Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen entstehenden besondere Verkehrserschwernisse,• Behelfsbrücken samt den zugehörigen Anschlussrampen.				
		1,00 PA	EP :	500,00 EUR	500,00
01 02 09	Baustellensicherung				500,00
01 02	Baustellengemeinkosten				4 000,00
01 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen				
	Ständige Vorbemerkungen				
	1. Allgemeines				
	Den Angebotsunterlagen ist eine genaue Systembeschreibung beizulegen. Vor Beginn der Arbeiten wird die Sanierungsstrecke in begeh- bzw. befahrbarem Zustand an den AN übergeben, bzw. wird eine eventuell erforderliche Erstreinigung gesondert vergütet. Alle weiteren für die ordnungsgemäße systembedingte Leistungserbringung erforderlichen Reinigungsarbeiten werden gem. entsprechenden Positionen, einmal pro zu sanierender Leitungsstrecke, vergütet, ausgenommen höhere Gewalt. Für das Endprodukt muss bei Trinkwasserleitungen ein Nachweis über die Trinkwassertauglichkeit für die eingebauten Materialien erbracht werden. Bei Abwasserleitungen ist die Unbedenklichkeit der eingebauten Materialien für das Grundwasser nachzuweisen. Die Dimensionsangaben beziehen sich jeweils auf die Innenabmessungen der Altbestandsleitung (DN = ID = Innendurchmesser), wenn nicht bei den einzelnen ULG eine andere Festlegung erfolgt. Bei Anschlussleitungen ist jeweils die Innenabmessung (ID) des einmündenden Rohres angegeben.				
	2. Ausführung				
	Allfällige Einbautenumlegungen werden bei rechtzeitiger Bekanntgabe durch den AN vom AG veranlasst. Behinderungen (zeitlich oder technisch) können daher aus diesem Umstand nicht geltend gemacht werden. Bei Freispiegelleitungen sind die Anpassungsarbeiten am Anfang und am Ende der Sanierungsstrecke an die bestehende Sohle mit gleichwertigem Material				

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionennummer Positionstext Menge EH Einheitspreis P ZZ V w G K V Positionspreis

ohne gesonderte Vergütung herzustellen, soweit nicht entsprechende Pos. in den einzelnen ULG vorhanden sind.

3. Ausmaß und Verrechnung

Die Ausmaßermittlung erfolgt in der Rohrachse gemessen. Die Vergütung erfolgt nach der Länge der sanierten Strecke. Zwischenschächte werden nicht in Abzug gebracht. Die Herstellung der Montagegruben wird, soweit nicht Positionen in der gegenständlichen LG enthalten sind, nach den Positionen der anderen Leistungsgruppen dieser LB vergütet. Sind Schächte nach gegenständlicher LG im LV enthalten, werden der Oberflächenabtrag, Straßeninstandsetzungen, Baustellenentsorgung und Transporte sowie das Wiederverfüllen inklusive Materiallieferung im Ausmaß der tatsächlichen, max. aber nach den in den jeweiligen Positionstexten der LB-VI festgelegten Abmessungen gesondert vergütet.

Die Anzahl der Montagegruben wird vom AG in den Ausschreibungsunterlagen vorgegeben. Angaben über Baugrubengrößen (BL) gelten unter der Annahme, dass sich keine störenden Einbauten bzw. Kabel und andere querende oder parallel verlaufende Leitungen im Bereich der maximal verrechenbaren Größe dieser Baugruben befinden. Sollte dadurch eine Vergrößerung der Montagegruben erforderlich werden, so wird dies gesondert vergütet.

Die Leistung beinhaltet auch:

- den unterirdischen Transport aller erforderlichen Materialien, Fahrzeuge, Werkzeuge und Geräte von Schacht zu Schacht,
- bei schließbaren Profilen die Installation, das Bereithalten und Betreiben einer geeigneten Beleuchtung und Belüftung des Profils,
- die Befahrung des zu sanierenden Leitungsabschnittes mit der TV-Kamera unmittelbar vor Inangriffnahme der Sanierungsmaßnahmen,
- verfahrensbedingte Schicht- oder Dekadenbetriebe und die Einholung der dafür erforderlichen Genehmigungen.

Gesondert vergütet wird:

- die Kanalwasserhaltung, sofern diese über das Setzen eines Absperrorganes zum Rückstau während der Arbeiten hinausgeht.

4. Protokolle für die verwendeten Materialien

Für die verwendeten Materialien sind allgemeine Nachweise hinsichtlich der Eignung für das Medium (z.B. Trinkwassertauglichkeit), der chemischen Beständigkeit, mechanischer Beanspruchbarkeit, Verträglichkeit mit den vorhandenen Baustoffen und Rohrmaterial (Beton, Ziegel) sowie die Umweltverträglichkeit hinsichtlich Boden- und Grundwasserverunreinigung, bzw. spezielle Nachweise nach den ausgeschriebenen Vorgaben des AG vorzulegen.

01 14 01

Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl.

Diese Leistungen werden für die zusätzlichen Aufwendungen der Baustelleneinrichtung und der Räumung im Zusammenhang mit der gegenständlichen Unterleistungsgruppe vergütet.

01 14 01 01

Diese Position gilt für Sonderbaumaßnahmen, auch bei Baumaßnahmen mit Längserstreckung. Antransportieren, Aufstellen und Einrichten aller Baustelleneinrichtungen für Spezialgeräte und dergleichen, die zum sach- und fristgerechten Erbringen der Leistung erforderlich sind.

Die Leistung beinhaltet auch:

- das Nachziehen bei einer längererstreckten Baustelle.

01 14 01 01 A

Baustelleneinrichtung unterird. Wiederherstellung

Strecke: *Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m*

Verfahren: *gem. Beschreibung*

1,00 PA

EP :

3 750,00 EUR

3 750,00

01 14 01 03

Einrichtungen und Geräte bereit- und Instandhalten, inklusive Mieten, Gebühren, Baustellenregie und dergleichen.

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Einheitspreis	Positionspreis
01 14 01 03 A	Gerätek.u.zeitgeb.Baust.reg.unterird.WH/PA Gerätekosten und zeitgebundene Kosten der Baustelle für unterirdische Wiederherstellung. Strecke: <i>Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m</i> Verfahren: <i>gem. Beschreibung</i>	1,00	PA	EP : 2 100,00 EUR	2 100,00
01 14 01 06	Sonderbaustelleneinrichtung unterirdische Wiederherstellung räumen. Abtragen, Aufladen und Abtransportieren der gemäß Pos. "Sonderbaustelleneinrichtung für unterirdische Wiederherstellung" erforderlichen Einrichtungen, Geräte und dergleichen. Entfernen allfälliger Baulichkeiten der Baustelleneinrichtungen. Die zur Verfügung gestellten Flächen sind in ordnungsgemäßem Zustand zu übergeben.				
01 14 01 06 A	Räumen unterirdische Wiederherstellung Strecke: <i>Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m</i> Verfahren: <i>gem. Beschreibung</i>	1,00	PA	EP : 2 400,00 EUR	2 400,00
01 14 01 10	Statik für unterirdische Wiederherstellung. Die statische Berechnung muss von einem Ziviltechniker erstellt oder geprüft sein und ist dem AG in 3-facher Ausfertigung zeitgerecht vor Beginn der Arbeiten zu übergeben. Die Angabe von Bodenkennwerten, Mindestmaterialkennwerten und Lastfällen erfolgt durch den AG.				
01 14 01 10 A	Statik unterirdische Wiederherstellung	1,00	PA	EP : 250,00 EUR	250,00
01 14 01 11	Sanierungsdokumentation für Freispiegelleitungen, Schächte und Sonderbauwerke nach Vorgaben des AG. Bereitstellen und Vorhalten des erforderlichen Equipments zur Dokumentation der Sanierungsmaßnahmen vor Ort. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • Evtl. erforderliche Software des AN • Datenaufbereitung und Prüfung laut Vorgaben des AG. • Erstellen eines Datenträgers laut Schnittstellendefinition des AG. 				
01 14 01 11 A	Sanierungsdokumentation unterirdische Wiederherstellung Software des AG: <i>in Abstimmung mit AG</i> . Datenträgerformat: <i>in Abstimmung mit AG</i> .	1,00	PA	EP : 250,00 EUR	250,00
01 14 01	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrll.				8 750,00
01 14 02	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen				
01 14 02 02	Reinigung mittels Hochdruckwasserstrahl Kreisprofil. Reinigen der wiederherzustellenden Leitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x - x mm mittels Hochdruckwasserstrahl und Absaugen des Räumgutes (wie Verschmutzungen, grobe Ablagerungen, abgetragenes Gut und lose Teile) sowie dessen unterirdischer Transport. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • das erforderliche Spülwasser. Gesondert vergütet wird: <ul style="list-style-type: none"> • das Laden und Wegschaffen des Räumgutes. Verrechnet wird: <ul style="list-style-type: none"> • nach Länge, • Kurzlängen bis 10 m werden unabhängig der Leitungsdimension in Stück vergütet. 				

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext			Einheitspreis	P ZZ V w G K V Positionspreis
		Menge	EH		
01 14 02 02 B	Hochdruck-Reinigung ID> 200-400 mm				
	484,50 m EP :			4,50 EUR	2 180,25
01 14 02 02 C	Hochdruck-Reinigung ID> 400-600 mm				
	250,00 m EP :			4,50 EUR	1 125,00
01 14 02 11	Räumgut laden und Verfuhr x. Verrechnet wird:				
	• nach vorgelegten Wiege-, Liefer- bzw. Deponiescheinen.				
01 14 02 11 A	Räumgut Laden				
	1 300,00 kg EP :			0,10 EUR	130,00
01 14 02 11 B	Räumgut Wegschaffen				
	1 300,00 kg EP :			0,10 EUR	130,00
01 14 02 13	Kalibrieren der Altbestandsleitungen. Durchziehen eines Kalibrierkörpers zur Feststellung der Profillfreiheit für den Einzug eines Liners (Produktrohres). Die Leistung beinhaltet auch:				
	• Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen der Einzuggeräte und der Kalibrierkörper, • Die Erstellung eines Kalibrierprotokolls.				
01 14 02 13 A	Kalibrieren Kreisprofil				
	734,50 m EP :			1,50 EUR	1 101,75
01 14 02 15	Einbaupauschale für das Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen des Kanalroboters (auch auf andere Stränge). Diese Pos. wird je Haltungslänge nur einmal vergütet.				
01 14 02 15 A	Ein- und Ausbauen des Kanalroboters je Haltung				
	17,00 Stk EP :			30,00 EUR	510,00
01 14 02 17	Abfräsen von Dichtungsringen und Wurzeln in Rohren mit einen Innendurchmesser von x bis x mm. Abfräsen von in das Profil ragenden Dichtungsringen und Wurzeln, die eine nachfolgende Wiederherstellung behindern, mittels Kanalroboter. Die Leistung beinhaltet auch:				
	• den unterirdische Transport, • das Laden und Wegschaffen des Fräsgutes.				
01 14 02 17 B	Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>200-400 mm				
	1,00 Stk EP :			130,00 EUR	130,00
01 14 02 17 C	Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>400-600 mm				
	1,00 Stk EP :			140,00 EUR	140,00
01 14 02 19	Abfräsen von Ablagerungen. Abfräsen von festen Ablagerungen bzw. Inkrustationen mittels Kanalroboter. Die Leistung beinhaltet auch:				
	• den unterirdischen Transport, • das Laden und Wegschaffen des Fräsgutes. Verrechnet wird: • nach Zeitaufwand.				
01 14 02 19 A	Abfräsen von Ablagerungen				
	4,00 h EP :			180,00 EUR	720,00

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext			P Z Z V	w G K V	Positionspreis
		Menge	EH			
01 14 02	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen					6 167,00
01 14 03	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen					
01 14 03 01	Absperrorgane beistellen, einbauen und abbauen. Bei Rückstau sind die Anschlusshöhen zu berücksichtigen. Die Anwendung erfolgt sowohl in Freispiegelleitungen als auch in Schächten und Sonderbauwerken.					
01 14 03 01 A	Absperrorgane ID <= 200 mm	20,00 Stk	EP :	5,00 EUR		100,00
01 14 03 01 B	Absperrorgane ID >200-400 mm	20,00 Stk	EP :	8,00 EUR		160,00
01 14 03 01 C	Absperrorgane ID >400-600 mm	10,00 Stk	EP :	10,00 EUR		100,00
01 14 03 02	Kanalwasserhaltung durch Ab- und Umleitungen von Kanalwässern bis zur unten angegebenen Abwassermenge über die gesamte Baudauer. Durch den bestehenden schadhafte Kanal eindringendes Grundwasser gilt als Kanalwasser. Die Vergütung erfolgt nur einmal pro Sanierungsstrecke bzw. pro Stück Hausanschluss. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • Das provisorische Verschließen von Straßeneinläufen • Sämtliche Nebenarbeiten wie das Errichten von Schwellen, Abschottungen, Absperrlemente, • Das Beistellen, Verlegen, Instandhalten, Betreiben, Abbauen, Umstellen von Rinnen, Rohren, Schläuchen, eventuell erforderlicher Pumpen, • Das Entlüften der Absperrorgane inkl. Demontage usw. im für das jeweilige Verfahren notwendigen Ausmaß. Gesondert vergütet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Schäden, die durch Überschreitung der angeführten Wassermenge entstehen. 					
01 14 03 02 A	Kanalwasserhaltung in Wiederherstellungsstrecken					
	Abwassermenge: 80 l/s max. Trockenwetterabfluss	734,50 m	EP :	7,50 EUR		5 508,75
01 14 03	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen					5 868,75
01 14 10	Roboterverfahren (Reparatur)					
	Ständige Vorbemerkungen Zur Reparatur kleinerer bzw. vereinzelter Schäden in Freispiegelleitungen. Der Epoxid-Klebmörtel hat den entsprechenden Normen und Richtlinien zu entsprechen. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • die Überwachung und Aufzeichnung der Arbeiten durch Videokontrollen. • den unterirdischen Transport, • das Laden und Wegschaffen des anfallenden Materials. 					
01 14 10 01	Einbaupauschale für das Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen des Kanalroboters (auch auf andere Stränge). Diese Pos. wird je Haltungslänge nur einmal vergütet.					
01 14 10 01 A	Roboterverfahren Einbaupauschale je Haltungslänge	5,00 Stk	EP :	150,00 EUR		750,00

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Einheitspreis	Positionspreis
01 14 10 09	Vorstehende oder undichte Anschlussleitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x bis x mm mit einer Einragtiefe von <= 30% des Rohrquerschnittes der Hauptrohrleitung abräsen, die Rohrwand bis zum einwandfreien Rohrmaterial anfräsen, um eine optimale Haftung zu erreichen., Die Frässtellen reinigen, Hohlräume mit nasshaftendem Epoxid-Klebemörtel verspachteln oder verpressen und nach der Aushärtung schleifen. Die angeführten Durchmesser beziehen sich auf die Anschlussleitungen.				
01 14 10 09 A	vorsteh.o.undichte Anschlüsse ID <=150 mm	2,00	Stk	EP : 400,00 EUR	800,00
01 14 10 15	Löcher mit einer Fläche von x bis x cm ² verschließen. Ränder bis zum einwandfreien Rohrmaterial anfräsen, um eine optimale Haftung zu erzielen, Frässtellen mit Hochdruck reinigen, Löcher oder Beschädigungen in der Rohrwand mit Epoxid-Klebemörtel gemäß den entsprechenden Normen und Richtlinien verspachteln oder verpressen und nach der Aushärtung schleifen.				
01 14 10 15 A	Löcher mit einer Fläche <=100 cm² verschließen	4,00	Stk	EP : 400,00 EUR	1 600,00
01 14 10 19	Aufzahlung für das Abdichten von Anschlüssen bei drucklosen Wasserinfiltrationen auf die Pos. "Vorstehende oder undichte Anschlüsse", "Zurückstehende Anschlüsse" und "Verschließen von Anschlüssen" bei Rohrleitungen von ID x bis x mm. Gesondert vergütet wird:				
	<ul style="list-style-type: none"> das Injektionsmaterial. 				
01 14 10 19 A	Aufz.f.Abdichten v.Anschlüssen DN <=150 mm	2,00	Stk	EP : 300,00 EUR	600,00
01 14 10 20	Aufzahlung für das Abdichten von Löchern bei drucklosen Wasserinfiltrationen auf die Pos. "Löcher verschließen" und mit einer Fläche von x bis x cm ² . Gesondert vergütet wird:				
	<ul style="list-style-type: none"> das Injektionsmaterial 				
01 14 10 20 A	Aufz.f.Abdichten v.Löchern <=100 cm²	3,00	Stk	EP : 300,00 EUR	900,00
01 14 10	Roboterverfahren (Reparatur)				4 650,00
01 14 12	Edelstahlmanschetten (Reparatur) Ständige Vorbemerkungen Zur Abdichtung undichter Muffenverbindungen, Löchern, Axial- und Radialrissen (mit und ohne Wassereintritt).				
01 14 12 01	Einbaupauschale Edelstahlmannschette für das Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen der Montageeinrichtung (auch auf andere Stränge). Verrechnet wird:				
	<ul style="list-style-type: none"> je Haltungslänge. 				
01 14 12 01 A	Einbaupauschale Montageeinrichtung für Edelstahlmanschetten	13,00	Stk	EP : 100,00 EUR	1 300,00
01 14 12 02	Liefen und versetzen von mechanisch verspannbaren vollflächigen V4A Edelstahlmanschetten für Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x bis x mm, mit einem Verriegelungsmechanismus, geführt in doppelseitig gestanzter Zahnleiste und Gummidichtung auf Kompressionsbasis. Werden mehrere Manschetten in Serie versetzt, ist die Gummidichtung so anzupassen, dass eine Überlappung der Dichtungen gewährleistet ist.				

Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge EH		Einheitspreis	P ZZ V w G K V	Positionspreis
01 14 12 02 B	Edelstahlmanschette ID >200-400mm Baulänge: 0,40 m Material: <i>Edelstahl</i>	24,00	Stk	EP : 700,00 EUR		16 800,00
01 14 12 02 C	Edelstahlmanschette ID >400-600mm Baulänge: 0,40 m Material: <i>Edelstahl</i>	8,00	Stk	EP : 800,00 EUR		6 400,00
01 14 12	Edelstahlmanschetten (Reparatur)					24 500,00
01 14 13	Abschnittsweise Auskleidung/Kurzliner (Reparatur) Ständige Vorbemerkungen Zur Sanierung einer punktuellen Beschädigung mit einer Längsausdehnung im Rohr bis maximal 2 m Länge. Die Übergänge zwischen Liner und altem Rohr sind verlaufend stufenlos auszubilden. Es dürfen nur nasshaftende Harze verwendet werden. Bei Längsrissen oder Brüchen ist die Schadstelle mit einem Übergriff von jeweils 15 cm zu sanieren. Die Installation des partiellen Liners muss bei geringfügigen Grundwassereinsickerungen möglich sein. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> die Überwachung und Aufzeichnung der Arbeiten durch Videokontrollen. Gesondert vergütet wird: <ul style="list-style-type: none"> die Erschwernisse durch die Installation des partiellen Liners bei geringfügigen Grundwassereinsickerungen. eine allfällige Vorabdichtung bei starken oder drückenden Grundwassereintritten. 					
01 14 13 01	Mechanische Untergrundvorbereitung durch Anfräsen der bestehenden Rohrwand bei Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x bis x mm, Abtragung in Abhängigkeit des Rohrmaterials bis zum einwandfreien, haftfähigen und fettfreien Untergrund. Die Untergrundbehandlung hat beidseitig außerhalb des Schadensbereiches mit einer jeweiligen Mindestlänge von 20 cm zu erfolgen. Die Strecke der mechanischen Untergrundvorbehandlung darf nicht durch eine Rohrverbindung unterbrochen werden. Vor dem abschnittswisen Einbau des Liners ist das Fräsgut zu entsorgen und die Haltung zu reinigen. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> den unterirdischen Transport, das Laden und Wegschaffen des Räumgutes, 					
01 14 13 01 B	Mechan.Untergrundvorbeh. ID >200-400mm	23,20	m	EP : 150,00 EUR		3 480,00
01 14 13 01 C	Mechan.Untergrundvorbeh. ID >400-600mm	3,80	m	EP : 150,00 EUR		570,00
01 14 13 02	Einbaupauschale für das Einziehen des Stahlseiles zur Einbringung und Positionierung des Liners mittels Installationspacker, unabhängig von der Länge der Haltung bei Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser x bis x mm. Verrechnet wird: <ul style="list-style-type: none"> je Haltung. 					
01 14 13 02 B	Abschw.Auskl.Einbaupauschale ID >200-400mm	5,00	Stk	EP : 150,00 EUR		750,00

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Variante A: Reparatur / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

01 14 13 02 C	Abschw.Auskl.Einbaupauschale ID >400-600mm			
	1,00 Stk	EP :	150,00 EUR	150,00
01 14 13 03	Liefen, Einbringen und Anpressen des Liners für Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser (ID) x bis x mm und einer Mindestdicke des Liners von d=x mm sowie aushärten unter Druck , und Installationspacker ausbauen.			
01 14 13 03 D	Abschw.Auskl.Liner für ID >400-500mm, d=5 mm			
	Einbaulänge: <i>gem. Detailplanung</i>			
	14,00 Stk	EP :	700,00 EUR	9 800,00
01 14 13 03 E	Abschw.Auskl.Liner für ID >500-600mm, d=6 mm			
	Einbaulänge: <i>gem. Detailplanung</i>			
	2,00 Stk	EP :	800,00 EUR	1 600,00
01 14 13	Abschnittsweise Auskleidung/Kurzliner (Reparatur)			16 350,00
01 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen			66 285,75
01	Variante - Reparatur			70 285,75

Zusammenstellung (EUR)

UG	010201	Einrichten der Baustelle		1 000,00
UG	010202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle		1 500,00
UG	010204	R%oumen der Baustelle		1 000,00
UG	010209	Baustellensicherung		500,00
LG	0102	Baustellengemeinkosten		4 000,00
UG	011401	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl.		8 750,00
UG	011402	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen		6 167,00
UG	011403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen		5 868,75
UG	011410	Roboterverfahren (Reparatur)		4 650,00
UG	011412	Edelstahlmanschetten (Reparatur)		24 500,00
UG	011413	Abschnittsweise Auskleidung/Kurzliner (Reparatur)		16 350,00
LG	0114	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen		66 285,75
OG	01	Variante - Reparatur		70 285,75
		Gesamtpreis in EUR		70 285,75
		+20,00 % Umsatzsteuer (0)	70 285,75	14 057,15
		Angebotspreis (zivilrechtlicher Preis) in EUR		84 342,90

Ort

Datum

..... rechtsgültige Fertigung

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P	ZZ	V	w	G	K	V	Positionspreis
	Menge EH								

Ausschreibungs LV / Geschlossenes LV

02 Variante - Renovierung z

02 02 Baustellengemeinkosten

Ständige Vorbemerkungen

1. Zusätzliche Baustelleneinrichtung

Sind für zusätzliche Baustelleneinrichtungen, -räumungen und -umstellungen (Sondergründungen, Ankerungsarbeiten u.dgl.) keine Positionen im LV vorgesehen, so sind die diesbezüglichen Kosten mit dem Pauschalpreis der Baustelleneinrichtung abgegolten. Die zeitgebundenen Kosten für die zusätzliche Baustelleneinrichtung sind mit den zugehörigen Leistungspositionen abgegolten. Falls Positionen für eine zusätzliche Baustelleneinrichtung vorhanden sind, dann sind diese im Umfeld der jeweiligen Leistungspositionen zu finden.

2. Bezeichnung "UT"

In dieser LB steht "UT" für "Unter Tage", das sind Leistungen, die nach ÖNORM B 2203-1 oder ÖNORM B 2203-2 ausgeschrieben und vergütet werden.

3. Angeführte Normen und Richtlinien

ÖNORM B 2203-1: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb,

ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb,

ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm,

RVS 05.05.41: Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen,

RVS 12.02.11: Einheitliche Kennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen.

02 02 01 Einrichten der Baustelle

02 02 01 01

Mit dem Einheitspreis werden die einmaligen Kosten für die Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten. Die Leistung umfasst die Aufschließung des für die Baustelleneinrichtung erforderlichen Geländes (Roden, Oberbodenabtrag, Einebnen u.dgl.), Antransport, Abladen, Aufstellen und Einrichten aller notwendigen Baulichkeiten wie Baubaracken, Kantinen, Baubüros, Bauhütten, Unterkunftsräume, sanitäre Anlagen, Lagerschuppen, Werkstätten, Labors u.dgl., einschließlich des allfällig erforderlichen Abbrechens und des Wiederaufstellens (Umsetzen). Ferner das Herstellen der Absperrungen sowie das Aufstellen von Verkehrszeichen soweit diese den Baustellenbereich bezeichnen oder absichern. Die Leistung beinhaltet auch:

- den Anschluss der Baustelle und ihrer Einrichtungen je nach Bedarf an Stromversorgungs-, Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsanlage,
- den Antransport, das Abladen, das Aufstellen und allfällige Umstellen der zur vertragsgemäßen Durchführung der Bauarbeiten erforderlichen Maschinen, Geräte, Transportmittel, Gerüste, Beleuchtung, Werkzeuge, Ersatzteile u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Errichtung von geeigneten Zufahrten vom öffentlichen Straßennetz zur Baustelle sowie zu Lager-, Arbeits- und Deponieplätzen u.dgl., einschließlich der Vorkehrungen für die schadlose Ableitung der dort anfallenden Oberflächenwässer, soweit im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Beschaffung von Grundflächen für die Baustelleneinrichtung außerhalb des Baustellenbereiches, sofern diese nicht vom Auftraggeber kostenlos zur Verfügung gestellt werden,
- ein mehrmaliges, gänzlich oder teilweises Einrichten der Baustelle, sofern

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Einheitspreis	Positionspreis
	dies durch eine Baudurchführung, die in getrennten Zeiträumen erfolgt, erforderlich wird und dies aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht. Gesondert vergütet wird:				
	<ul style="list-style-type: none">die Baustelleneinrichtung für Sondermaßnahmen, soweit im Leistungsverzeichnis dafür Positionen vorhanden sind,ein allfällig nachträglich angeordnetes Umstellen.				
02 02 01 01 A	Einrichten der Baustelle				
		1,00 PA	EP :	1+000,00 EUR	1+000,00
02 02 01	Einrichten der Baustelle				1+000,00
02 02 02	Zeitgebundene Kosten der Baustelle				
02 02 02 01	Mit dem Einheitspreis werden die zeitgebundenen Kosten des Baustellenbetriebes wie Gehälter, unproduktive Löhne (z.B. Vermessung, Reinigung, Bewachung u.dgl.), einschließlich Lohnnebenkosten, Reisekosten u.dgl., Kosten des Betriebes von Personenkraftwagen für das Baustellenpersonal sowie sonstige Kosten der Baustelle wie Miete, Pachtzins, Gebühren, Versicherungsprämien, Beheizung, Beleuchtung, Telefon, ferner Kosten des Betriebes besonderer Anlagen, z.B. von Unterkünften, Aufenthaltsräumen, Küchen, Kantinen, Stromerzeugungs-, Wasserversorgungsanlagen u.dgl., abgegolten. Wird vom AN die vorgesehene Bauzeit unterschritten, so werden unabhängig davon "zeitgebundene Kosten Bauzeit" im ausgeschriebenen Ausmaß vergütet. Für die Tage nach der vorzeitigen Baufertigstellung werden keine Schlechtwettertage vergütet. Wird die Bauzeit aus Gründen, die in der Sphäre des AN liegen, überschritten, so erfolgt für den Zeitraum der Überschreitung keine Vergütung der zeitgebundenen Kosten. Die Leistung beinhaltet auch:				
	<ul style="list-style-type: none">das Bereithalten der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind,das Betreiben der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind,allfällige Verkehrsführungen und Verkehrssicherungen geringfügigen Umfanges wie Blinklichter, Absperrungen, Verkehrszeichen u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür vorgesehen sind.				
02 02 02 01 A	Zeitgebundene Kosten Bauzeit PA				
	Verrechnet wird:				
	<ul style="list-style-type: none">anteilig zur Bauzeit.				
		1,00 PA	EP :	1+500,00 EUR	1+500,00
02 02 02	Zeitgebundene Kosten der Baustelle				1+500,00
02 02 04	Räumen der Baustelle				
02 02 04 01	Mit dem Pauschalpreis sind die einmaligen Kosten für die Räumung der Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten. Die Leistung beinhaltet auch:				
	<ul style="list-style-type: none">das Aufräumen der Baustelle und die nachgewiesene Instandsetzung der durch die Einrichtungen und den Baubetrieb in Anspruch genommenen Grundstücke, Verkehrsflächen, Wasserläufe u.dgl.,die Kosten für die Durchführung in zeitlich getrennten Zeiträumen, sofern aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht, dass dadurch ein mehrmaliges, gänzlich oder teilweises Räumen der Baustelle erforderlich wird.				

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext			Einheitspreis	P Z Z V w G K V Positionspreis
		Menge	EH		
02 02 04 01 A	Räumen der Baustelle				
		1,00 PA	EP :	14000,00 EUR	14000,00
02 02 04	Räumen der Baustelle				14000,00
02 02 09	Baustellensicherung				
02 02 09 01	Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen				
	Besondere Maßnahmen für die Aufrechterhaltung des Straßen- und/oder Bahnverkehrs wie in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben. Mit dieser Position werden sämtliche über die geringfügigen Verkehrsführungs- und Verkehrssicherungsmaßnahmen hinausgehenden, besonders erforderlichen Leistungen und Maßnahmen abgegolten, welche in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben sind, wie Absicherungen, Verkehrsregelungen, Errichtung und Abtrag allfällig erforderlicher Umleitungen, u.dgl., soweit im LV nicht die gesonderte Vergütung einzelner Leistungen vorgesehen ist. Die Leistung beinhaltet auch:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Bereithalten der Einrichtungen für die Absicherungen und Verkehrsregelungen, • das Bereithalten von Umleitungen und deren Beläge, • das Beistellen der Materialien, • die allfällige Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Gesondert vergütet wird:				
	<ul style="list-style-type: none"> • die aus den besonderen Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen entstehenden besondere Verkehrserschwernisse, • Behelfsbrücken samt den zugehörigen Anschlussrampen. 	1,00 PA	EP :	500,00 EUR	500,00
02 02 09	Baustellensicherung				500,00
02 02	Baustellengemeinkosten				44000,00
02 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen				
	Ständige Vorbemerkungen				
	1. Allgemeines				
	Den Angebotsunterlagen ist eine genaue Systembeschreibung beizulegen. Vor Beginn der Arbeiten wird die Sanierungsstrecke in begeh- bzw. befahrbarem Zustand an den AN übergeben, bzw. wird eine eventuell erforderliche Erstreinigung gesondert vergütet. Alle weiteren für die ordnungsgemäße systembedingte Leistungserbringung erforderlichen Reinigungsarbeiten werden gem. entsprechenden Positionen, einmal pro zu sanierender Leitungsstrecke, vergütet, ausgenommen höhere Gewalt.				
	Für das Endprodukt muss bei Trinkwasserleitungen ein Nachweis über die Trinkwassertauglichkeit für die eingebauten Materialien erbracht werden. Bei Abwasserleitungen ist die Unbedenklichkeit der eingebauten Materialien für das Grundwasser nachzuweisen.				
	Die Dimensionsangaben beziehen sich jeweils auf die Innenabmessungen der Altbestandsleitung (DN = ID = Innendurchmesser), wenn nicht bei den einzelnen ULG eine andere Festlegung erfolgt. Bei Anschlussleitungen ist jeweils die Innenabmessung (ID) des einmündenden Rohres angegeben.				
	2. Ausführung				
	Allfällige Einbautenumlegungen werden bei rechtzeitiger Bekanntgabe durch den AN vom AG veranlasst. Behinderungen (zeitlich oder technisch) können daher aus diesem Umstand nicht geltend gemacht werden.				
	Bei Freispiegelleitungen sind die Anpassungsarbeiten am Anfang und am Ende der Sanierungsstrecke an die bestehende Sohle mit gleichwertigem Material				

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge EH	Einheitspreis	P ZZ V w G K V Positionspreis
	<p>ohne gesonderte Vergütung herzustellen, soweit nicht entsprechende Pos. in den einzelnen ULG vorhanden sind.</p> <p>3. Ausmaß und Verrechnung Die Ausmaßermittlung erfolgt in der Rohrachse gemessen. Die Vergütung erfolgt nach der Länge der sanierten Strecke. Zwischenschächte werden nicht in Abzug gebracht. Die Herstellung der Montagegruben wird, soweit nicht Positionen in der gegenständlichen LG enthalten sind, nach den Positionen der anderen Leistungsgruppen dieser LB vergütet. Sind Schächte nach gegenständlicher LG im LV enthalten, werden der Oberflächenabtrag, Straßeninstandsetzungen, Baustellenentsorgung und Transporte sowie das Wiederverfüllen inklusive Materiallieferung im Ausmaß der tatsächlichen, max. aber nach den in den jeweiligen Positionstexten der LB-VI festgelegten Abmessungen gesondert vergütet.</p> <p>Die Anzahl der Montagegruben wird vom AG in den Ausschreibungsunterlagen vorgegeben. Angaben über Baugrubengrößen (BL) gelten unter der Annahme, dass sich keine störenden Einbauten bzw. Kabel und andere querende oder parallel verlaufende Leitungen im Bereich der maximal verrechenbaren Größe dieser Baugruben befinden. Sollte dadurch eine Vergrößerung der Montagegruben erforderlich werden, so wird dies gesondert vergütet.</p> <p>Die Leistung beinhaltet auch:</p> <ul style="list-style-type: none">• den unterirdischen Transport aller erforderlichen Materialien, Fahrzeuge, Werkzeuge und Geräte von Schacht zu Schacht,• bei schließbaren Profilen die Installation, das Bereithalten und Betreiben einer geeigneten Beleuchtung und Belüftung des Profils,• die Befahrung des zu sanierenden Leitungsabschnittes mit der TV-Kamera unmittelbar vor Inangriffnahme der Sanierungsmaßnahmen,• verfahrensbedingte Schicht- oder Dekadenbetriebe und die Einholung der dafür erforderlichen Genehmigungen. <p>Gesondert vergütet wird:</p> <ul style="list-style-type: none">• die Kanalwasserhaltung, sofern diese über das Setzen eines Absperrorganes zum Rückstau während der Arbeiten hinausgeht. <p>4. Protokolle für die verwendeten Materialien Für die verwendeten Materialien sind allgemeine Nachweise hinsichtlich der Eignung für das Medium (z.B. Trinkwassertauglichkeit), der chemischen Beständigkeit, mechanischer Beanspruchbarkeit, Verträglichkeit mit den vorhandenen Baustoffen und Rohrmaterial (Beton, Ziegel) sowie die Umweltverträglichkeit hinsichtlich Boden- und Grundwasserverunreinigung, bzw. spezielle Nachweise nach den ausgeschriebenen Vorgaben des AG vorzulegen.</p>			
02 14 01	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl. Diese Leistungen werden für die zusätzlichen Aufwendungen der Baustelleneinrichtung und der Räumung im Zusammenhang mit der gegenständlichen Unterleistungsgruppe vergütet.			
02 14 01 01	Diese Position gilt für Sonderbaumaßnahmen, auch bei Baumaßnahmen mit Längserstreckung. Antransportieren, Aufstellen und Einrichten aller Baustelleneinrichtungen für Spezialgeräte und dergleichen, die zum sach- und fristgerechten Erbringen der Leistung erforderlich sind. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none">• das Nachziehen bei einer längererstreckten Baustelle.			
02 14 01 01 A	Baustelleneinrichtung unterird. Wiederherstellung Strecke: <i>Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m</i> Verfahren: <i>gem. Beschreibung</i>			
		1,00 PA	EP : 10+000,00 EUR	10+000,00
02 14 01 03	Einrichtungen und Geräte bereit- und Instandhalten, inklusive Mieten, Gebühren, Baustellenregie und dergleichen.			

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P Z Z V w G K V		Einheitspreis	Positionspreis
		Menge	EH		
02 14 01 03 A	Gerätek.u.zeitgeb.Baust.reg.unterird.WH/PA Gerätekosten und zeitgebundene Kosten der Baustelle für unterirdische Wiederherstellung. Strecke: <i>Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m</i> Verfahren: <i>gem. Beschreibung</i>	1,00	PA	EP : 61550,00 EUR	61550,00
02 14 01 06	Sonderbaustelleneinrichtung unterirdische Wiederherstellung räumen. Abtragen, Aufladen und Abtransportieren der gemäß Pos. "Sonderbaustelleneinrichtung für unterirdische Wiederherstellung" erforderlichen Einrichtungen, Geräte und dergleichen. Entfernen allfälliger Baulichkeiten der Baustelleneinrichtungen. Die zur Verfügung gestellten Flächen sind in ordnungsgemäßem Zustand zu übergeben.				
02 14 01 06 A	Räumen unterirdische Wiederherstellung Strecke: <i>Strang 1 von Stat. 0 bis 727m und Strang 2 von Stat. 0 bis 287,5m</i> Verfahren: <i>gem. Beschreibung</i>	1,00	PA	EP : 61450,00 EUR	61450,00
02 14 01 10	Statik für unterirdische Wiederherstellung. Die statische Berechnung muss von einem Ziviltechniker erstellt oder geprüft sein und ist dem AG in 3-facher Ausfertigung zeitgerecht vor Beginn der Arbeiten zu übergeben. Die Angabe von Bodenkennwerten, Mindestmaterialkennwerten und Lastfällen erfolgt durch den AG.				
02 14 01 10 A	Statik unterirdische Wiederherstellung	1,00	PA	EP : 250,00 EUR	250,00
02 14 01 11	Sanierungsdokumentation für Freispiegelleitungen, Schächte und Sonderbauwerke nach Vorgaben des AG. Bereitstellen und Vorhalten des erforderlichen Equipments zur Dokumentation der Sanierungsmaßnahmen vor Ort. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • Evtl. erforderliche Software des AN • Datenaufbereitung und Prüfung laut Vorgaben des AG. • Erstellen eines Datenträgers laut Schnittstellendefinition des AG. 				
02 14 01 11 A	Sanierungsdokumentation unterirdische Wiederherstellung Software des AG: <i>in Abstimmung mit AG</i> . Datenträgerformat: <i>in Abstimmung mit AG</i> .	1,00	PA	EP : 250,00 EUR	250,00
02 14 01	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrll.				231500,00
02 14 02	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen				
02 14 02 02	Reinigung mittels Hochdruckwasserstrahl Kreisprofil. Reinigen der wiederherzustellenden Leitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x - x mm mittels Hochdruckwasserstrahl und Absaugen des Räumgutes (wie Verschmutzungen, grobe Ablagerungen, abgetragenes Gut und lose Teile) sowie dessen unterirdischer Transport. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> • das erforderliche Spülwasser. Gesondert vergütet wird: <ul style="list-style-type: none"> • das Laden und Wegschaffen des Räumgutes. Verrechnet wird: <ul style="list-style-type: none"> • nach Länge, • Kurzlängen bis 10 m werden unabhängig der Leitungsdimension in Stück vergütet. 				

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext			Einheitspreis	P Z Z V w G K V Positionspreis
		Menge	EH		
02 14 02 02 B	Hochdruck-Reinigung ID> 200-400 mm				
	484,50 m EP :			4,50 EUR	2†180,25
02 14 02 02 C	Hochdruck-Reinigung ID> 400-600 mm				
	250,00 m EP :			4,50 EUR	1†125,00
02 14 02 11	Räumgut laden und Verfuhr x. Verrechnet wird:				
	• nach vorgelegten Wiege-, Liefer- bzw. Deponiescheinen.				
02 14 02 11 A	Räumgut Laden				
	1†300,00 kg EP :			0,10 EUR	130,00
02 14 02 11 B	Räumgut Wegschaffen				
	1†300,00 kg EP :			0,10 EUR	130,00
02 14 02 13	Kalibrieren der Altbestandsleitungen. Durchziehen eines Kalibrierkörpers zur Feststellung der Profillfreiheit für den Einzug eines Liners (Produktrohres). Die Leistung beinhaltet auch:				
	• Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen der Einzuggeräte und der Kalibrierkörper, • Die Erstellung eines Kalibrierprotokolls.				
02 14 02 13 A	Kalibrieren Kreisprofil				
	734,50 m EP :			1,50 EUR	1†101,75
02 14 02 15	Einbaupauschale für das Ein- und Ausbauen sowie etwaiges Umrüsten und Umstellen des Kanalroboters (auch auf andere Stränge). Diese Pos. wird je Haltungslänge nur einmal vergütet.				
02 14 02 15 A	Ein- und Ausbauen des Kanalroboters je Haltung				
	17,00 Stk EP :			30,00 EUR	510,00
02 14 02 17	Abfräsen von Dichtungsringen und Wurzeln in Rohren mit einen Innendurchmesser von x bis x mm. Abfräsen von in das Profil ragenden Dichtungsringen und Wurzeln, die eine nachfolgende Wiederherstellung behindern, mittels Kanalroboter. Die Leistung beinhaltet auch:				
	• den unterirdische Transport, • das Laden und Wegschaffen des Fräsgutes.				
02 14 02 17 B	Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>200-400 mm				
	1,00 Stk EP :			130,00 EUR	130,00
02 14 02 17 C	Abfräsen v.Dichtring u.Wurzeln ID>400-600 mm				
	1,00 Stk EP :			140,00 EUR	140,00
02 14 02 18	Einragende Zulaufrohre mit einem Innendurchmesser (ID) von x bis x mm, die in den Leitungsquerschnitt hineinragen, abfräsen. Zulaufrohre, schonend mittels Kanalroboter abtragen. Diese Arbeiten müssen vor Beginn von Reparatur- oder Renovationsarbeiten durchgeführt werden. Die Leistung beinhaltet auch:				
	• den unterirdischen Transport, • das Laden und Wegschaffen des Fräsgutes.				
02 14 02 18 A	Abfräsen von Anschlüssen ID<=150 mm				
	2,00 Stk EP :			400,00 EUR	800,00

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P Z Z V w G K V		Positionspreis	
		Menge	EH		Einheitspreis
02 14 02 19	Abfräsen von Ablagerungen. Abfräsen von festen Ablagerungen bzw. Inkrustationen mittels Kanalroboter. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> den unterirdischen Transport, das Laden und Wegschaffen des Fräsgutes. Verrechnet wird: <ul style="list-style-type: none"> nach Zeitaufwand. 				
02 14 02 19 A	Abfräsen von Ablagerungen				
		4,00 h	EP :	180,00 EUR	720,00
02 14 02	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen				61967,00
02 14 03	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen				
02 14 03 01	Absperrorgane beistellen, einbauen und abbauen. Bei Rückstau sind die Anschlusshöhen zu berücksichtigen. Die Anwendung erfolgt sowohl in Freispiegelleitungen als auch in Schächten und Sonderbauwerken.				
02 14 03 01 A	Absperrorgane ID <= 200 mm				
		20,00 Stk	EP :	5,00 EUR	100,00
02 14 03 01 B	Absperrorgane ID >200-400 mm				
		20,00 Stk	EP :	8,00 EUR	160,00
02 14 03 01 C	Absperrorgane ID >400-600 mm				
		10,00 Stk	EP :	10,00 EUR	100,00
02 14 03 02	Kanalwasserhaltung durch Ab- und Umleitungen von Kanalwässern bis zur unten angegebenen Abwassermenge über die gesamte Baudauer. Durch den bestehenden schadhafte Kanal eindringendes Grundwasser gilt als Kanalwasser. Die Vergütung erfolgt nur einmal pro Sanierungsstrecke bzw. pro Stück Hausanschluss. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> Das provisorische Verschließen von Straßeneinläufen Sämtliche Nebenarbeiten wie das Errichten von Schwellen, Abschottungen, Absperrrelemente, Das Beistellen, Verlegen, Instandhalten, Betreiben, Abbauen, Umstellen von Rinnen, Rohren, Schläuchen, eventuell erforderlicher Pumpen, Das Entlüften der Absperrorgane inkl. Demontage usw. im für das jeweilige Verfahren notwendigen Ausmaß. Gesondert vergütet werden: <ul style="list-style-type: none"> Kosten für Schäden, die durch Überschreitung der angeführten Wassermenge entstehen. 				
02 14 03 02 A	Kanalwasserhaltung in Wiederherstellungsstrecken				
	Abwassermenge: 80 l/s max. Trockenwetterabfluss				
		734,50 m	EP :	7,50 EUR	51508,75
02 14 03	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen				51868,75
02 14 15	Schlauchlining (Renovierung / Erneuerung) Ständige Vorbemerkungen Ein werkseitig hergestellter Schlauchliner aus Nadelfilz, Glasfaser, Textilgewebe oder einer Kombination dieser Materialien wird mit geeigneten Kunstharzen getränkt, in die bestehenden Leitungen eingebracht bzw. eingestülpt und mittels Wasser oder Luftdruck an die Rohrwandung gepresst. Die Aushärtung erfolgt unter Aufrechterhaltung des Innendruckes bis zur vollständigen Aushärtung des				

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer **Positionstext** **Menge EH** **Einheitspreis** **P ZZ V w G K V** **Positionspreis**

Schlauchliners. Der Einbau des Liners bis ID 600 mm bzw. Eiprofil 500/750 mm hat über vorhandene Schächte (Mindestschachtdurchmesser 1000 mm bzw. 800/800 mm, Mindesteinstiegsöffnung ID 600 mm bzw. 600/600 mm) zu erfolgen. Bei größeren Querschnitten bzw. kleineren Einstiegsöffnungen und bei Druckleitungen wird das Herstellen der Einbringöffnung / Montagegrube gesondert vergütet. Der Einbau des Liners hat entsprechend dem Installationshandbuch zu erfolgen. Bei Einzugsverfahren dürfen die aufgetragenen Zugkräfte den zulässigen Materialkennwert nicht überschreiten. Die Materialkennwerte müssen bekannt gegeben werden, die aufgetragenen Zugkräfte müssen aufgezeichnet und dokumentiert werden. Die Wanddicke des eingebauten Liners ist vom AN nach dem Anforderungsprofil (hydraulische Verhältnisse, statische- und Druckverhältnisse) des AG zu wählen, hat jedoch bei Freispiegelleitungen mindestens die in den einzelnen Positionen in mm angegebene Mindestdicke aufzuweisen. Die Installation des Liners muss bei Infiltration entsprechend der ÖNORM EN 13508-2 Tabelle 5 bis zur Intensität B (Tropfen) möglich sein. Bei stärkeren Infiltrationen kann systembedingt eine Vorabdichtung erforderlich sein, die gesondert vergütet wird. Der Lineraufbau muss mehrschichtig sein und hat im ausgehärteten Zustand mindestens aus - einer abriebfesten Innenschicht - einer Harzträgerschicht zu bestehen. Grundsätzlich wird zwischen Systemen für Freispiegelleitungen und Druckleitungen unterschieden.

Freispiegel-Abwasserleitungen:

Bei Freispiegel-Abwasserleitungen wird zwischen Systeme mit Verbundwirkung (ohne zusätzliche statische Wirksamkeit) und Systemen ohne Verbundwirkung mit dem Altrrohr unterschieden. Bei Systemen mit Verbundwirkung ist eine geeignete Oberflächenbehandlung durchzuführen, die in Verbindung mit dem angebotenen Harz die Verbundwirkung gewährleistet.

Für Systeme ohne Verbundwirkung sind Folien zum Altrrohr hin einzusetzen. Daher sind in sämtlichen Anbindebereichen der Liner an die Schächte entsprechende Abdichtungsmaßnahmen vorzusehen. Für Freispiegelleitungen dürfen nur Verfahren mit einer entsprechenden Typenprüfung wie z.B. der ÖNORM EN ISO 11296-4 oder gleichwertige Systemzulassungen zum Einsatz kommen.

Druckleitungen (Systeme für Druckleitungen sind gemäß ÖNORM EN ISO 11295 klassifiziert):

System Klasse A:

Voll tragfähig, unabhängig vom Altrrohr (eine Verbundwirkung ist zu vermeiden und es sind grundsätzlich Schutzfolien zum Altrrohr hin einzusetzen)

System Klasse B:

Teilweise tragfähig, interaktiv mit dem Altrrohr. Bei diesem System muss der Liner im Betrieb eng an das Altrrohr anliegen um den Innendruck an dieses übertragen zu können.

System Klasse C:

Auskleidung interaktiv mit dem Altrrohr. Dieses System beruht auf einer Verbundwirkung mit dem Altrrohr. Hier ist eine geeignete Oberflächenbehandlung durchzuführen, welche in Verbindung mit dem geeigneten Harz die Verbundwirkung gewährleistet.

Die Abdichtung und Anbindung an den Linerenden sowie das Einbinden von Hausanschlussleitungen ist systemspezifisch und entsprechend der ÖNORM EN ISO 11297-4 bzw. Herstellerangaben auszuführen.

Die Systemtauglichkeit bei Druckleitungen ist grundsätzlich über Typenprüfungen oder Systemzulassungen (z.B. DVGW, ÖVGW) nachzuweisen. Sollten für das System keine entsprechenden Prüfgrundlagen vorhanden sein, kann die Tauglichkeit und die Materialkennwerte auch durch Prüfungen bei unabhängigen Instituten nachgewiesen werden.

Gesondert vergütet wird:

- Spezielle Linerübergänge nach Wahl AG wie z.B. GFK-Laminat und Linerendmanschetten,
- Systembedingt erforderliche Vorabdichtungen.

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext			P Z Z V	w G K V	Positionspreis
		Menge	EH			
02 14 15 02	Schlauchlining für Freispiegel- Abwasserleitungen (Fsp.) herstellen. Liner liefern und einbringen in bestehende Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser von ID bzw. EF x mm. Die Leistung beinhaltet auch: <ul style="list-style-type: none"> Öffnen des Liners und dichte Anbinden an Zwischenschächte, Anpassungsarbeiten am Linerende. Dokumentation der Installationsparameter wie Temperaturen, Druck und ggf. Einzugskräfte <ul style="list-style-type: none"> entsprechende Nachweise der Materialkennwerte. 					
02 14 15 02 E	Schlauchlining ID >300-400 mm Material Altbestand: <i>Betonmuffenrohr (BMR) DN400</i> erforderliche Mindestwandstärke: <i>gem. Regelstatik für den erforderlichen Linertyp</i>	432,50 m	EP :	175,00 EUR		751687,50
02 14 15 02 G	Schlauchlining ID >500-600 mm Material Altbestand: <i>Asbestzementrohr (AZR) DM600</i> erforderliche Mindestwandstärke: <i>gem. Regelstatik für den erforderlichen Linertyp</i>	200,00 m	EP :	330,00 EUR		661000,00
02 14 15 06	Einbinden von Anschlüssen bei Freispiegelleitungen. Durch das Lining verschlossene Anschlussleitungen mit einem Innendurchmesser (ID) von x bis x mm nach den Arbeiten wieder öffnen. Zwischen dem Inliner und der Anschlussleitung muss ein dichter Anschluss hergestellt werden.					
02 14 15 06 A	Schlauchlining Einbinden Anschlussleitung ID <=150 mm	8,00 Stk	EP :	400,00 EUR		31200,00
02 14 15	Schlauchlining (Renovierung / Erneuerung)					1441887,50
02 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen					1811223,25
02 90	Prüfungen Ständige Vorbemerkungen 1. Allgemeines Diese Leistungsgruppe gilt für Prüfungen, speziell für Identitätsprüfungen (Abnahmeprüfungen). Sie ist daher für die Beauftragung durch den Auftraggeber von insbesondere akkreditierten Prüfstellen gedacht und nicht für die Verwendung in Bauausschreibungen. Der Umfang ist, falls in den Positionen nicht anders vorgesehen, auf Basis von in dieser Leistungsgruppe angeführten Normen und Richtlinien durchzuführen. Der Auftraggeber ist umgehend von negativen Prüfergebnissen zu verständigen. 2. Aufstieghilfen und Gerüste Allfällig erforderliche Aufstieghilfen und Gerüste werden vom AG beigestellt oder gesondert vergütet. 3. Technische Vertragsbedingungen Für diese Leistungsgruppe sind keine technischen Vertragsbedingungen vorgesehen.					
02 90 90	Verfahrensspez. Prüfmaßnahmen Unterird. Wiederherstellung					
02 90 90 01	Prüfmaßnahmen Schlauchlining Entnahme und Prüfung von Baustellenproben gemäß ÖNORM ISO EN 11296-4 (Freispiegelleitungen, Druckleitungen Klasse A, B) gemäß DVGW GW 327 (Druckleitungen Klasse C)					

Variante B: Renovierung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

02 90 90 01 A	Probeentnahme und Prüfung Schlauchlining Freispiegelleitung		
	Geforderte Prüfmaßnahmen: <i>Probenahme während der Ausführung und Durchführung folgender Prüfungen am Probestück:</i>		
	- Prüfung der Wandstärke		
	- Prüfung der Dichtheit		
	- 3 - Punkt Biegeversuch		
	6,00 Stk	EP :	11500,00 EUR
			91000,00
02 90 90	Verfahrensspez. Prüfmaßnahmen Unterird. Wiederherstellung		91000,00
02 90	Prüfungen		91000,00
02	Variante - Renovierung		1941223,25

Zusammenstellung (EUR)

UG	020201	Einrichten der Baustelle	11000,00
UG	020202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle	11500,00
UG	020204	Räumen der Baustelle	11000,00
UG	020209	Baustellensicherung	500,00
LG	0202	Baustellengemeinkosten	41000,00
UG	021401	Baustellengemeinkosten unterirdische Wiederherst. Rohrl.	231500,00
UG	021402	Vorarbeiten Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen	61967,00
UG	021403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen	51868,75
UG	021415	Schlauchlining (Renovierung / Erneuerung)	1441887,50
LG	0214	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitungen	1811223,25
UG	029090	Verfahrensspez. Prüfmaßnahmen Unterird. Wiederherstellung	91000,00
LG	0290	Prüfungen	91000,00
OG	02	Variante - Renovierung	1941223,25
		Gesamtpreis in EUR	194 223,25
		+20,00 % Umsatzsteuer (0)	1941223,25
		Angebotspreis (zivilrechtlicher Preis) in EUR	233 067,90

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P	ZZ	V	w	G	K	V
	Menge EH							Positionspreis

Ausschreibungs LV / Geschlossenes LV

03 Variante - Sanierung durch Kleinbaugruben Z

03 02 Baustellengemeinkosten

Ständige Vorbemerkungen

1. Zusätzliche Baustelleneinrichtung

Sind für zusätzliche Baustelleneinrichtungen, -räumungen und -umstellungen (Sondergründungen, Ankerungsarbeiten u.dgl.) keine Positionen im LV vorgesehen, so sind die diesbezüglichen Kosten mit dem Pauschalpreis der Baustelleneinrichtung abgegolten. Die zeitgebundenen Kosten für die zusätzliche Baustelleneinrichtung sind mit den zugehörigen Leistungspositionen abgegolten. Falls Positionen für eine zusätzliche Baustelleneinrichtung vorhanden sind, dann sind diese im Umfeld der jeweiligen Leistungspositionen zu finden.

2. Bezeichnung "UT"

In dieser LB steht "UT" für "Unter Tage", das sind Leistungen, die nach ÖNORM B 2203-1 oder ÖNORM B 2203-2 ausgeschrieben und vergütet werden.

3. Angeführte Normen und Richtlinien

ÖNORM B 2203-1: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb,

ÖNORM B 2203-2: Untertagebauarbeiten Werkvertragsnorm, Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb,

ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm,

RVS 05.05.41: Gemeinsame Bestimmungen für alle Straßen,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen,

RVS 12.02.11: Einheitliche Kennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten,

RVS 09.01.51: Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen.

03 02 01 Einrichten der Baustelle

03 02 01 01

Mit dem Einheitspreis werden die einmaligen Kosten für die Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten. Die Leistung umfasst die Aufschließung des für die Baustelleneinrichtung erforderlichen Geländes (Roden, Oberbodenabtrag, Einebnen u.dgl.), Antransport, Abladen, Aufstellen und Einrichten aller notwendigen Baulichkeiten wie Baubaracken, Kantinen, Baubüros, Bauhütten, Unterkunftsräume, sanitäre Anlagen, Lagerschuppen, Werkstätten, Labors u.dgl., einschließlich des allfällig erforderlichen Abbrechens und des Wiederaufstellens (Umsetzen). Ferner das Herstellen der Absperrungen sowie das Aufstellen von Verkehrszeichen soweit diese den Baustellenbereich bezeichnen oder absichern. Die Leistung beinhaltet auch:

- den Anschluss der Baustelle und ihrer Einrichtungen je nach Bedarf an Stromversorgungs-, Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungsanlage,
- den Antransport, das Abladen, das Aufstellen und allfällige Umstellen der zur vertragsgemäßen Durchführung der Bauarbeiten erforderlichen Maschinen, Geräte, Transportmittel, Gerüste, Beleuchtung, Werkzeuge, Ersatzteile u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Errichtung von geeigneten Zufahrten vom öffentlichen Straßennetz zur Baustelle sowie zu Lager-, Arbeits- und Deponieplätzen u.dgl., einschließlich der Vorkehrungen für die schadlose Ableitung der dort anfallenden Oberflächenwässer, soweit im LV keine gesonderten Positionen hierfür enthalten sind,
- die Beschaffung von Grundflächen für die Baustelleneinrichtung außerhalb des Baustellenbereiches, sofern diese nicht vom Auftraggeber kostenlos zur Verfügung gestellt werden,
- ein mehrmaliges, gänztliches oder teilweises Einrichten der Baustelle, sofern dies durch eine Baudurchführung, die in getrennten Zeiträumen erfolgt,

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	Positionspreis
	erforderlich wird und dies aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht. Gesondert vergütet wird:		
	<ul style="list-style-type: none"> die Baustelleneinrichtung für Sondermaßnahmen, soweit im Leistungsverzeichnis dafür Positionen vorhanden sind, ein allfällig nachträglich angeordnetes Umstellen. 		
03 02 01 01 A	Einrichten der Baustelle		
	1,00 PA EP :	3 000,00 EUR	3 000,00
03 02 01	Einrichten der Baustelle		3 000,00
03 02 02	Zeitgebundene Kosten der Baustelle		
03 02 02 01	<p>Mit dem Einheitspreis werden die zeitgebundenen Kosten des Baustellenbetriebes wie Gehälter, unproduktive Löhne (z.B. Vermessung, Reinigung, Bewachung u.dgl.), einschließlich Lohnnebenkosten, Reisekosten u.dgl., Kosten des Betriebes von Personenkraftwagen für das Baustellenpersonal sowie sonstige Kosten der Baustelle wie Miete, Pachtzins, Gebühren, Versicherungsprämien, Beheizung, Beleuchtung, Telefon, ferner Kosten des Betriebes besonderer Anlagen, z.B. von Unterkünften, Aufenthaltsräumen, Küchen, Kantinen, Stromerzeugungs-, Wasserversorgungsanlagen u.dgl., abgegolten.</p> <p>Wird vom AN die vorgesehene Bauzeit unterschritten, so werden unabhängig davon "zeitgebundene Kosten Bauzeit" im ausgeschriebenen Ausmaß vergütet. Für die Tage nach der vorzeitigen Baufertigstellung werden keine Schlechtwettertage vergütet. Wird die Bauzeit aus Gründen, die in der Sphäre des AN liegen, überschritten, so erfolgt für den Zeitraum der Überschreitung keine Vergütung der zeitgebundenen Kosten.</p> <p>Die Leistung beinhaltet auch:</p> <ul style="list-style-type: none"> das Bereithalten der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind, das Betreiben der Baustelleneinrichtung und jener Geräte und Einrichtungen, die nicht in den Einheitspreisen der Leistungspositionen enthalten sind, allfällige Verkehrsführungen und Verkehrssicherungen geringfügigen Umfangs wie Blinklichter, Absperrungen, Verkehrszeichen u.dgl., sofern im LV keine gesonderten Positionen hierfür vorgesehen sind. 		
03 02 02 01 A	Zeitgebundene Kosten Bauzeit PA		
	Verrechnet wird:		
	<ul style="list-style-type: none"> anteilig zur Bauzeit. 		
	1,00 PA EP :	1 500,00 EUR	1 500,00
03 02 02	Zeitgebundene Kosten der Baustelle		1 500,00
03 02 04	Räumen der Baustelle		
03 02 04 01	<p>Mit dem Pauschalpreis sind die einmaligen Kosten für die Räumung der Baustelleneinrichtung des Auftragnehmers abgegolten.</p> <p>Die Leistung beinhaltet auch:</p> <ul style="list-style-type: none"> das Aufräumen der Baustelle und die nachgewiesene Instandsetzung der durch die Einrichtungen und den Baubetrieb in Anspruch genommenen Grundstücke, Verkehrsflächen, Wasserläufe u.dgl., die Kosten für die Durchführung in zeitlich getrennten Zeiträumen, sofern aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht, dass dadurch ein mehrmaliges, gänzlich oder teilweises Räumen der Baustelle erforderlich wird. 		

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	Menge EH		Einheitspreis	P ZZ V w G K V Positionspreis
03 02 04 01 A	Räumen der Baustelle	1,00	PA	EP : 1 500,00 EUR	1 500,00
03 02 04	Räumen der Baustelle				1 500,00
03 02 09	Baustellensicherung				
03 02 09 01	Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen				
	Besondere Maßnahmen für die Aufrechterhaltung des Straßen- und/oder Bahnverkehrs wie in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben. Mit dieser Position werden sämtliche über die geringfügigen Verkehrsführungs- und Verkehrssicherungsmaßnahmen hinausgehenden, besonders erforderlichen Leistungen und Maßnahmen abgegolten, welche in den Ausschreibungsunterlagen beschrieben sind, wie Absicherungen, Verkehrsregelungen, Errichtung und Abtrag allfällig erforderlicher Umleitungen, u.dgl., soweit im LV nicht die gesonderte Vergütung einzelner Leistungen vorgesehen ist. Die Leistung beinhaltet auch:				
	<ul style="list-style-type: none"> • Bereithalten der Einrichtungen für die Absicherungen und Verkehrsregelungen, • das Bereithalten von Umleitungen und deren Beläge, • das Beistellen der Materialien, • die allfällige Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Gesondert vergütet wird: <ul style="list-style-type: none"> • die aus den besonderen Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen entstehenden besondere Verkehrserschwernisse, • Behelfsbrücken samt den zugehörigen Anschlussrampen. 	1,00	PA	EP : 2 500,00 EUR	2 500,00
03 02 09	Baustellensicherung				2 500,00
03 02	Baustellengemeinkosten				8 500,00
03 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitung				
	Ständige Vorbemerkungen				
	1. Allgemeines				
	Den Angebotsunterlagen ist eine genaue Systembeschreibung beizulegen. Vor Beginn der Arbeiten wird die Sanierungsstrecke in begeh- bzw. befahrbarem Zustand an den AN übergeben, bzw. wird eine eventuell erforderliche Erstreinigung gesondert vergütet. Alle weiteren für die ordnungsgemäße systembedingte Leistungserbringung erforderlichen Reinigungsarbeiten werden gem. entsprechenden Positionen, einmal pro zu sanierender Leitungsstrecke, vergütet, ausgenommen höhere Gewalt. Für das Endprodukt muss bei Trinkwasserleitungen ein Nachweis über die Trinkwassertauglichkeit für die eingebauten Materialien erbracht werden. Bei Abwasserleitungen ist die Unbedenklichkeit der eingebauten Materialien für das Grundwasser nachzuweisen. Die Dimensionsangaben beziehen sich jeweils auf die Innenabmessungen der Altbestandsleitung (DN = ID = Innendurchmesser), wenn nicht bei den einzelnen ULG eine andere Festlegung erfolgt. Bei Anschlussleitungen ist jeweils die Innenabmessung (ID) des einmündenden Rohres angegeben.				
	2. Ausführung				
	Allfällige Einbautenumlegungen werden bei rechtzeitiger Bekanntgabe durch den AN vom AG veranlasst. Behinderungen (zeitlich oder technisch) können daher aus diesem Umstand nicht geltend gemacht werden. Bei Freispiegelleitungen sind die Anpassungsarbeiten am Anfang und am Ende der Sanierungsstrecke an die bestehende Sohle mit gleichwertigem Material ohne gesonderte Vergütung herzustellen, soweit nicht entsprechende Pos. in den				

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionennummer Positionstext Menge EH Einheitspreis P ZZ V w G K V Positionspreis

einzelnen ULG vorhanden sind.

3. Ausmaß und Verrechnung

Die Ausmaßermittlung erfolgt in der Rohrachse gemessen. Die Vergütung erfolgt nach der Länge der sanierten Strecke. Zwischenschächte werden nicht in Abzug gebracht. Die Herstellung der Montagegruben wird, soweit nicht Positionen in der gegenständlichen LG enthalten sind, nach den Positionen der anderen Leistungsgruppen dieser LB vergütet. Sind Schächte nach gegenständlicher LG im LV enthalten, werden der Oberflächenabtrag, Straßeninstandsetzungen, Baustellenentsorgung und Transporte sowie das Wiederverfüllen inklusive Materiallieferung im Ausmaß der tatsächlichen, max. aber nach den in den jeweiligen Positionstexten der LB-VI festgelegten Abmessungen gesondert vergütet.

Die Anzahl der Montagegruben wird vom AG in den Ausschreibungsunterlagen vorgegeben. Angaben über Baugrubengrößen (BL) gelten unter der Annahme, dass sich keine störenden Einbauten bzw. Kabel und andere querende oder parallel verlaufende Leitungen im Bereich der maximal verrechenbaren Größe dieser Baugruben befinden. Sollte dadurch eine Vergrößerung der Montagegruben erforderlich werden, so wird dies gesondert vergütet.

Die Leistung beinhaltet auch:

- den unterirdischen Transport aller erforderlichen Materialien, Fahrzeuge, Werkzeuge und Geräte von Schacht zu Schacht,
- bei schließbaren Profilen die Installation, das Bereithalten und Betreiben einer geeigneten Beleuchtung und Belüftung des Profils,
- die Befahrung des zu sanierenden Leitungsabschnittes mit der TV-Kamera unmittelbar vor Inangriffnahme der Sanierungsmaßnahmen,
- verfahrensbedingte Schicht- oder Dekadenbetriebe und die Einholung der dafür erforderlichen Genehmigungen.

Gesondert vergütet wird:

- die Kanalwasserhaltung, sofern diese über das Setzen eines Absperrorganes zum Rückstau während der Arbeiten hinausgeht.

4. Protokolle für die verwendeten Materialien

Für die verwendeten Materialien sind allgemeine Nachweise hinsichtlich der Eignung für das Medium (z.B. Trinkwassertauglichkeit), der chemischen Beständigkeit, mechanischer Beanspruchbarkeit, Verträglichkeit mit den vorhandenen Baustoffen und Rohmaterial (Beton, Ziegel) sowie die Umweltverträglichkeit hinsichtlich Boden- und Grundwasserunreinigung, bzw. spezielle Nachweise nach den ausgeschriebenen Vorgaben des AG vorzulegen.

03 14 03

Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen

03 14 03 01

Absperrorgane beistellen, einbauen und abbauen. Bei Rückstau sind die Anschlusshöhen zu berücksichtigen.
Die Anwendung erfolgt sowohl in Freispiegelleitungen als auch in Schächten und Sonderbauwerken.

03 14 03 01 A

Absperrorgane ID <= 200 mm

20,00 Stk EP : 5,00 EUR 100,00

03 14 03 01 B

Absperrorgane ID >200-400 mm

20,00 Stk EP : 8,00 EUR 160,00

03 14 03 01 C

Absperrorgane ID >400-600 mm

10,00 Stk EP : 10,00 EUR 100,00

03 14 03 02

Kanalwasserhaltung durch Ab- und Umleitungen von Kanalwässern bis zur unten angegebenen Abwassermenge über die gesamte Baudauer. Durch den bestehenden schadhafte Kanal eindringendes Grundwasser gilt als Kanalwasser. Die Vergütung erfolgt nur einmal pro Sanierungsstrecke bzw. pro Stück Hausanschluss.

Die Leistung beinhaltet auch:

- Das provisorische Verschließen von Straßeneinläufen

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	P Z Z V w G K V			
			Positionspreis			
	<ul style="list-style-type: none"> Sämtliche Nebenarbeiten wie das Errichten von Schwellen, Abschottungen, Absperrlemente, Das Beistellen, Verlegen, Instandhalten, Betreiben, Abbauen, Umstellen von Rinnen, Rohren, Schläuchen, eventuell erforderlicher Pumpen, Das Entlüften der Absperrorgane inkl. Demontage usw. im für das jeweilige Verfahren notwendigen Ausmaß. <p>Gesondert vergütet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kosten für Schäden, die durch Überschreitung der angeführten Wassermenge entstehen. 					
03 14 03 02 A	Kanalwasserhaltung in Wiederherstellungsstrecken Abwassermenge: 80 l/s max. Trockenwetterabfluss 782,50 m EP :	7,50 EUR				5 868,75
03 14 03	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen					6 228,75
03 14	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitung					6 228,75
03 85	Offene Bauweise					Z
03 85 01	Kleinbaugruben zur Erneuerung der Leitung					Z
03 85 01 01	Kleinbaugruben mit Bestandsmaterial Betonmuffenrohr: Sanierung einer Bestandshaltung mittels Kleinbaugruben. Der Bestand besteht aus Betonmuffenrohren (BMR) mit DN400m. In diese Position sind sämtliche für die Schadensbehebung entsprechend den in den Positionen angegebenen Rahmenbedingungen und beiliegenden Detailplanungsunterlagen notwendigen Haupt- und Nebenleistungen einzukalkulieren. Inkludiert ist die Baustelleneinrichtung und Räumung, die Erneuerung der gesamten Haltung einschl. Verbau ab vorgeschriebener Tiefe, eventuell erforderliche Wasserhaltungsarbeiten, etc. Die Preise beinhalten sämtliche Erd-, Entsorgungs-, Liefer-, Verlege- und Wiederherstellungsarbeiten der Oberfläche, aber nicht die Errichtung von Schächten. Leitungssicherung längs und Leitungssicherung quer müssen hergestellt werden. Ein entsprechender Plan liegt dem Konzept bei und dient als Grundlage für die Preisermittlung.					Z
03 85 01 01 A	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 570 & 576 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,60m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	8 800,00 EUR				8 800,00
03 85 01 01 B	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 585 & 590 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,55m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	8 800,00 EUR				8 800,00

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	P Z Z V w G K V				Positionspreis
03 85 01 01 C	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 610 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,55m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	8 800,00 EUR					z 8 800,00
03 85 01 01 D	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 633 & 640 & 647 & 650 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 1,95m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 20,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					z 4 400,00
03 85 01 01 E	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 680 & 685 & 690 & 700 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 1,55m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 26,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	13 200,00 EUR					z 13 200,00
03 85 01 01 F	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 720 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 1,50m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	16 600,00 EUR					z 16 600,00
03 85 01 01 G	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 3 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 5,00m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					z 4 400,00
03 85 01 01 H	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 12 & 13 & 15 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,50m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					z 4 400,00
03 85 01 01 I	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 20.5 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,20m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m						z

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	P ZZ V w G K V Positionspreis
	Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	4 400,00
03 85 01 01 J	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 35 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,80m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	z 4 400,00
03 85 01 01 K	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 40.5 & 46 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,65m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	z 4 400,00
03 85 01 01 L	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 56 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,15m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	z 4 400,00
03 85 01 01 M	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 75 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,15m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	z 4 400,00
03 85 01 01 N	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 97.5 & 100 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,10m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR	z 4 400,00
03 85 01 01 O	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 120 & 130 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,75m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	8 800,00 EUR	z 8 800,00

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	P Z Z V w G K V				
			Positionspreis				
03 85 01 01 P	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 142.5 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,60m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					Z
03 85 01 01 Q	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 155 & 160 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,40m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	8 800,00 EUR					Z
03 85 01 01 R	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 170 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,35m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					Z
03 85 01 01 S	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 225.5 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 2,15m Geschätzte Breite der Baugrube: 3m Geschätzte Länge der Baugrube: 4,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	3 500,00 EUR					Z
03 85 01 01 T	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 245.5 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 1,90m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					Z
03 85 01 01 U	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 265.5 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 1,70m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400 1,00 PA EP :	4 400,00 EUR					Z
03 85 01 01 V	Kleinbaugrube Strang 2 Stat. 280 Oberfläche alt: Gelände Oberfläche neu: Gelände Tiefe Sohle: ca. 1,60m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m						Z

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext	P Z Z V w G K V		Einheitspreis	Positionspreis
		Menge	EH		
	Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Beton DN400	1,00 PA	EP :	4 400,00 EUR	4 400,00
03 85 01 02	Kleinbaugruben mit Bestandsmaterial Asbestzementrohr:				Z
	Sanierung einer Bestandshaltung mittels Kleinbaugruben. Der Bestand besteht aus Asbestzementrohren (AZR) mit DN600m. In diese Position sind sämtliche für die Schadensbehebung entsprechend den in den Positionen angegebenen Rahmenbedingungen und beiliegenden Detailplanungsunterlagen notwendigen Haupt- und Nebenleistungen einzukalkulieren. Inkludiert ist die Baustelleneinrichtung und Räumung, die Erneuerung der gesamten Haltung einschl. Verbau ab vorgeschriebener Tiefe, eventuell erforderliche Wasserhaltungsarbeiten, etc. Die Preise beinhalten sämtliche Erd-, Entsorgungs-, Liefer-, Verlege- und Wiederherstellungsarbeiten der Oberfläche, aber nicht die Errichtung von Schächten. Leitungssicherung längs und Leitungssicherung quer müssen hergestellt werden. Ein entsprechender Plan liegt dem Konzept bei und dient als Grundlage für die Preisermittlung.				
03 85 01 02 A	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 289				Z
	Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,80m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600	1,00 PA	EP :	9 500,00 EUR	9 500,00
03 85 01 02 B	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 311				Z
	Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 5,00m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600	1,00 PA	EP :	9 500,00 EUR	9 500,00
03 85 01 02 C	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 328				Z
	Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,90m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600	1,00 PA	EP :	9 500,00 EUR	9 500,00
03 85 01 02 D	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 353				Z
	Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 5,20m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600	1,00 PA	EP :	9 500,00 EUR	9 500,00

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Einheitspreis	P Z Z V w G K V						
			Positionspreis						
03 85 01 02 E	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 396 & 402 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 5,70m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 13,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	19 000,00 EUR					z	19 000,00	
03 85 01 02 F	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 422 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 5,45m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	19 000,00 EUR					z	19 000,00	
03 85 01 02 G	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 450 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,75m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	9 500,00 EUR					z	9 500,00	
03 85 01 02 H	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 465 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,60m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	9 500,00 EUR					z	9 500,00	
03 85 01 02 I	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 490 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 4,05m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	9 500,00 EUR					z	9 500,00	
03 85 01 02 J	Kleinbaugrube Strang 1 Stat. 515 Oberfläche alt: Asphalt Oberfläche neu: Asphalt Tiefe Sohle: ca. 3,75m Geschätzte Breite der Baugrube: 2m Geschätzte Länge der Baugrube: 7,0m Material und DN Altrohr: Asbestzement DN600 1,00 PA EP :	9 500,00 EUR					z	9 500,00	
03 85 01	Kleinbaugruben zur Erneuerung der Leitung								252 900,00
03 85	Offene Bauweise								252 900,00

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

Positionsnummer	Positionstext <i>Menge EH</i>	<i>Einheitspreis</i>	<i>P Z Z V w G K V</i> Positionspreis
03 98	<p>Regiearbeiten Ständige Vorbemerkungen</p> <p>1. Abrechnung Die Vergütung für den Einsatz der Arbeitskräfte und der Geräte erfolgt nur für die tatsächliche Beistellungszeit (= Arbeitszeit und allfällige Zeit für Zu- und Abgang der Arbeitskräfte bzw. Zu- und Abtransport der Geräte). Die Kosten für das Auf- und Abladen sowie für den An- und Abtransport von Geräten (z.B. Tieflader u.dgl.) sind in dem Ausmaß zu vergüten, als dies für den Einsatz in Regie erforderlich ist. Der Auftragnehmer muss den voraussichtlichen Aufwand für den An- und Abtransport von Geräten von Baustofflieferungen oder Fremdleistungen vor dem Ausführen der Regieleistungen bekanntgeben und die Zustimmung des Auftraggebers einholen. Andernfalls wird im Zweifelsfall angenommen, dass sich das jeweilige Gerät auf der Baustelle befindet bzw. dass für Baustofflieferungen oder Fremdleistungen keine Transportkosten anfallen.</p> <p>2. Preisbildung Mit den Regiepreisen für Regieleistungen sind abgegolten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • der Regielohnpreis gemäß ÖNORM B 2061, • die Kosten für die erforderliche Arbeitsvorbereitung, • die Kosten für das Beistellen der Kleingeräte, Kleingerüste und Werkzeuge, welche nicht in der ÖGBl enthalten sind. • die Kosten für den Ersatz oder Instandhaltung und den Verschleiß von Werkzeugen (z.B. Bohrer, Meißel, Schleifscheiben u.dgl.). <p>Die Kosten für die erforderliche Aufsichtstätigkeit sowie für die Leistungen der in unmittelbarem Zusammenhang damit tätigen Angestellten des Auftragnehmers sind bei angehängten Regieleistungen mit den Einheitspreisen der Baustellengemeinkosten, bei selbstständigen Regieleistungen mit den Regiepreisen der Regieleistungen abgegolten.</p> <p>3. Technische Vertragsbedingungen Für diese Leistungsgruppe sind keine technischen Vertragsbedingungen vorgesehen.</p> <p>4. Angeführte Normen und Richtlinien ÖBGL: Österreichische Baugeräteleiste; Herausgeber: Vereinigung der industriellen Bauunternehmungen Österreichs, ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen.</p>		
03 98 01	<p>Regie Arbeiter Ständige Vorbemerkungen</p> <p>1. Allgemeines Es wird nur der Regiestundenpreis jener Beschäftigungsgruppe bzw. Lohngruppe vergütet, welche der erbrachten Regieleistung entspricht.</p> <p>2. Überstundenvergütung Bei vom Auftraggeber angeordneten Überstunden erfolgt die Vergütung wie folgt: Die tatsächliche, bei zuschlagspflichtigen Arbeitsstunden gemäß Kollektivvertrag geleistete Stundenanzahl wird bei</p> <p>a) Stunden mit 50-%igem Zuschlag gemäß Kollektivvertrag mit 4/3, b) Stunden mit 100-%igem Zuschlag gemäß Kollektivvertrag mit 5/3, c) Ersatzruhepflichtigen Stunden mit 7/3 multipliziert. Der Regiepreis bleibt unverändert.</p>		
03 98 01 01	<p>Bauarbeiter Mischpreis Einsatz von Bauarbeitern ohne Unterscheidung der Beschäftigungsgruppe II bis IV gemäß Kollektivvertrag für Baugewerbe und Bauindustrie.</p> <p style="text-align: center;">50,00 h EP : 60,00 EUR</p>		3 000,00
03 98 01	Regie Arbeiter		3 000,00

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

03 98 03	Regie Geräte nach h inkl. Bedienung Ständige Vorbemerkungen Die Kosten für die Gerätebeistellung, die erforderliche Bedienung, Wartungskosten sowie die erforderlichen Betriebsmittel sind mit den Einheitspreisen abgegolten.		
03 98 03 01	Einsatz von Transportgeräten x mit einer Nutzlast von x t.		
03 98 03 01 E	Dumper bis 2,5 t Nutzlast 20,00 h EP :	80,00 EUR	1 600,00
03 98 03 03	Einsatz von Erdbaugeräten x mit einem Eigengewicht von x t bzw. einer Motorleistung von x kW.		
03 98 03 03 I	Raupenbagger > 9-16 t 25,00 h EP :	85,00 EUR	2 125,00
03 98 03	Regie Ger%ote nach h inkl. Bedienung		3 725,00
03 98 05	Regie Baustofflieferungen, Fremdleistungen Ständige Vorbemerkungen 1. Verrechnung Die Verrechnung erfolgt nach Verrechnungseinheiten (VE). Die Verrechnungsmenge entspricht dem Rechnungsbetrag in EUR (ohne Ust.), welcher vom Auftragnehmer für die Lieferung von Baumaterialien frei Verwendungsstelle bzw. für Fremdleistungen aufgewendet wird. Der Rechnungsbetrag ist durch saldierte Rechnungen nachzuweisen und muss allfällige gewährte Rabatte berücksichtigen. Skonti (Nachlässe bei früherem Zahlungsziel) oder Zinsen für verspätete Zahlungen bleiben unberücksichtigt.		
03 98 05 01	Baustofflieferungen Baustofflieferungen im Zuge von Regiearbeiten. 1 000,00 VE EP :	1,15 EUR	1 150,00
03 98 05 02	Fremdleistungen Fremdleistungen im Zuge von Regiearbeiten. 1 000,00 VE EP :	1,15 EUR	1 150,00
03 98 05	Regie Baustofflieferungen, Fremdleistungen		2 300,00
03 98	Regiearbeiten		9 025,00
03	Variante - Sanierung durch Kleinbaugruben		276 653,75

Zusammenstellung (EUR)

UG	030201	Einrichten der Baustelle	3 000,00
UG	030202	Zeitgebundene Kosten der Baustelle	1 500,00
UG	030204	R%oumen der Baustelle	1 500,00
UG	030209	Baustellensicherung	2 500,00
LG	0302	Baustellengemeinkosten	8 500,00
UG	031403	Aufrechterhalten des Betriebs bei Freispiegelleitungen	6 228,75

Variante C: Teilerneuerung / EUR

Bauvorhaben Kanalstrang bei Samesleiten in OÖ
Sanierung und Vergleich von Varianten

LG	0314	Unterirdische Wiederherstellung Rohrleitung	6 228,75
UG	038501	Kleinbaugruben zur Erneuerung der Leitung	252 900,00
LG	0385	Offene Bauweise	252 900,00
UG	039801	Regie Arbeiter	3 000,00
UG	039803	Regie Geräte nach h inkl. Bedienung	3 725,00
UG	039805	Regie Baustofflieferungen, Fremdleistungen	2 300,00
LG	0398	Regiearbeiten	9 025,00
OG	03	Variante - Sanierung durch Kleinbaugruben	276 653,75
Gesamtpreis in EUR			276 653,75
+20,00 % Umsatzsteuer (0)			55 330,75
Angebotspreis (zivilrechtlicher Preis) in EUR			331 984,50

Anhang H

Mindestbreiten für Gräben tiefenabhängig für DM400 und DM600 Rohre

Vergleich Mindestgrabenbreite Tiefenabhängig mit DN400

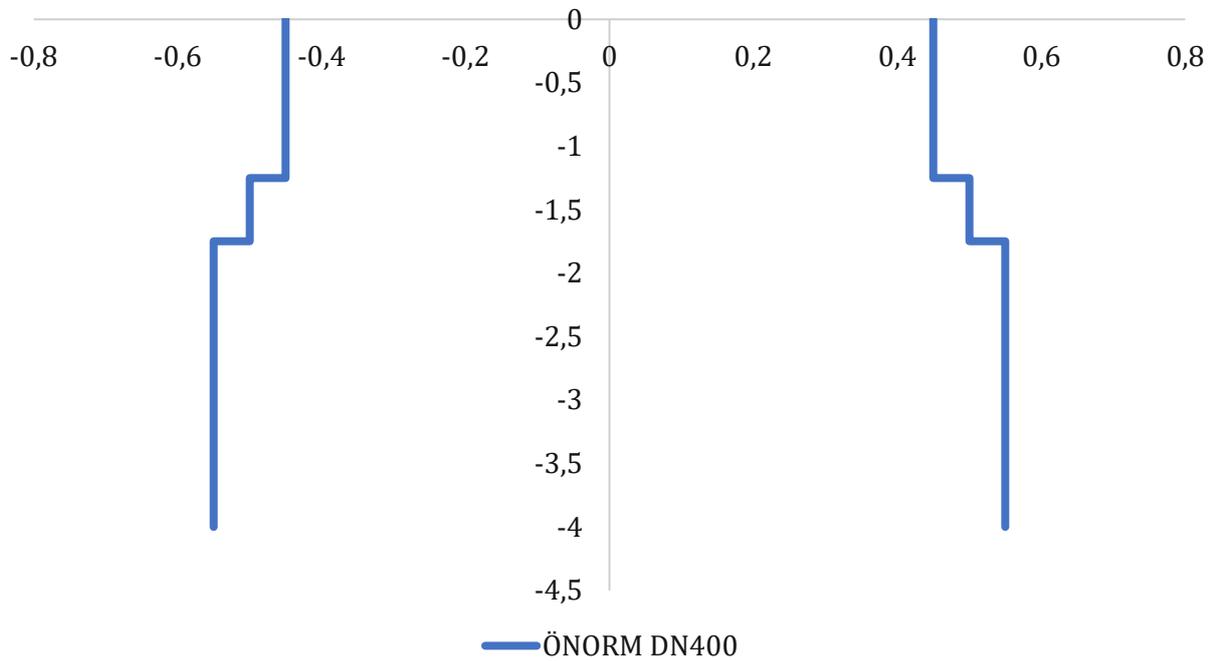


Abb. 9.1: Minimale Grabenbreite bei einem Rohr mit DN400

Vergleich Mindestgrabenbreite Tiefenabhängig mit DN600

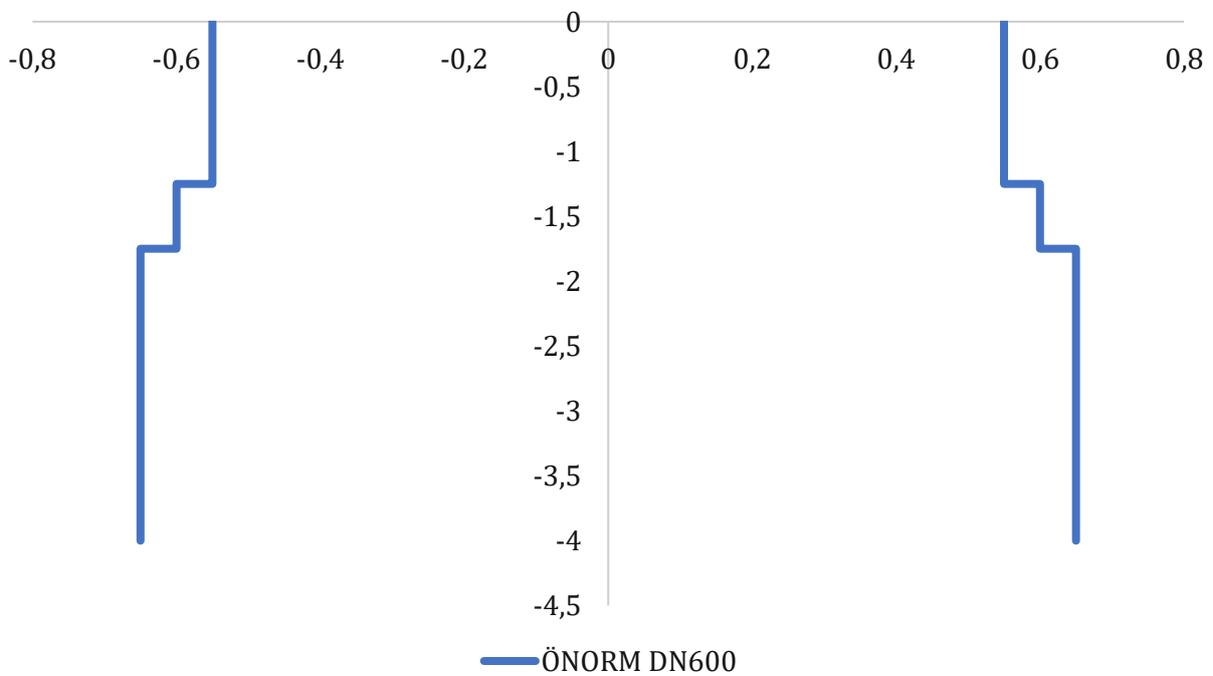


Abb. 9.2: Minimale Grabenbreite bei einem Rohr mit DN600

Anhang H

Indexentwicklungen

Tab. 9.5: Preisentwicklung im Tiefbau gemäß Statistik Austria ²²⁰

Jahr	Quartal	Wert in %
2010	Ø 2010	100,0
2011	Q1 2011	102,7
	Q2 2011	103,2
	Q3 2011	103,9
	Q4 2011	104,2
2012	Q1 2012	105,4
	Q2 2012	106,4
	Q3 2012	106,3
	Q4 2012	106,6
2013	Q1 2013	106,0
	Q2 2013	106,4
	Q3 2013	105,8
	Q4 2013	106,1
2014	Q1 2014	106,2
	Q2 2014	106,5
	Q3 2014	106,7
	Q4 2014	106,5
2015	Q1 2015	105,8
	Q2 2015	105,7
	Q3 2015	105,5
	Q4 2015	105,4

²²⁰ Aus [1] Statistik Austria, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/baupreisindex/index.html, zuletzt besuch am 21.05.2021