

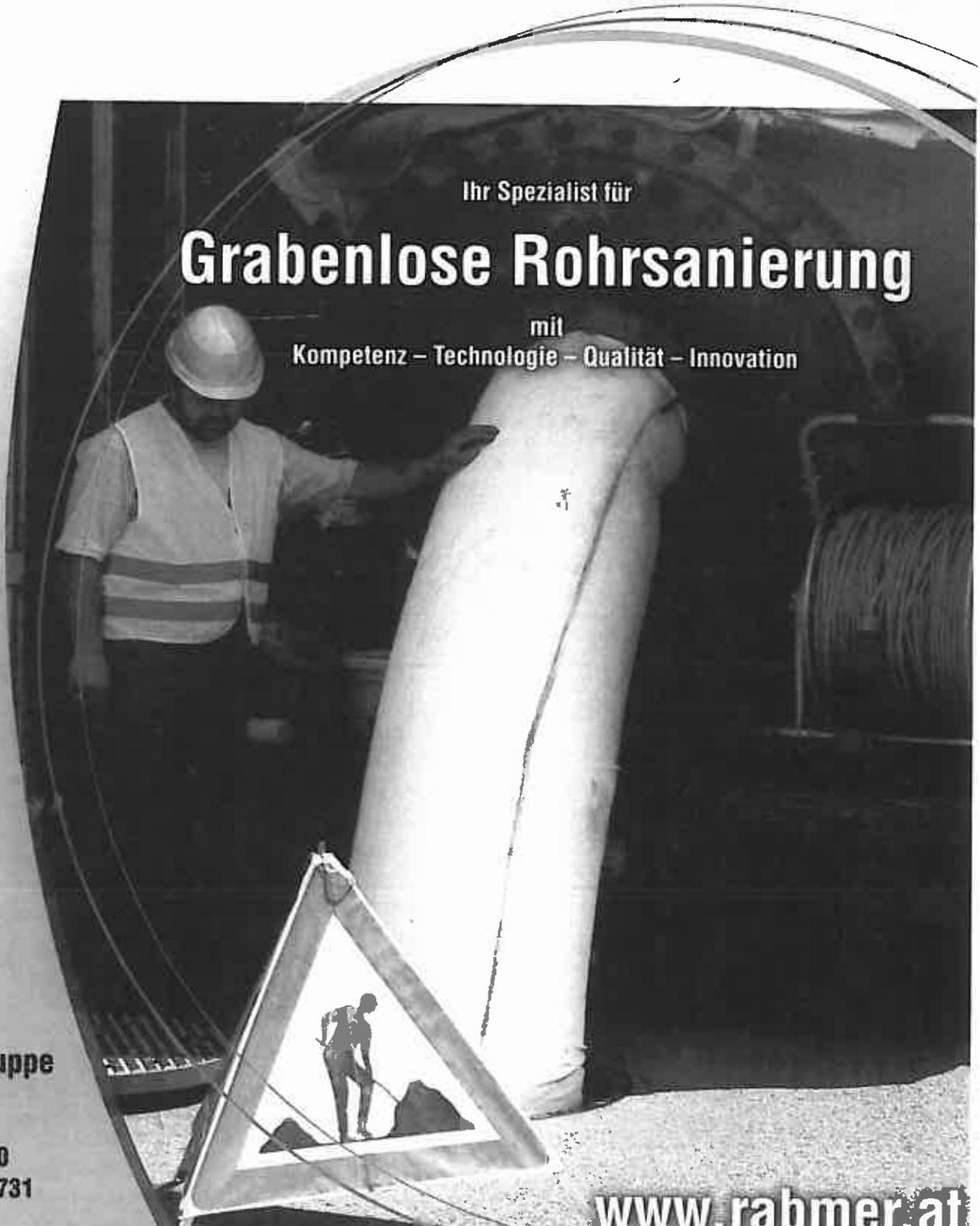


**rabmer**

Ihr Spezialist für

# Grabenlose Rohrsanierung

mit  
Kompetenz – Technologie – Qualität – Innovation

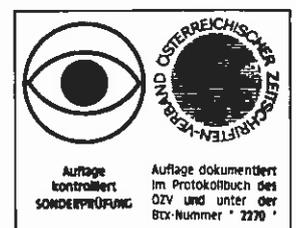


**Rabmer Bau Gruppe**  
Bruckbachweg 23  
A-4203 Altenberg  
T +43(0)7230 7213-0  
F +43(0)7230 8093-731  
info@rabmer.at

[www.rabmer.at](http://www.rabmer.at)

# Inhalt / Contents

	Seite	
<b>Editorial</b> .....	223	Rainer Hampel, Linz: <b>Regelwerk und Qualitätssicherung in der Kanalsanierung</b> <i>Guidelines and quality assurance for sewer rehabilitation</i> Mit 2 Abbildung und 1 Tabelle .....
<b>Geleitwort</b> .....	224	305
Robert Selinger, Wien: <b>Welchen Stellenwert hat NO-DIG für die WIEN ENERGIE Gasnetz GmbH?</b> <i>The importance of no-dig for the WIEN ENERGIE Gasnetz GmbH</i> .....	225	Reinhard Lorenz, Steinfurt (D): <b>Styrolproblematik, (k)ein Thema? – Fakten zu einer Diskussion, die kein Ende nimmt</b> <i>Cured in place pipe and Styrene – Data and scientific information for a long lasting discussion</i> Mit 2 Tabellen .....
Norbert Böhm und Michael Skoumal, Wien: <b>Anwendung von grabenlosen Technologien bei der „Fernwärme Wien GesmbH“</b> <i>Application of trenchless technologies by „Fernwärme Wien GesmbH“</i> Mit 1 Abbildung .....	227	311
Hans Georg Jodl und Roland Hohenauer, Wien: <b>Grabenlose Technologien</b> <i>Trenchless technologies</i> Mit 55 Abbildungen .....	231	Rudolf Scheiterbauer und Mario Posch, Wien: <b>Herstellen von Hausanschlussleitungen im dicht verbauten städtischen Bereich</b> <i>Construction of house connection pipes in densely populated urban areas</i> Mit 11 Abbildungen .....
Gerhard Sochatzy und Petra Drucker, Wien: <b>Neubau innerstädtischer Infrastrukturleitungen aus der Sicht des öffentlichen Auftraggebers</b> <i>New development of urban infrastructure-pipelines from the perspective of the contracting authority</i> Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen .....	247	315
Joachim Beyert und Ulrich Bohle, Aachen (D) und Karl-Heinz Flick und Christel Flittner, Frechen (D): <b>Online-Überwachung der Vorpresskraft beim Rohrvortrieb</b> <i>Online load control for pipe jacking</i> Mit 10 Abbildungen .....	253	Mark Biesalski, Geisingen (D): <b>Quick-Lock, partielle Sanierung auf Kompressionsbasis</b> <i>Quick-Lock, partial pipe renovation</i> Mit 8 Abbildungen .....
Martin Heindl, Peter Schweighofer und Werner Flögl, Linz: <b>Langstreckenvortrieb einer Düker-Legung im Micro-Tunnelling-Verfahren</b> <i>Micro-tunnelling for a long syphon pipeline</i> Mit 10 Abbildungen .....	261	319
Christian Ömer, Antiesenhofen: <b>Langstreckenvortrieb DN 1600 in 40 m Tiefe</b> <i>Long tunnelling with DN 1600 in a depth of 40 m</i> Mit 22 Abbildungen .....	271	Andreas Ilmer, Wien: <b>Unterirdische Kanalerneuerung in Wien am Beispiel eines Großprofiles</b> <i>Trenchless sewer rehabilitation in Vienna, demonstrated at a large diameter sewer</i> Mit 4 Abbildungen .....
Franz Weyrer, Wien: <b>Grabenlose Technologien in der Wiener Wasserversorgung</b> <i>Trenchless technologies for the water supply of Vienna</i> Mit 1 Abbildung .....	281	323
Manfred Loidl, Wien: <b>Berstlining macht Wiener Trinkwasserleitungen fit für die EURO 2008</b> <i>Berstlining makes Vienna drinking water pipes fit for EURO 2008</i> Mit 3 Abbildungen .....	285	Markus Haager und Albert Lueghamer, Bad Hall: <b>Anwendungsmöglichkeiten von Polyethylen-Rohren und -Inlinern im grabenlosen Leitungsbau</b> <i>Utilization of polyethylene pipes and inliners in trenchless technologies</i> Mit 7 Abbildungen .....
Ulrike Rabmer-Koller, Altenberg: <b>Rohrsanierungstechnologien – Potentiale und Vorteile zur Senkung von Wasserverlusten In Trinkwasserleitungen</b> <i>Pipe rehabilitation technologies – Potentials and advantages to minimise water losses in drinking water pipes</i> Mit 4 Abbildungen .....	289	327
Josef Kitzberger, Wien: <b>Effiziente Sanierungsplanung am Beispiel der Abwasserbeseitigung</b> <i>Efficient planning methods for remedial design as exemplified by sewerage system refurbishment</i> Mit 12 Abbildungen und 2 Tabellen .....	295	Michael Pucher, Pucking: <b>Der Wert der „Grabenlosen Technologien“</b> <i>The importance of trenchless technologies</i> Mit 12 Abbildungen und 1 Tabelle .....
		333
		<b>Berichte und Kommentare</b> .....
		339
		<b>Persönliches</b> .....
		343
		<b>Nachrufe</b> .....
		349
		<b>Tagungen, Messen, Ausstellungen</b> .....
		351
		<b>Buchbesprechungen</b> .....
		357



## Editorial



O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing.  
Dr.techn. Dr.h.c.mult.  
Heinz Brandl

Nach dem Schwerpunktheft „Wasserbau“ liegt nunmehr ein Schwerpunktheft „Grabenloses Bauen“ vor, das aufgrund der weit gefächerten aktuellen Thematik und des großen Interesses ebenfalls als Doppelnummer erscheint, somit zwei Quartale umfasst. Es wurde in enger Zusammenarbeit mit der „Österreichischen Vereinigung für grabenloses Bauen und Instandhaltung von Leitungen“ (ÖGL) erstellt. „Grabenloses Bauen“ („Trenchless Technology“, „No Dig“, „Microtunneling“) wird primär als die grabenlose Verlegung, Sanierung und Erneuerung bzw. grabenloser Austausch von Rohren und Kabeln verstanden. Im weit-

testen Sinne umfasst diese Technologie jedoch die gesamte Bandbreite von kleinkalibrigen Erdraketen bis zum großkalibrigen Rohrvortrieb bzw. stellen letztlich auch der Schildvortrieb bzw. der Tunnelbau eine Form des grabenlosen Bauens dar; dies wird mit einigen Inseraten eindrucksvoll dokumentiert.

Die unterirdische Bauweise im Kanal- und Leitungsbau ermöglicht eine Minimierung von Verkehrs- und Betriebsstörungen, Umwelteingriffen und Rechtsstreitigkeiten. Die Fortschritte in der Maschinen- und Steuerungstechnik der letzten Jahre haben das Einsatzgebiet des grabenlosen Bauens stark erweitert, und zwar auch bei horizontal oder vertikal gekrümmten Leitungen. Überall, wo im Bauumfeld eine hohe Nutzungsdichte vorherrscht (Verkehr, Handel, Wohnen) ist die grabenlose Bauweise der offenen in der Regel deutlich überlegen.

Die grabenlose Bauweise kommt vor allem für kommunale Trinkwasser- und Abwassernetze zum Einsatz. Auch in der Gasversorgung haben diese Verfahren bereits ihren Platz eingenommen, ebenso bei privaten Daten- und Telefonleitungen, bei Be- und Entwässerungsanlagen, bei der Sanierung von Altlasten, Unterdückerung von Gewässern, bei „Lastsetzungsbohrungen“ (zur Rückdrehung schiefstehender Bauwerke), in der Geothermie (Erdwärme) etc.

Neben der völligen Neuverlegung von Leitungen und Kanälen kommen zunehmend grabenlose Sanierungs-, Erneuerungs- und Austauschverfahren zum Einsatz, etwa die Berstverfahren. Die vorliegende ÖIAZ gibt einen Überblick über die Vielseitigkeit des „Grabenlosen Bauens“. Dementsprechend beschreiben die insgesamt 18 Beiträge den Stand der Technik, innovative Lösungen, theoretische Ansätze und Ausführungsbeispiele. Damit soll eine Technologie allgemein bekannter gemacht werden, deren Tätigkeit zum Großteil unter Gelände erbracht wird, somit unsichtbar bleibt.

H. Brandl – Präsident des ÖIAV



O.Univ.Prof.  
Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Hans Georg Jodl

In der heutigen Zeit sind Baumaßnahmen im dicht verbauten urbanen Gebieten immer mit Problemen behaftet. Die Anrainer beklagen die Einschränkungen der öffentlichen Verkehrsflächen, die ausführenden Firmen beklagen die Schwierigkeiten der eingeschränkten logistischen und baubetrieblichen Arbeitsprozesse.

Grabenlos Bauen kann im Besonderen unter den genannten Bedingungen für alle Beteiligten erhebliche Erleichterungen bringen. Allerdings muss der Begriff „grabenlos“ korrekterweise auf „grabenarm“ eingeschränkt werden, denn ganz ohne sichtbare Verkehrseinschränkungen und Aufgra-

bungen geht es nicht. Da sich die grabenlosen Technologien im Allgemeinen jedoch auf den Zugang zu den unterirdischen Baumaßnahmen entweder über neu zu schaffende oder bereits vorhandene Schächte beschränkt, ist eine erhebliche Verminderung der oberirdisch sichtbaren und spürbaren Behinderungen gegeben.

Der konventionelle Neubau oder die Sanierung von unterirdischen Leitungen erfordert normalerweise einen auf oft mehr als hundert Meter offenen Leitungsgraben (Künette). Mit der grabenlosen Technologie werden im Regelfalle je Haltungslänge ein Start- und ein Zielschacht für den unterirdischen Rohrvortrieb genügen. Ein wesentlicher Pluspunkt ist die weitgehende Verminderung der abzutransportierenden Aushubmenge, da lediglich der Aushub in der Dimension des unterirdischen Rohrstranges anfällt, jedoch der Abtransport, das Zwischenlagern, der Antransport und der Wiedereinbau des Künettenaushubes entfällt. Dies stellt einen beachtlichen Beitrag zum Umweltschutz und der Verringerung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes dar.

Der vorliegende Band verfolgt zwei Ziele. Einmal soll dem interessierten Publikum das beeindruckende Spektrum des kleinen aber feinen Fachgebietes der grabenlosen Technologien aufgezeigt werden. Zum Anderen soll sich die Branche in ihrer differenzierten Leistungsfähigkeit auf den unterschiedlichen grabenlosen Teilgebieten darstellen und damit ein wichtiger Beitrag für das jährlich stattfindende „Symposium Grabenlos“ gegeben werden.

H. G. Jodl

Mitglied des Vorstandes der ÖGL –  
Österreichische Vereinigung für grabenloses Bauen  
und Instandhalten von Leitungen

# Grabenlose Technologien

## Trenchless technologies

Von Hans Georg Jodl und Roland Hohenauer, Wien

Mit 55 Abbildungen

(Eingelangt am 12. Mai 2008)



O.Univ.Prof.  
Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Hans Georg Jodl



Dipl.-Ing.  
Roland Hohenauer

### Kurzfassung

Die grabenlosen Technologien erleben auf Grund der steigenden Problematik im dicht verbauten Siedlungsgebiet Baumaßnahmen durchzuführen, einen deutlichen Aufschwung. Mit der rasanten Entwicklung moderner anpassungsfähiger Verfahren stehen für fast alle Anwendungszwecke geeignete Verfahren für den Neubau oder die Sanierung von Bestandsleitungen aller Art zur Verfügung. Unter der Voraussetzung der geeigneten Verfahrenswahl können die sogenannten „Grafenlosen Technologien“ in vielen Fällen wirtschaftlicher, rascher und zuverlässiger als konventionelle Neubau- und Sanierungsmethoden durch Aufgrabung erfolgen.

Wesentliche Grundlage der projektspezifischen Verfahrensauswahl und der sachgerechten Anwendung der Baumaßnahme ist ein ausreichend und sorgfältig vorgenommener Bodenaufschluss. Die Vielfalt der Verfahren erfordert für den planenden Ingenieur eine sorgfältige Auseinandersetzung mit den vorhandenen Randbedingungen. Besonderes Augenmerk gilt neben der Ausweitung der Instandhaltung den zahlreichen Rohrleitungsnetzen der Einbautenträger.

Die immer sparsamer eingesetzten Fördermittel und die langsam in die Jahre kommenden Leitungsnetze in den Ballungszentren fordern neue Technologien mit dem Ziel, die Bausubstanz von Leitungssystemen, die aus den unterschiedlichsten Gründen einer Sanierung bedürfen, zu erhalten und darüber hinaus erforderliche Aufgrabungen zu minimieren.

Die folgende Zusammenstellung des Abschnittes 4. Sanierungsverfahren ist eine Überarbeitung eines Vortrages zum Thema „Neues ÖWAV Regelblatt 28“ (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband Seminar 2007), kombiniert mit den ÖGL (Österreichische Vereinigung für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen) Verfahrensbeschreibungen.

Der gesamte Aufsatz versucht einen Überblick über die in Österreich dzt. gängigen Verfahren zusammenzustellen. Dieser erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; es wird daher empfohlen, zur Entscheidungsfindung gemeinsam mit Fachleuten auf der Planer- und Ausführungsseite die für den jeweiligen Verwendungszweck geeigneten Verfahren immer wieder neu zu suchen bzw. zu finden.

### Abstract

There is a growing need to share information and experience on ways of working in crowded towns and cities both installing new and repairing old underground utility services and networks. Public services, water, gas, electricity and district heat provider have found that their underground networks are beginning to reach the end of their useful working lives and need to be refurbished or replaced. Trenchless technologies can help to avoid or minimize massive obstruction of traffic by road works causing air pollution. Using Trenchless Technology helps to reduce problems for the road traffic and problems for the city people.

Trenchless technologies contain information on activities which should be carried out by pipe network owners and operators before embarking on new installation, replacement or rehabilitation programs. As with most construction techniques, careful preparation and ground investigation is as much a part of the success of a NoDig project as is the final installation, because in many cases one cannot be successfully achieved without the other.

The aim of this contribution is to overview the great diversity of trenchless technologies and their field of application.

### 1. Grabenlose Technologien – eine umweltfreundliche Alternative

„Grafenloses Bauen“ oder im angelsächsischen Sprachgebrauch „Trenchless Technology“ wird als Oberbegriff für Baumaßnahmen aller Art an unterirdischen Leitungen ohne großräumige Aufgrabungsarbeiten herangezogen. Der Oberbegriff des grabenlosen Bauens schließt eine große Vielfalt von unterschiedlichen Baumethoden, Verfahrenstechniken und Technologien ein. Die Arbeiten an einer unterirdischen Leitung werden je nach Art und Umfang der Aufgabenstellung den Ordnungsbegriffen Neuverlegung und Sanierung, mit den Sanierungstechnologien Erneuerung, Renovierung und Reparatur zugeordnet. Ziel dieser Technologie ist die weitgehende Freihaltung der Oberfläche von Baumaßnahmen. Anstelle der üblichen auf stark frequentierten Flächen die Umwelt, die Anrainer und den Verkehr belastenden Aufgrabungen wird der Leitungsbau unterirdisch abgewickelt. Die für die Baudurchführung erforderlichen Zugänge zu den unterirdischen Leitungen werden auf eine minimal notwendige Flächeninanspruchnahme begrenzt. Das ohnehin knappe Platzangebot im dicht bebauten Gebiet bleibt während der Bauarbeiten weitgehend erhalten, die Aushubmassen werden drastisch verringert und durch gravierende Verminderung der LKW-Fahrten wird die Umwelt entlastet. (Abb. 1 und Abb. 2)

Die Abwicklung der Bauarbeiten erfolgt im Regelfalle von vorhandenen oder zu errichtenden Schächten aus. Für das Anfahren der Vortriebseinrichtung wird üblicherweise ein Start- oder Anfahrtschacht benötigt, am Ende der aufzufahrenden Strecke fährt die Vortriebseinrichtung in einen Ziel- oder Einfahrtschacht ein. Gegebenenfalls sind Einstiegs-, Putz- und Revisionsschächte oder auch Zwischenschächte erforderlich.

Auf Grund der anspruchsvollen Technologie ist zur einwandfreien Bauabwicklung die sorgfältige Erfassung, Abwägung und Berücksichtigung aller technisch relevanten Parameter bereits in der Planung bzw. in der Ausschreibung erforderlich. Wird

diese Prämisse von allen Beteiligten beachtet, ist in der Regel die Wahl des technisch zweckmäßigsten und wirtschaftlich kostengünstigsten Verfahrens mit geringem Baugrundrisiko zu erwarten.

**2. Charakteristika der grabenlosen Technologien**

*Auswirkungen auf Anrainer und Verkehr*

- geringe Störung des ruhenden und fließenden Verkehrs
- geringe Lärm- und Schmutzbelästigung der Anrainer
- keine Beeinträchtigung von Handels- und Wirtschaftsbetrieben
- kaum Schäden an Baumwurzeln und am Bewuchs
- geringe Beeinträchtigung der generellen urbanen Qualität

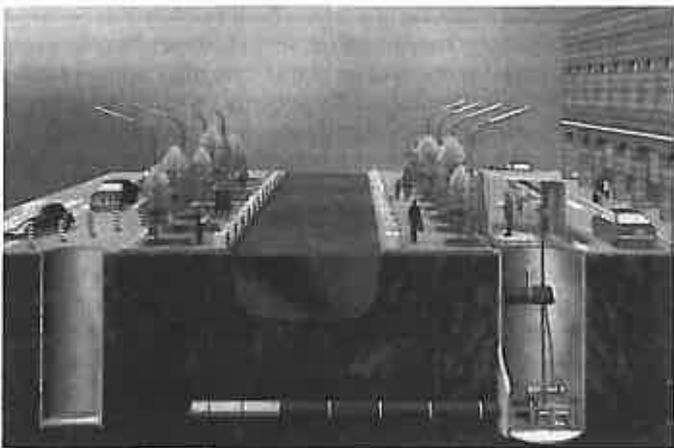


Abb. 1. Prinzip Grabenlose Technologie am Beispiel Neubau



Abb. 2. In der Erde ist was los, daher grabenlos! (ÖGL)

**Anforderungen**

- Sorgfältige Bodenerkundung in ausreichender Aufschlussmenge
- Erkundung nach Hindernissen
- Beachtung der Einsatzgrenzen der Verfahren
- Grabenlose Technologien sind keine Notlösungen für gescheiterte offene Verfahren

*Auswirkungen bei der Baudurchführung*

- niedriges Risiko von Setzungsschäden
- niedriges Risiko der Beschädigung anderer erdverlegter Leitungen

- Baudurchführung weitgehend witterungsunabhängig
- Baukosten fast unabhängig von der Tiefenlage der Leitung
- geringe Deponiekosten wegen minimaler Bodenentnahme
- Grundwasserabsenkungen während der Bauzeit können entfallen
- hohe Arbeitsgeschwindigkeiten bei Neuverlegung und Wiederherstellung
- große Leitungslängen in einem Stück herstellbar
- Leitungsdurchmesser von 25 mm bis über 4.000 mm
- hohe Qualität grabenlos verlegter Leitungen
- Leitungsarten in nahezu allen Materialien möglich

Die grabenlosen Technologien werden in die zwei großen Verfahrensgruppen Neubau und Sanierung gegliedert (Abb. 3). Eine vollständige Übersicht ist auf Grund der raschen Entwicklung und der Vielzahl an Verfahren speziell im Sanierungsbereich kaum möglich. Dennoch wird in diesem Aufsatz ein grober Überblick über die wesentlichen Verfahren gegeben.



Abb. 3. Allgemeine Gliederung der grabenlosen Technologien

**3. Neubauverfahren**

Unter dem Begriff Neubau oder Neuverlegung versteht man statisch tragende Maßnahmen zur Errichtung von neuen Leitungen nach vorgegebener topographischer und tiefenmäßiger Achslage. Hinsichtlich der Beeinflussbarkeit des Vortriebsverlaufes und der Art der Richtungsbeeinflussung des Vortriebes wird in nicht steuerbare und steuerbare Verfahren unterschieden (Abb. 4).



Abb. 4. Gliederung der Neubauverfahren

**3.1 Nichtsteuerbare Verfahren**

Die Richtung der Vortriebsmaschine kann während des Vortriebes nicht beeinflusst werden. Die wirtschaftlichen Einsatzlängen sind zwangsläufig begrenzt und wesentlich von der Bodenbeschaffenheit abhängig. Nichtsteuerbare Verfahren sind für Gas- und Wasserzuleitungen schnell, kostengünstig und ohne große Baustelleneinrichtung einsetzbar.

3.1.1 Erdverdrängungshammer (Bodendurchschlagsrakete)

Die Erdrakete ist ein torpedoförmiger, selbst fahrender Rammhammer, der durch Erdverdrängung eine horizontale Bohrung erzielt. Der Boden wird dabei weder geschnitten noch entfernt, sondern verdrängt. Es gibt hydraulisch und mit Druckluft arbeitende Verdrängungshämmer. Die Schlagenergie wird mit dem innerhalb eines Stahlmantels arbeitenden Kolben auf einen im Spitzende befindlichen Amboss übertragen. (Abb. 5 und Abb. 6)

Beim Auffahren auf ein Hindernis kann der Hammer von der geplanten Achse abweichen. Dieses Verfahren wird bodenabhängig mit Durchmessern DN 80 bis DN 150 auf Längen bis ca. 20 m eingesetzt.

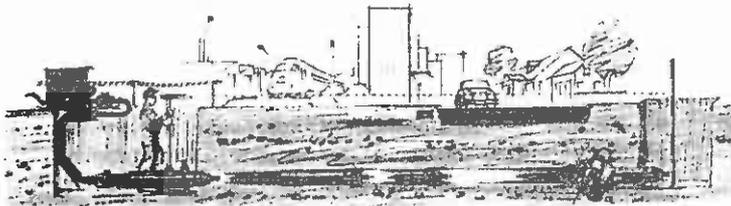


Abb. 5. Arbeitsprinzip Vortrieb mit Erdverdrängungshammer (Quelle Tracto-Technik)

3.1.3 Schneckenpressbohrung (Pressbohrverfahren)

Dieses Verfahren ist der einfache Vorläufer des „Rohrvortriebes“ und des „Microtunnelling“. Das Pressbohren ist ein horizontales, rotierendes Erdbohrverfahren. Der Antrieb erfolgt im Startschacht. Der Schneidekopf ist mit einer Flügelschnecke verbunden, die das Drehmoment von der Antriebseinheit zum Abbauwerkzeug überträgt und das Schmeldegut von der Ortsbrust in den Startschacht befördert. Da das System ungesteuert ist, kann es auch bei normalen Bodenverhältnissen und beim Auffahren auf Hindernisse zu größeren Abweichungen kommen. Häufige Anwendung dieses Verfahrens ist die Unterfahrung von Kreuzungen von Verkehrswegen, wo ein Schutzrohr erforderlich ist und große Toleranzen in Bezug auf Lage und Höhe erlaubt

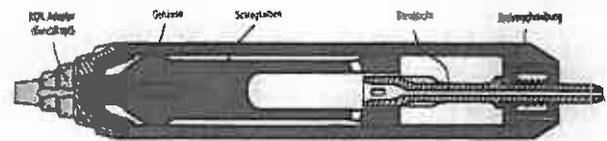


Abb. 6. Systemskizze Erdverdrängungshammer (Quelle Terra)

3.1.2 Rammverfahren

Bei diesem Verfahren rammt eine pneumatisch betriebene Rohrramme die Rohrleitung in das Erdreich. Das Schlaggerät arbeitet jedoch nur auf die Länge der Startgrube und muss für einen neuen Rohrschuss umgesetzt werden. Diese Technik kann auch – im Gegensatz zum Verdrängungshammer – im weichen Schlack eingesetzt werden. (Abb. 7 und Abb. 8)

Es gibt 2 Arten, das Rohr mit der Horizontalramme zu verlegen:

- Rohr am Rammkopf geschlossen (Bodenverdrängung)  
Diese Verlegeart kann auf Grund der Erdverdrängung nur in feinkörnigen Böden und bis zu einem Innendurchmesser von 150 mm eingesetzt werden. Die Rohrverlegung ist auch im Grundwasserbereich möglich. Das Verfahren ist während des Rammvorganges nicht steuerbar.
- Rohr am Rammkopf offen (Bodenentnahme)  
Diese Methode wird für Rohrdurchmesser > DN 100 mm verwendet. Das Erdreich dringt in das Rohr ein und wird in einem 2. Arbeitsgang nach Abschluss der Rohrrammung entfernt. Eine richtungsmäßige Steuerung kann nach Eintritt des Rammkopfes in das Erdreich nicht mehr vorgenommen werden. Bei diesem Verfahren muss ein Stahlrohr mit geschweißten Rohrverbindungen eingesetzt werden.

sind. Dieses Verfahren ist auch für die Herstellung von kurzen Hausanschlüssen im Abwasserbereich anwendbar. (Abb. 9 und Abb. 10)

3.2 Steuerbare Verfahren

Die Richtung der Vortriebsmaschine kann während des Vortriebs geringfügig beeinflusst werden (3.2.1), in begrenzter Kurvenfahrt gesteuert gefahren werden (3.2.2) oder nahezu beliebig gesteuert werden (3.2.3).

3.2.1 Richt-Pressverfahren (Pilotrohr-Bohrverfahren)

Dies ist ein steuerbares Verfahren zur Neuverlegung von Rohren im Zuge der Herstellung einer Rohrleitung. Hierzu wird vorlaufend ein richtungsgebender Pilotunnel mit einer steuerbaren Bohreinheit vorgetrieben. Danach wird dieser im Durchmesser kleine Pilotunnel auf den endgültigen Durchmesser aufgeweitet. Die Vorpressung des Pilotrohres und die Aufweitung des Bohrtunnels werden mit einer hydraulisch betriebenen Pressereinheit durchgeführt.

Das Verfahren wird in 2 Arbeitsgängen durchgeführt:

- Vorpressen eines Pilotrohres mit einem abgeschrägten Steuerkopf. Die Steuerung erfolgt durch Verdrehen der abge-

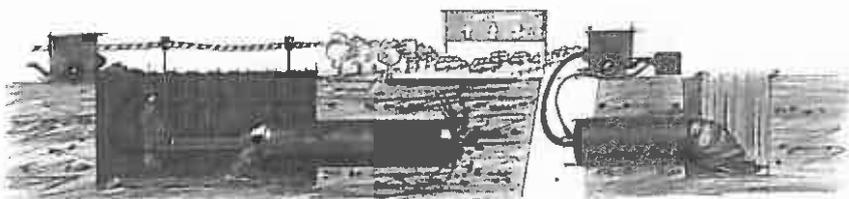


Abb. 7. Arbeitsprinzip Rohrramme mit offenen Ende (Quelle Tracto-Technik)



Abb. 8. Aufbau Rohrramme



Abb. 9. Prinzip Schneckenschneckenpressbohrung (Quelle HK)



Abb. 10. Pressbohrgerät mit Bohrschnecke

schrägen Steuerfläche (Abb. 11). Die Lage des Bohrkopfes, die Stellung der Steuerfläche und die Tiefe des Bohrkopfes werden über einen im Bohrkopf eingebauten Sender zu einem Empfänger an der Oberfläche übertragen und auf einem Monitor dargestellt. Alternativ dazu ist auch der Einsatz von Lasertechnik in Abhängigkeit von der Art des Bauvorhabens möglich (Abb. 12).

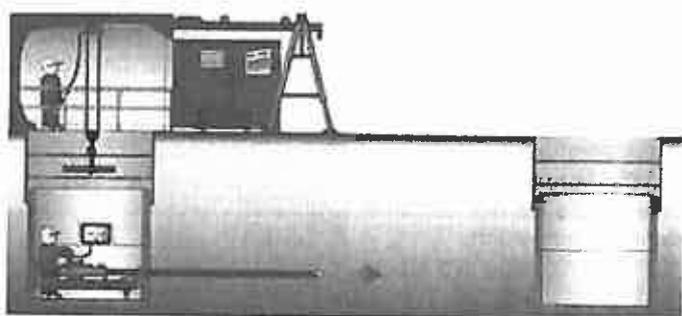


Abb. 11. gesteuerte Pilotrohrbohrung aus Startschacht (Quelle Soltau)

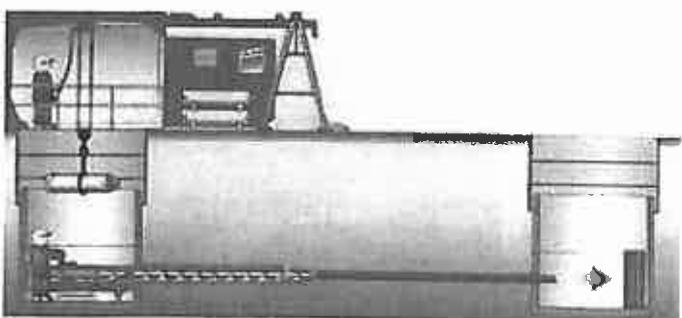


Abb. 13. Aufweitungsbohrung aus Startschacht (Quelle Soltau)

– Aufweiten des Bohrtunnels mit Hilfe eines vom Pilotrohr geführten Aufweitungsbohrkopfes und Einziehen bzw. Nachschieben eines Produkt- oder Schutzrohres im endgültigen Durchmesser (Abb. 13 und Abb. 14). Mit diesem Verfahren können Rohre bis zu einem Durchmesser von 500 mm (abhängig von der Verlegetiefe und der Verdrängbarkeit des Bodens) verlegt werden. Die maximale Bohrlänge beträgt ca. 60 m (abhängig vom Querschnitt und den geologischen Bedingungen). Abschließend erfolgen der endgültige Ausbau der Schächte und der Anschluss der neu hergestellten Rohrleitung.

### 3.2.2 Rohrvortriebsverfahren (Schildvortrieb, Mikrotunnelbau, Microtunnelling)

Ein Rohrvortriebsverfahren ist eine grabenlose Verlegetechnik für Rohrleitungen, mit der Vortriebsrohre von einem Pressschacht aus entlang der geplanten Trasse vorgetrieben werden. Die Stützung des Hohlraumes erfolgt durch ein Schneidschild mit einer der Geologie und dem Durchmesser entsprechenden Geräteausstattung für den Materialabbau. Die Ortsbrust kann bei entsprechend standfestem Boden ungestützt bleiben oder mit Hilfe von Suspension bzw. Erdbrei gestützt werden. Der Einbau der Vortriebsrohre ist kontinuierlich zu gewährleisten. Standardmäßig wird eine kreisrunde Querschnittsform hergestellt. Die Schildmaschine wird entsprechend den äußeren Abmessungen des vorzupressenden Rohrstranges dimensioniert. Dadurch werden Setzungen auf ein Minimum reduziert.

Abhängig von den Untergrundverhältnissen werden unterschiedliche Vortriebsanlagen (Vortriebsschilde) zum Abbau der anstehenden Geologie eingesetzt (Abb. 16). Auf Grund der unterschiedlichen Funktion dieser Schilde gibt es bei den Rohrvortriebsverfahren begehbare (klassischer Rohrvortrieb) und nicht begehbare Varianten (Mikrotunnelbau). Der Mikrotunnelbau (Microtunnelling) ist ein Verfahren, um nicht begehbare Rohrleitungen (DN 250 bis  $\geq$  DN 1000) ferngesteuert grabenlos verlegen zu können (Abb. 15).

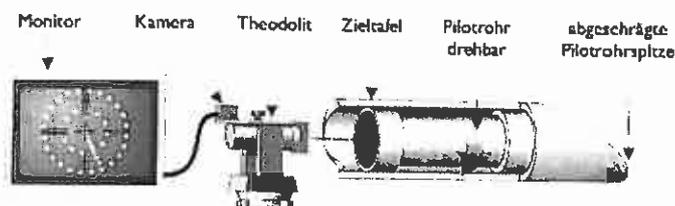


Abb. 12. Bohrkopfsteuerung mit Lasertheodolit (Quelle Soltau)

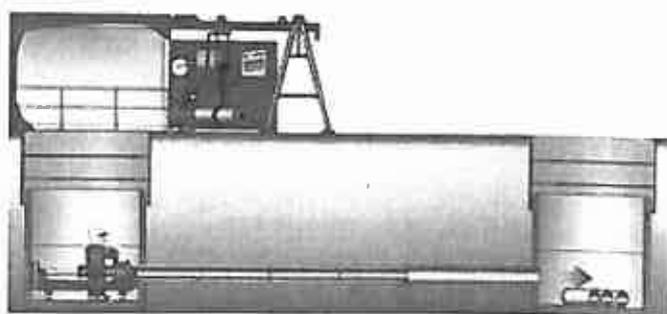


Abb. 14. Produktröhrenschub aus Startschacht (Quelle Soltau)

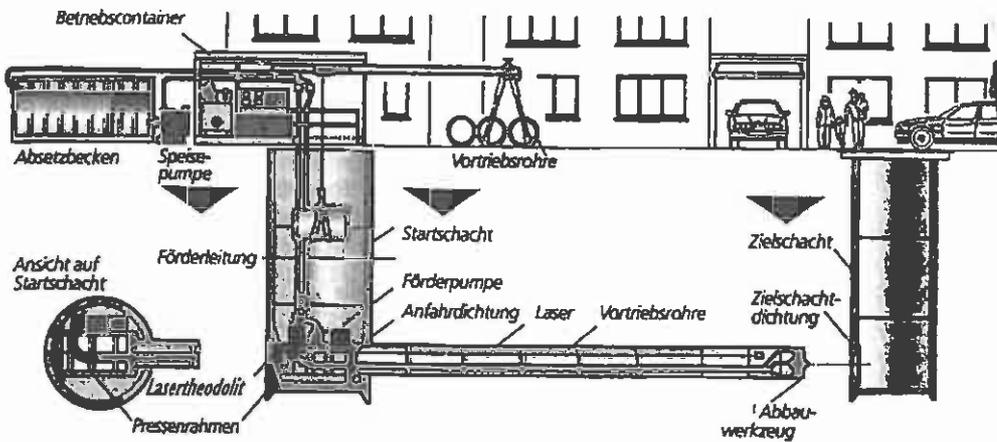


Abb. 15. Prinzipskizze Mikrotunnelbau – gesteuerte Rohrvorpressung, hier mit hydraulischer Bodenabförderung – Nassförderung (Quelle Herrenknecht)



Abb. 16. Bohrköpfe (Quelle HK)

Generell wird in maßgebend von der Geologie bestimmte Bodenabbausysteme unterschieden:

- Nicht druckhaltende Schilde mit ungestützter Ortsbrust und teilflächigem Abbau
- Nicht druckhaltende Schilde mit ungestützter Ortsbrust und vollflächigem Abbau
- Druckhaltende Schilde mit hydraulisch gestützter Ortsbrust
- Druckhaltende Schilde mit erddruckgestützter Ortsbrust

Für den Materialabtransport stehen je nach Geologie und Anlageverhältnissen Einrichtungen zur Trockenförderung oder zur Nassförderung mit Entsandungsanlage an der Oberfläche zur Auswahl (Abb. 17 und Abb. 18).

### 3.2.3 Horizontale Spülbohrtechnik

Die Technologie des gesteuerten Spülbohrens erlaubt die Herstellung von gekrümmten Druckrohrleitungen durch Führung einer relativ dünnen Pilotbohrung mit Hilfe eines kurvengängigen flexiblen Bohrgestänges von einer Horizontalbohranlage aus. Von einem im Bohrkopf eingebauten Sender können die

Bohrkopfdaten über elektromagnetische Signale in einem an der Oberfläche mitgeführten Empfänger zuverlässig empfangen und der Bohrkopf geortet werden. Der Bohrkopf ist als asymmetrische Schrägfläche ausgeführt, die je nach Schrägstellung, Rotationsgeschwindigkeit und Vorschub eine Richtungssteuerbewegung ermöglicht. Bei permanenter Rotation des Bohrkopfes stellt sich ein Geradeauslauf ein, d.h. es erfolgt keine Richtungsabweichung. Die Reichweite der horizontalen Spülbohrtechnik beträgt in Abhängigkeit von der Größe der Horizontalbohranlage zwischen 30 und 500 m.

Es werden 2 Verfahrensarten unterschieden:

- Spülungsbohren, „Weiches Bohren“ oder „Jet Cutting“
- Spülungsunterstütztes Bohren, „Gerichtetes Bohren“, gerichtetes Nassbohrverfahren oder „Horizontal Directional Drilling“ (HDD-Verfahren)

Wesentliche Vorteile beider Systeme sind die sehr gute Steuerbarkeit mit weitgehend beliebigen Kurvenradien in jeder Richtung und die zuverlässige Dokumentation der verlegten Achse der Produktrohre.

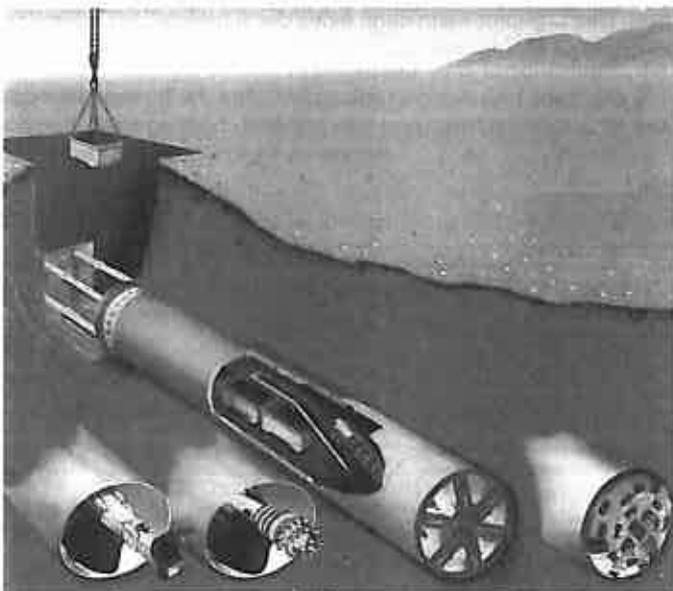


Abb. 17. Bodenabbau und Fördermöglichkeiten im Trockenverfahren (Quelle Herrenknecht)

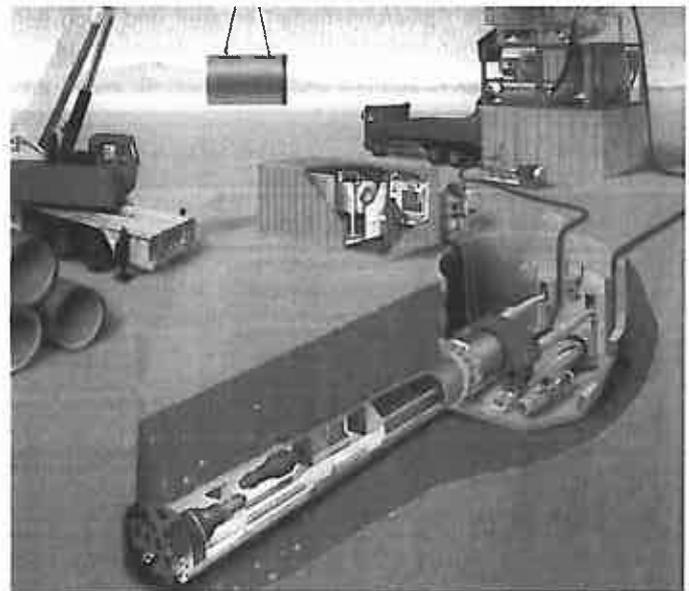


Abb. 18. Bodenabbau und Förderung im Nassverfahren mit Entsandungsanlage (Quelle Herrenknecht)

Der Verlegevorgang findet in 3 Arbeitsschritten statt (Abb. 19):

- Schritt 1 Pilotbohrung: Eine Pilotbohrung wird von der Startgrube oder der Oberfläche aus mit einem Bohrgerät entsprechend der geplanten Rohrachse in eine Zielgrube vorgebohrt. Dies erfolgt mit Hilfe eines hohlen Bohrgestänges in dem eine in der Versorgungseinheit aufbereitete Bohrspülung zum abgesschrägten Bohrkopf (Abb. 20) transportiert wird.
- Schritt 2 Aufweitvorgang: Um den gewünschte Bohrdurchmesser für den Einzug des Produktrohres zu erreichen, wird die Pilotbohrung wenn notwendig im Rückzugsverfahren aufgeweitet. Der entstehende Ringraum des aufgeweiteten Bohrloches wird mit Bentonitsuspension, die durch das hohle Bohrgestänge zum Aufweitkopf transportiert wird, gestützt. Das gewonnene Material aus dem Aufweitvorgang wird durch den Rückfluss der Bentonitsuspension in die Zielgrube transportiert.
- Schritt 3 Einziehvorgang: Ist der gewünschte Durchmesser erreicht, wird mit Hilfe eines Drehwibels und eines Ziehkopfes der auf die gesamte Verlegelänge fix verbundene Produktrohrstrang am letzten Aufweitkopf befestigt und in das fertige Bohrloch eingezogen.

nierungsabschnitte festgelegt und saniert. Da die Finanzmittel für die Sanierungsarbeiten immer weniger werden, muss das Ziel sein, mit ökonomisch sparsamstem Aufwand ein Maximum an ökologischen Nutzen bei der Erneuerung/Sanierung der Leitungsabschnitte zu erreichen.

Folgende Begriffsbestimmungen für die Sanierung von Leitungen wurden im neuen ÖWAV-Regelblatt 28 „Unterirdische Kanalsanierung“, 2007, in Anlehnung an die ÖNORM EN 752 bzw. Merkblatt der DWA M 143-1 festgelegt:

- unter Reparatur werden alle Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden verstanden, die ohne Veränderung der Bauwerksstruktur durchgeführt werden.
- Die Renovierung umfasst Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Leitungen und Kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz. Diese Verfahren basieren auf einer nachträglich eingebrachten, Innenauskleidung der Leitungen. Diese ist statisch nicht voll tragend.
- Unter Erneuerung wird die Herstellung neuer Leitungen in der bisherigen oder einer anderen Linienführung verstanden. Diese Maßnahmen können durch Auskleidung oder durch

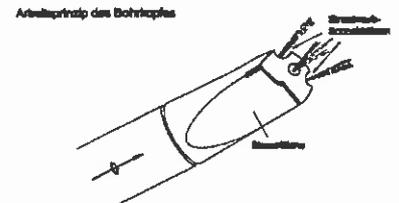
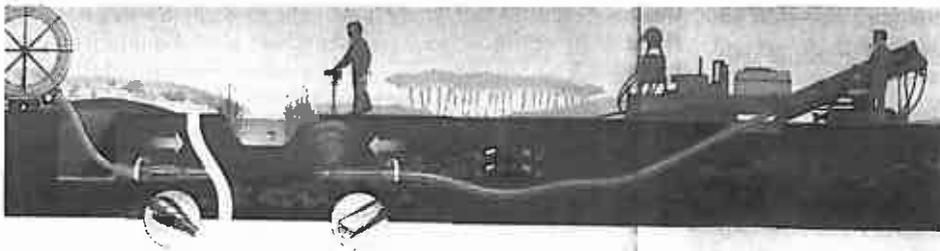


Abb. 19. Prinzip der gesteuerten Horizontal-Spülbohrtechnik (Quelle Tracto-Technik)

Abb. 20. abgesschrägter Spülbohrkopf

#### 4. Sanierungsverfahren

In den letzten Jahrzehnten erfolgte, vor allem in den Ballungszentren, ein lückenloser Ausbau von Infrastruktur-Leitungen für die Gasversorgung, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Die Bedeutung der Erhaltung dieser in den Untergrund vergrabenen Mittel wird immer mehr erkannt. In den Kommunen in denen die Leitungsnetze nun langsam „in die Jahre kommen“ wird der notwendige Sanierungsbedarf erkannt und nach den jeweiligen vorhandenen Finanzmitteln werden abgestimmte Sa-

Substanzerstörung bzw. Substanzaufgabe durchgeführt werden und sind unabhängig vom Bestand statisch tragend.

Für die richtige Wahl einer eventuellen unterirdischen Leitungssanierung muss einiges an Vorleistungen und insbesondere an Vorplanung erbracht werden. Diese Leistungen werden im Allgemeinen unter dem Begriff „Sanierungsplanung“ zusammengefasst. Das Ergebnis kann dann eines der folgenden in Österreich gängigen unterirdischen Sanierungsverfahren sein. (Abb. 21)



Abb. 21. Gliederung der Sanierungsverfahren

## 4.1 Reparaturverfahren

### 4.1.1 Roboter

Zum Einsatz kommt dieses Verfahren bei Freispiegelleitungen mit Kreisprofil im Bereich DN 200 – DN 600 mm und DN400/600 bis DN 500/750 mm. Mittels selbstfahrendem, ferngesteuertem und fernsehüberwachtem Roboter (Abb. 23) werden unter Verwendung verschiedener auswechselbarer Werkzeugaufsätze Schadstellen repariert (Auffräsen, Verpressen oder Verspachteln, Planschleifen) bzw. Abflusshemmnisse weggefräst. Geringfügige Wassereintritte können vor dem Fräs- und Spachtelvorgang durch Injizieren eines Hydrostrukturharzes (Gel) durch die Rohrwand abgedichtet werden. (Abb. 22)

Besonders geeignet ist das Verfahren für die Entfernung von Abflusshindernissen und die Reparatur von Muffen, Rissen und Einmündungen. Für den Einsatz des Roboters ist ein Schacht ab DN 800 mit Konus und Einstieg 600 ausreichend.

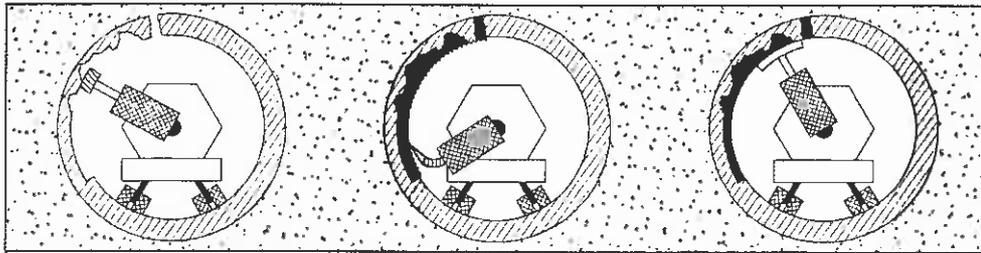


Abb. 22. Prinzipskizze Reparaturverfahren mit Roboter (Quelle: ÖWAV RB28)

### 4.1.2 Packer

Das Verfahren wird für die Sanierung einzelner Schadstellen in Abwasserleitungen in Dimensionen zwischen DN 100 – 600 mm eingesetzt. Mit diesem Verfahren werden mit Hilfe von Spezialpackern (Abb. 25) – unter Verwendung von Luft oder Wasser – undichte Muffen bzw. Haarrisse lokalisiert. Diese können dann im gleichen Arbeitsgang mit einem Injektionsgut, welches nach außen in das Erdreich oder in die umhüllende Rohrbettung gepresst wird, saniert werden. (Abb. 24)

Das verwendete Material ist sehr flexibel, schrumpft nicht in feuchter Umgebung, ist nicht korrosiv und weist eine überaus hohe chemische Beständigkeit auf. Durch die Polymerisation des Materials bildet sich außerhalb des Rohres eine wasserundurchlässige Schicht. Im selben Arbeitsgang wird abschließend die Dichtheit kontrolliert, auf Video aufgezeichnet und computerunterstützt dokumentiert. Bei den eingesetzten Materialien ist auf die Trinkwassertauglichkeit zu achten.

### 4.1.3 Innenmanschetten

Dieses Rohrsanierungsverfahren wird zur punktuellen Sanierung und Reparatur von Leitungen ab DN 150 bis DN 700 eingesetzt. Die dabei verwendete Gummi- oder Edelstahlmanschette wird

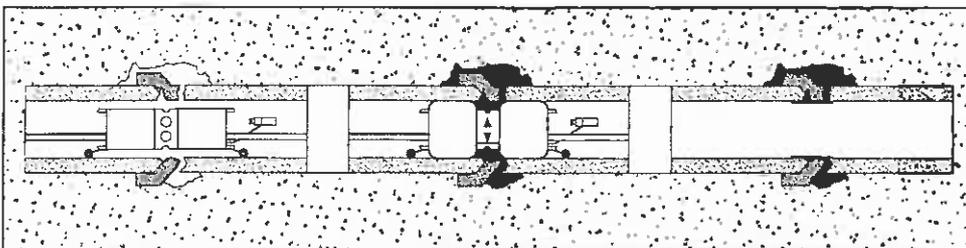


Abb. 24. Prinzipskizze Reparaturverfahren mit Packer (Quelle: ÖWAV RB28)

mit Hilfe eines Packers über die Schadstelle positioniert und mittels Druck an die Rohrwand angedrückt, bis deren Kompressionsverbindung (Schloss) einrastet. Dadurch wird eine dauerhafte mechanische Abdichtung erzielt. Die Stahlmanschette besteht aus Edelstahl, als Dichtmaterial können Gummielemente oder Harze eingesetzt werden. (Abb. 26, Abb. 27)

### 4.1.4 Injektion

Injektionsverfahren werden bei Schachtbauwerken und im Bereich von schließbaren und begehbaren Abwasserprofilen und Kollektoren eingesetzt. Ziel ist die Abdichtung gegen eindringendes Grundwasser, bzw. gegen austretendes Abwasser sowie die kraftschlüssige Verfüllung von Rissen, Hohlräumen und Bruchstellen. (Abb. 28)

Durch örtliche Injektionen werden die vorhandenen Schadstellen abgedichtet, indem das Abdichtungsmaterial von außen ei-



Abb. 23. Inspektionsroboter

nen Abdichtungspolster bildet oder Risse im Bauwerk ausfüllt. Zur Verwendung kommen Kunstharze, in der Regel Elastomer-Hydrostrukturharze (in der Regel für Abdichtungsmaßnahmen) und Injektionsmörtel (in der Regel für Verfestigungsmaßnahmen). Die verwendeten Injektionsmaterialien dürfen keine negativen Auswirkungen auf Boden und Grundwasser aufweisen. (Abb. 29)

### 4.1.5 Partielle Auskleidung

Das Verfahren wird für die Sanierung von Abwasserleitungen in Dimensionen von DN 100 – 600 mm eingesetzt. Ein mit Reaktionsharz getränkter Textilschlauch (vergleiche Schlauchlining-Verfahren) wird mittels Packern und TV-Kamera über bestehende Kontrollschächte an der schadhaften Stelle positioniert und unter Druck an die bestehende Rohrwand gepresst. Nach Aushärtung des Harzes wird der Packer wieder entfernt. (Abb. 30) Das System ermöglicht eine fugenlose Auskleidung, die mit dem bestehenden Rohr schrumpfungsfrei verklebt wird (Abb. 31). Während der Einbauphase dringt Harz in die desolante Rohrwand, womit diese eine zusätzliche Festigung erlangt. Zur Erzielung der geforderten Verklebung ist eine Untergrundvorbehandlung notwendig und der Übergang Alt-Rohr – Liner wird mit Überschussharz ausgebildet.

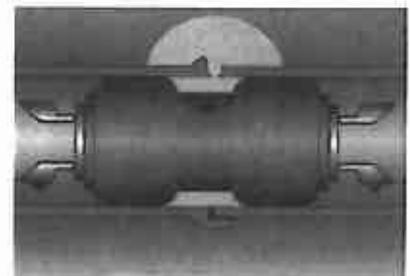


Abb. 25. Packer Injektion

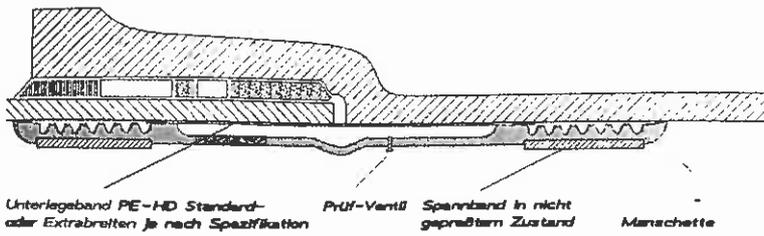


Abb. 26. Schnittskizze durch Rohrmuffe und Gummimanschette



Abb. 27. Gummi- und Edelstahlmanschette (DDS)

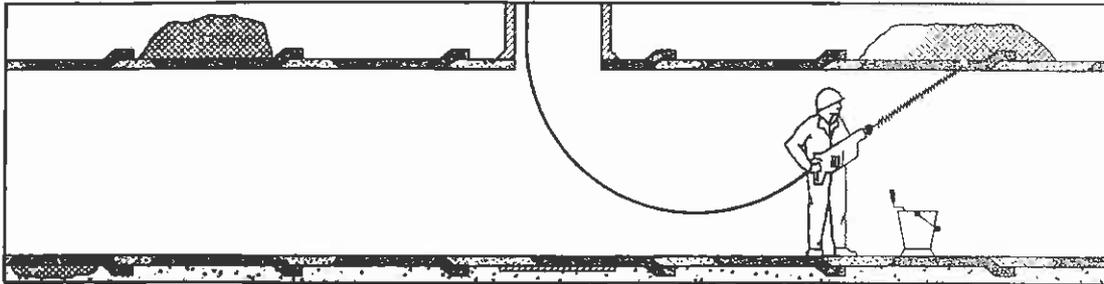


Abb. 28. Prinzipskizze Reparaturverfahren mit Injektion (Quelle: ÖWAV RB28)

Abb. 29. PU-Schaum Injektion

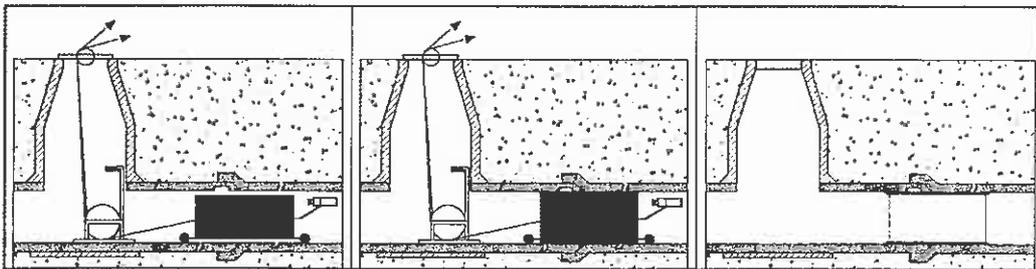


Abb. 30. Prinzipskizze Reparaturverfahren mit partieller Auskleidung (Quelle: ÖWAV RB28)



Abb. 31. Auskleidung

## 4.2 Renovierungsverfahren

### 4.2.1 Schlauchlining

Das Verfahren dient zur Erneuerung und Renovierung schadhafter Rohrleitungen für Gas-, Abwasser- oder Wasserleitungen. Es sind Durchmesser von 80 mm bis 2000 mm möglich. Auch bei Eiprofilen und Sonderprofilen kommt dieses Verfahren zur Anwendung.

Ein zunächst flexibler, mit Harz (Polyesterharz, Epoxidharz, Vinylesterharz, ...) getränkter mehrschichtiger Textilschlauch (Glas- oder Synthesefaserwerkstoffe) wird über bestehende Kontrollschächte oder Montagegruben im Inversionsverfahren oder Einziehverfahren in das Alt-Rohr eingebracht. Auf eine konstante Einbringgeschwindigkeit und auf konstante Zugkräfte ist zu achten. Die Aufweitung des Schlauch-Systems in die gefor-

derte Rohr- oder Profilmform geschieht durch Wasser oder Druckluft. Während der eingebrachte Liner noch unter Druck steht, wird das Harz durch Aufheizen des Wassers bzw. der Druckluft oder mittels UV-Licht zur Aushärtung gebracht (Polyaddition/ Polymerisation). (Abb. 32, Abb. 33)

Das Schlauchlining stellt im Sanierungsbereich die aktuell am meisten verwendete Verfahrenstechnik dar. Dieses Verfahren ist auch bei geringfügigen Abweichungen von Lage und Querschnitt anwendbar. Bei Durchfahren von Bögen ist eine Faltenbildung zu erwarten. Das Durchfahren von Zwischenschächten mit nachträglichem Öffnen ist möglich. Das Öffnen der Anschlüsse und Abzweigungen erfolgt unterirdisch mittels Fräsroboter. Das Anbinden der Anschlüsse mittels Hutprofil ist ab einer Hauptleitung DN 150 und Spachtelroboter ab einer Hauptleitung DN 200 möglich. Die Eigenschaften bezüglich voller statischer

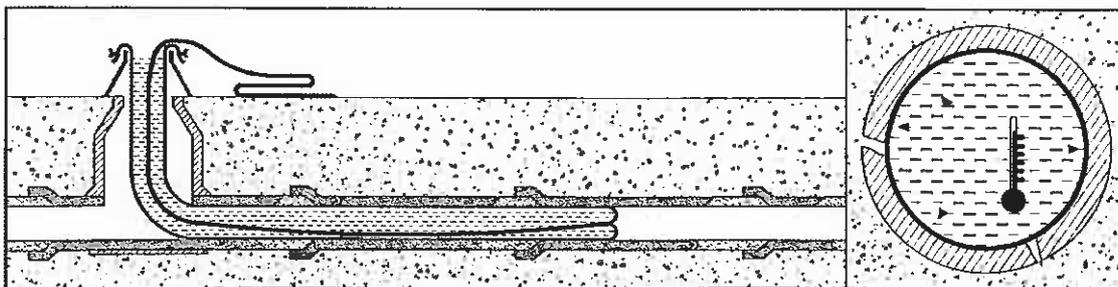


Abb. 32. Prinzipskizze Renovierungsverfahren mit Schlauchlining (Quelle: ÖWAV RB28)



Abb. 33. Textilschlauch

Traglast, Medien- und Temperaturbelastung werden dabei genau auf die Anforderungen im Rohr abgestimmt. Es entsteht ein neues nahtloses Kunststoffrohr, welches die Funktion des Altrohres vollkommen übernehmen kann.

#### 4.2.2 Verformte Rohre

Bei diesem Verfahren wird ein werkseitig thermomechanisch verformtes Rohr über bestehende Einstiegsschächte eingezo-gen. Das hochfeste Rohr wird bereits kurz nach der Produktion verformt und dadurch der Querschnitt gegenüber dem Originalquerschnitt um ca. 30% reduziert. Die durch die Verformung erhöhte Flexibilität und der kleinere Querschnitt des Rohres er-lauben das Einziehen des Liners in die bestehende Haltung mit Hilfe einer Winde direkt über den Schacht. (Abb. 34)

Nach dem Einbau des Rohres erfolgt unter Druck und Heißdampf dessen Rückverformung. Das Rohr presst sich dabei close-fit dem bestehenden Querschnitt an, und es entsteht so ein durchgehendes, glattes Rohr ohne Ringraum. Dieses Verfahren ist für alle Medien – außer Fernwärmeleitungen – bis DN 500 mm geeignet. (Abb. 35)

#### 4.2.3 Beschichtung

Es handelt sich dabei um eine maschinell aufgebraachte innen liegende Beschichtung in einer Altleitung. Die Beschichtung kann mineralisch (Abb. 36) oder in Kunststoff (Abb. 37) erfolgen. Das geeignete Material ist entsprechend dem Altrohrzustand und den chemischen bzw. auch mechanischen Anforderungen zu wählen und bietet einen aktiven Korrosionsschutz auf metalli-schen Leitungen. Beschichtungsverfahren sind für Trinkwasser-, Abwasser- und Fernwärmeleitungen in Dimensionenbereichen von DN 150 bis DN 1000 mm geeignet.

#### 4.2.4 Wickelrohr

Wickelrohrverfahren kommen bei der Sanierung von Abwasser-leitungen in Dimensionen von DN 150 mm bis DN 2500 mm zum Einsatz. Endlose Kunststoffprofile werden mittels einer im Schacht aufgestellten Wickelmaschine zu einem Spirallohr ge-formt und gleichzeitig in den bestehenden Kanal schraubförmig vorgeschoben. Die spiralförmige Verbindung der Profilränder wird durch Kleber, Elastomere oder mechanisch gesichert. Bei Verwendung einer stationären Wickelmaschine ist zumeist der Schachtboden aufzustemmen. Bei Verfahren mit Ringspalt ist der Ringspalt zum Altbestand mit Dämmung zu verfüllen. Rich-tungsänderungen können nur bedingt durchfahren werden. Hausanschlüsse dürfen erst nach Verdämmung hergestellt wer-den. (Abb. 38 und Abb. 39)

#### 4.2.5 Hausanschlüsse

Der Zustand der Hausanschluss/Grundstücksleitungen wird derzeit in Österreich nur von wenigen Kommunen erfasst. Zu-standsuntersuchungen weisen aber für diesen Bereich der pri-vaten Liegenschaften sehr oft einen schlechten Zustand auf. Die Schadensbilder sind dem der öffentlichen Leitungen ähnlich. Die Schnittstelle zwischen einer öffentlichen und einer priva-ten Leitung ist in Österreich mannigfaltig und oft nicht eindeutig geklärt. Damit ist auch die Zuständigkeit für die Instandhaltung und im Besonderen die Bezahlung dafür in vielen Gebieten of-fen. In der Regel sind die Anschlussleitungen für Größen bis DN 150 ausgelegt und können auch Dimensionssprünge aufweisen (Abb. 40). Diese findet man in Verbindung mit Bögen, Verzwei-gungen, Schächten bzw. Reinigungsöffnungen, die den Einsatz von Reinigungs-, Inspektions- und Sanierungsgeräten häufig behindern. Anschlussleitungen können mit sogenannten Hut-

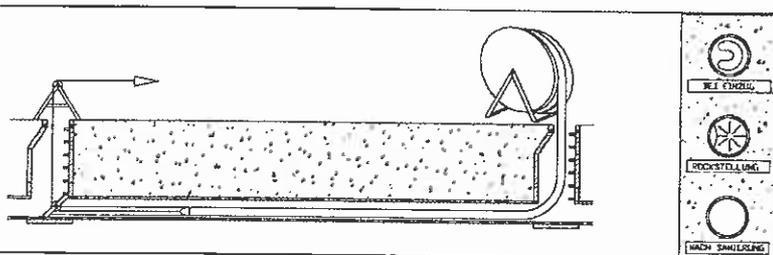


Abb. 34. Prinzipskizze Renovierungsverfahren mit verformten Rohren (Quelle: ÖWAV RB28)

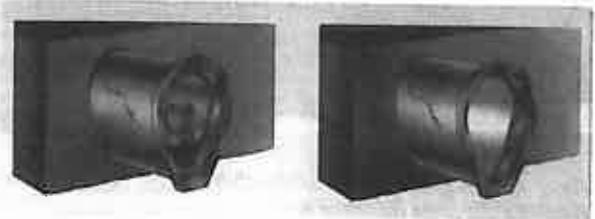


Abb. 35. vorverformtes Rohr bei Einzug und nach Rückverformung

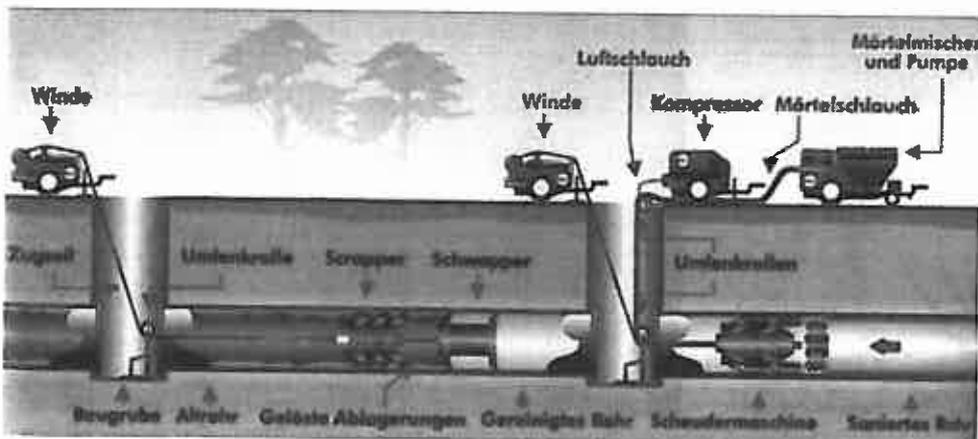


Abb. 36. Prinzipskizze Rohrbeschichtung mit Zementmörtel (Quelle RSC Cottbus)



Abb. 37. Kunststoffbeschichtung

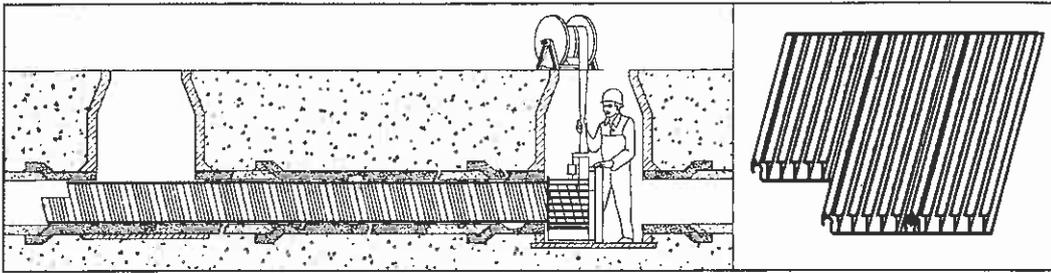


Abb. 38. Prinzipskizze Renovierungsverfahren mit spiralförmigem Wickelrohr (Quelle: ÖWAV RB28)



Abb. 39. Wickelvorgang im Schacht

stücken vom Kanalroboter aus saniert werden (Abb. 41). Weiters enden diese Hausanschlussleitungen oft unter Kellerbodenplatten und sind daher nur erschwert zugänglich bzw. sanierbar. Eine grabenlose Sanierung kann meist mittels Schlauchlining (z.B. Polyesterfaser-schlauch mit Zwei-Komponenten-Epoxidharz-System kann bis zu zwei Dimensionssprünge kompensieren), Muffenverpressung oder mittels Flutungsverfahren erfolgen. Die ersten zwei Verfahren gleichen den in den Vorkapiteln besprochenen Beschreibungen.

Beim Flutungsverfahren wird unter Bedachtnahme auf die Umweltverträglichkeit der zu sanierende Bereich mittels Blasen abgesperrt und mit einer ersten auf Wasserglas basierenden Komponente gefüllt (Abb. 42). Die Flüssigkeit entweicht anschließend durch ev. undichte Stellen und füllt die Hohlräume rund um das Rohr auf. Nach Absaugen dieser ersten Komponente aus dem Rohr, wird eine zweite Komponente eingefüllt, die mit der

im Boden verbliebenen ersten Komponente reagiert und eine harte, wasserdichte Masse rund um das ehemals undichte Rohr bildet (Abb. 43). Nach Absaugen der zweiten Komponente und einer, je nach Produkt vorgeschriebenen Aushärtezeit, ist dann der Hauskanal wieder voll funktionsfähig. Flutungsverfahren werden hauptsächlich bei unzugänglichen Leitungsabschnitten und nicht zu großen Schäden angewendet.

Als Sanierungsverfahren von Bleihausanschlussleitungen haben sich Verfahren mit speziellen Kunststoffschläuchen bewährt. Dabei wird der eingezogene dünne Schlauch an die Innenwand des alten Rohres mittels Heißwasser oder Druck



Abb. 40. Sanierung mit Schlauchlining bei Dimensionssprüngen (Quelle IKT - „lineTEC ProFlex“)



Abb. 42. Prinzipskizze Flutungsverfahrens (Quelle Sanipor)

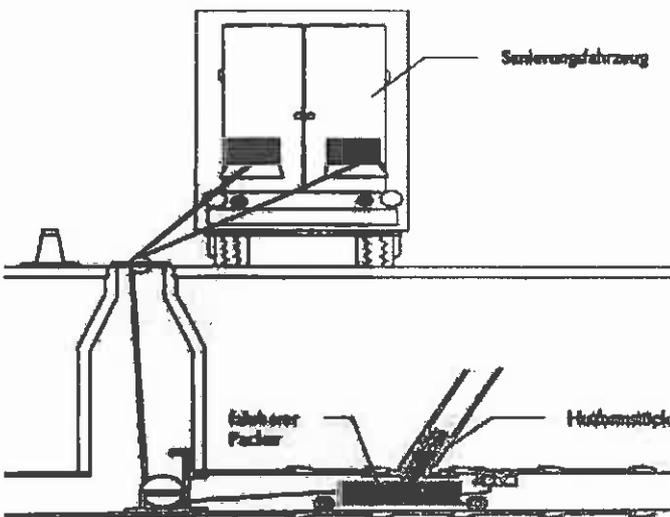


Abb. 41. Sanierung einer Anschlussleitung mit Hutstück (Quelle Rabmer)



Abb. 43. Sanierte Hausanschlussleitung (Quelle sanipor)

verpresst. Nach Abkühlen unter 60°C, kann dieser sanierte Abschnitt wieder in Betrieb genommen werden. Für Gashausanschlussleitungen wird auch ein Gewebeslauchverfahren im Reversionsverfahren verwendet.

Die derzeit gängigen Sanierungsmethoden hängen wie bei den „Öffentlichen Leitungen“ von der Schadensart- bzw. Umfang, Zugänglichkeit, Leitungstiefe und Alter der Leitungen ab. Ein einheitliches Sanierungsverfahren für Hausanschlussleitungen kann daher nicht angegeben werden und ist von Fall zu Fall von einer kompetenten Stelle abzuklären.

### 4.3 Erneuerung

Im Abschnitt Erneuerung werden die Verfahren zur Herstellung neuer Leitungen in der bisherigen oder einer anderen Linienführung dargestellt. Diese Maßnahmen können einerseits durch eine neue, kleinere Auskleidung mit Rohren erfolgen (Relining) oder durch Substanzerstörung bzw. Substanzaufgabe durchgeführt werden (Auswechslung). Die erneuerten Leitungen sind unabhängig vom Bestand statisch tragend.

#### 4.3.1 Relining (Auskleidung mit Rohren)

Der Begriff Relining steht für die Auskleidung des Bestandsrohres durch Einzug eines neuen, geringfügig kleineren Rohres nach verschiedenen Verfahrensvarianten.

##### 4.3.1.1 Langrohrrelining

Vor Beginn der Reliningarbeiten muss die alte Rohrleitung gereinigt werden. Anschließend wird der Querschnitt kalibriert, um sicherzustellen, dass der erforderliche Querschnitt für das neue Rohr im gesamten Erneuerungsabschnitt gegeben ist. Bei Bedarf wird das alte Rohr auch mittels TV-Inspektion kontrolliert. Nach erfolgter Reinigung und Kalibrierung wird über entsprechende Einzieh- und Zielbaugruben das Inlinerrohr eingezogen (Abb. 45). Die Rohre werden im Heizelementstumpfschweißverfahren inner- oder außerhalb der Rohreinziehgrube verschweißt. Der Ringraum zwischen Altbestandsrohr und neuem Produktrohr kann mit Dämmen oder anderen geeigneten Materialien verpresst werden (Abb. 44).

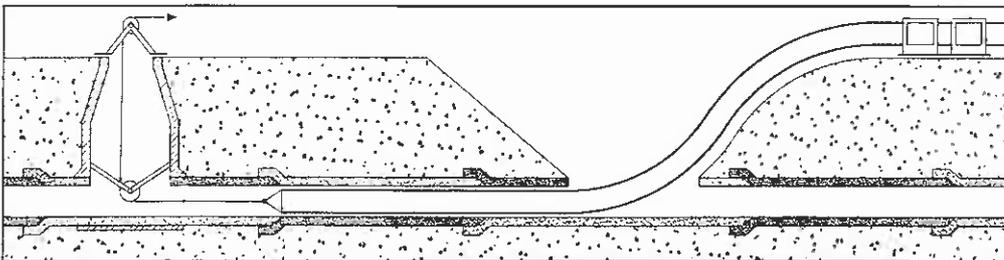


Abb. 44. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Langrohrrelining (Quelle: ÖWAV RB28)

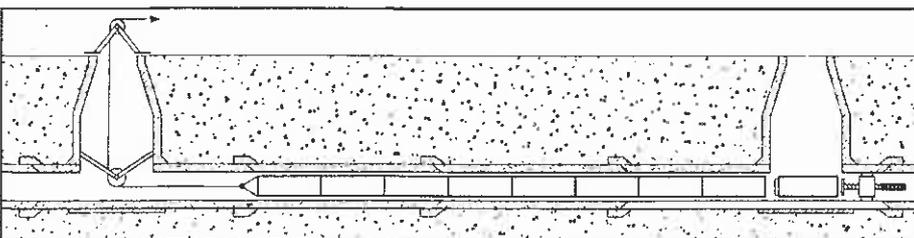


Abb. 46. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Kurzrohrrelining nicht begehrbar (Quelle: ÖWAV RB28)

Die Anwendung des Relining-Verfahrens ist bei allen Medien – außer Fernwärmeleitungen – möglich und kann bei allen Nennweiten und Druckstufen zur Erneuerung von Leitungen eingesetzt werden.

##### 4.3.1.2 Kurzrohrrelining

Beim Kurzrohrrelining werden einzelne „starre“ Rohre in Schächte oder in die Montagegrube gehoben und in das bestehende Rohr eingezogen oder eingeschoben (Abb. 46). Die Verbindung der einzelnen Rohre untereinander erfolgt in den Startbaugruben oder in Spezialfällen auch in der zu sanierenden Haltung. Der verfahrenstechnisch bedingte Ringspalt wird im Allgemeinen verfüllt. Für nicht begehbare Abwasserkanäle kann der Einbau der Kurzrohre über die Schächte erfolgen (Abb. 47). Im Falle begehrbarer Querschnitte können die Kurzrohre ohne oder mit Aufwölbung eingebaut werden.

Die Reliningverfahren „Schlauchlining“, „Verformte Rohre“ und „Wickelrohrverfahren“ wurden bereits in der Verfahrensbeschreibung in den Abschnitten 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.4 unter Renovierung dargestellt.

#### 4.3.2 Rohrauswechslungsverfahren

Der Begriff Rohrauswechslung steht für den Ersatz des Bestandsrohres durch Substanzerstörung bei gleichzeitigem Einzug eines neuen Rohres (Auswechslung) in bestehender Trasse nach verschiedenen Verfahrensvarianten.

##### 4.3.2.1 Pipe Eating

Das alte Rohr wird dabei zur Gänze ausgewechselt. Die bestehende Leitung wird mit einer modifizierten Mikrotunnel-Vortriebsmaschine überfahren, abgebrochen und durch eine neue Leitung ersetzt (Abb. 49). Als neues Rohrmaterial können praktisch alle gängigen, für das Rohrvortriebsverfahren Microtunneling geeigneten Rohre verlegt werden. Eine Vergrößerung des bisherigen Querschnitts kann ebenfalls erzielt werden. (Abb. 48) Dieses Verfahren eignet sich zur grabenlosen Auswechslung von Steinzeugrohren, Faserzement- und unbewehrten Betonrohren im Bereich DN 150 bis DN 500 mm.



Abb. 45. Einzug Inlinerrohr



Abb. 47. Einschub Kurzrohr (Quelle: santec)

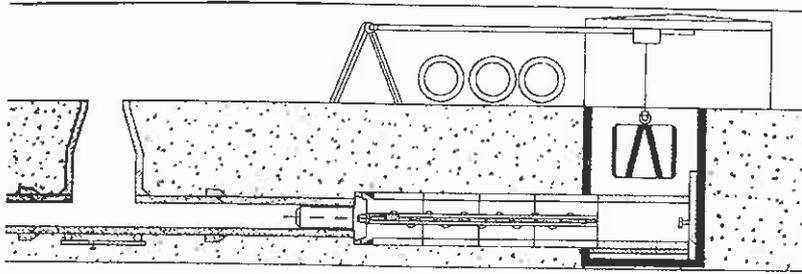


Abb. 48. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Rohrauswechslung durch Pipe Eating (Quelle: ÖWAV RB28)

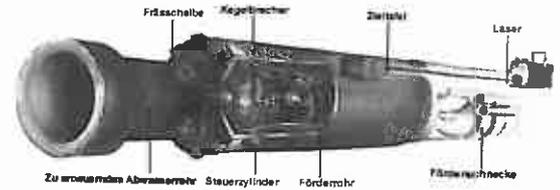


Abb. 49. Überfahren des Altrohres mit Tunnelvortriebsmaschine (Quelle Bleck&Söhne)

4.3.2.2 Berstlining

Bei diesem Verfahren wird ein Aufweit- bzw. Schneidkopf mit einem gegenüber dem Innendurchmesser der Altbestandsleitung größeren Querschnitt durch die Altbestandsleitung geführt. Dabei wird das Rohr zertrümmert (bersten des Rohres) und die Scherben im Erdreich verdrängt (Berstverfahren, Berstlining). Gleichzeitig mit dem Aufweitvorgang wird ein neues Produktrohr durch den aufgeweiteten Tunnel eingezogen. Im Berstlining-Verfahren können generell alle Rohrmaterialien erneuert werden mit Ausnahme von statisch bewehrten Betonrohrleitungen. Altrohre aus zähen Materialien werden geschnitten und aufgeweitet (4.3.2.4). Altrohre aus spröden Materialien werden gebrochen und radial verdrängt. (Abb. 50, Abb. 51)

gungshammer in der Leitungsachse läuft. Durch den Vortrieb des Erdverdrängungshammers wird der Tunnel aufgeweitet.  
 2. Statisches Bersten der Altbestandsleitung mittels hydraulisch betriebenen Zugeräten:  
 Der Aufweit- bzw. Schneidkopf wird mittels Gestänge durch die Altbestandsleitung gezogen. Das statische Berstlining-Verfahren ist vorteilhaft in verdrängbaren Böden und bei Altrohren aus spröden und zähen Materialien.

Das Verfahren eignet sich für den Rohreinzug von unbewehrten Beton-, AZ-, PVC-, Steinzeug-, Grauguss-, Stahl- und duktilen Gussrohren. Bei diesem Verfahren kann der Querschnitt gegenüber der Altbestandsleitung vergrößert werden (abhängig von den geologischen Verhältnissen).

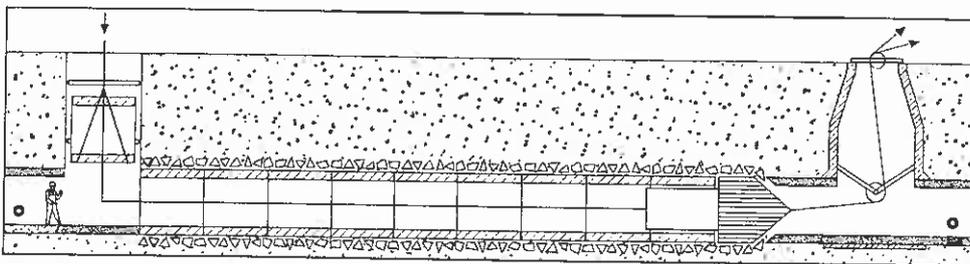


Abb. 50. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Rohrauswechslung durch Bersten des Altrohres (Quelle: ÖWAV RB28)

Abb. 51. Ansätzen Berstkörper (Quelle Frömert)

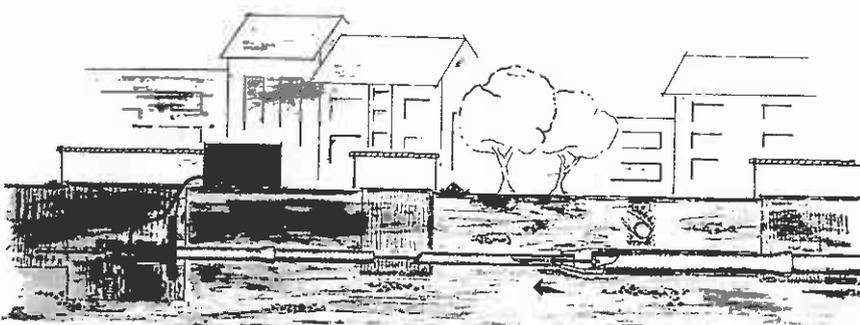


Abb. 52. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Rohrauswechslung durch Press-Zieh Verfahren (Quelle: Kraft&Wärme)

Abb. 53. Auspressen des Altrohres (Quelle RTE-magicC)

Es gibt 2 Arten des Berstverfahrens:

1. Dynamisches Bersten der Altbestandsleitung mittels Erdverdrängungshammer:

Eine pneumatisch betriebene Erdverdrängungshammer mit einem Aufweit- bzw. Schneidkopf wird mit einer Spillwinde auf Zug gehalten. Die Winde dient dazu, dass der Erdverdrän-

4.3.2.3 Press-Ziehverfahren

Das alte Rohr wird mittels Zuggestänge und speziellem Zug- bzw. Presskopf aus dem Erdreich herausgedrückt, vollständig entfernt und ein neues Produktrohr im gleichen Arbeitsgang eingezogen (Abb. 52). Das Herausdrücken und Aufweiten des Tunnels für den Einzug des neuen Produktrohres wird mit einer hydraulisch betriebenen Press-Zieheinheit durchgeführt (Abb. 53).

Es können alle für Druckrohre geeigneten Rohre eingezogen werden. Eine Vergrößerung der Nennweite des neuen Rohrquerschnittes gegenüber der Altbestandsleitung um bis zu 2 Dimensionen ist möglich. Dieses Verfahren eignet sich zur grabenlosen Auswechslung von Grauguss, duktilen Gussrohren, Stahl, Asbestzement- und PVC-Rohren im Querschnittsbereich von DN 80 bis DN 300 mm.

#### 4.3.2.4 Aufweit-Ziehverfahren

Das alte Rohr wird unten aufgeschlitzt und für den Einzug eines neuen Produktrohres aufgeweitet (Abb. 55). Das aufgeweitete Alrohr bildet eine Schutzkappe über dem neuen Produktrohr. Das Aufschlitzen und Aufweiten des Tunnels für den Einzug des neuen Produktrohres wird mit einer hydraulisch betriebenen Press-Zieheinheit durchgeführt (Abb. 54).

Dieses Verfahren eignet sich zur grabenlosen Auswechslung von duktilen Guss- und Stahlrohren im Bereich DN 80 bis DN 350 mm. Mit kleinen Geräten können auch Stahl-Hausanschlussleitungen ab einem Durchmesser von 40 mm aufgeschnitten und aufgeweitet werden. Es können alle für Druckrohre geeigneten Rohrwerkstoffe eingezogen werden. Eine Vergrößerung des neuen Rohrquerschnittes gegenüber der Altbestandsleitung um bis zu 2 Dimensionen (bei Stahlrohren) bzw. um 1 Dimension (bei duktilen Gussrohren) ist möglich.

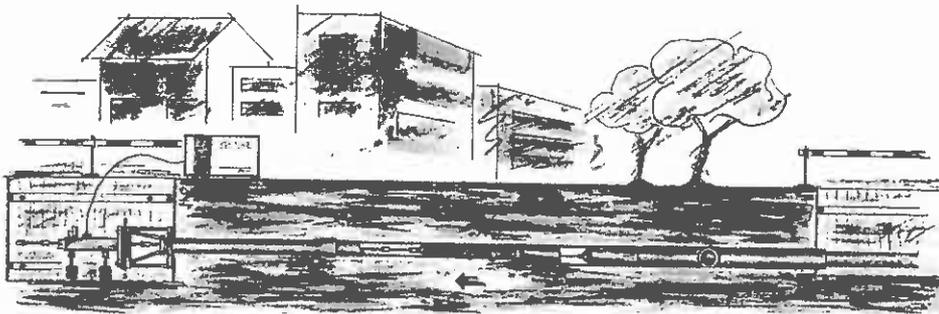


Abb. 54. Prinzipskizze Erneuerungsverfahren mit Rohrauswechslung durch Aufweit-Ziehverfahren (Quelle: Kraft&Wärme)

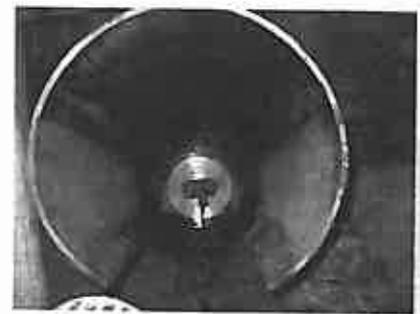


Abb. 55. Aufschneiden des Altrohres (Quelle Kraft&Wärme)

## 5. Zusammenfassung

Für die Errichtung von neuen Rohrleitungen ist vor allem die Qualität der vorlaufenden Bodenerkundung maßgebend. Von diesen Ergebnissen hängt nicht nur die Wahl des am besten geeigneten grabenlosen Bauverfahrens ab, sondern auch die Wahl des geeigneten Rohrmaterials hinsichtlich Nachhaltigkeit und Funktionalität, wie z.B. die Art und Beschaffenheit des durch die Leitung fließenden Mediums (Wasser, Gas, Abwasser, Dickstoffe, etc.). Die Anwendung von grabenlosen Neubauverfahren darf keine Notlösung für Fehlplanungen der offenen Bauweise sein, sondern muss von vornherein genau auf den Bedarf abgestimmt geplant werden.

Bei der endgültigen Wahl des jeweiligen Sanierungsverfahrens sind eine Vielzahl von weiteren Faktoren zu beachten, z.B. die vorgeschriebene erwartete Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme, die statische Anforderung nach der Sanierung, der Zeitrahmen des Sanierungsverfahrens, wie ist bei der Sanierung von in Betrieb befindlichen Abwasserrohren mit dem zwischenzeitlichen Abwasseranfall zu verfahren, welche Inhaltsstoffe bzw. mit welchem Grundwasserstand ist zu rechnen, ebenso die zu erwartenden Verkehrsbeeinträchtigungen bzw. div. arbeitsrechtliche Vorschriften und anderes mehr.

Unter Berücksichtigung all dieser Erfordernisse kann dann die Wahl des unterirdischen Sanierungsverfahrens getroffen werden. Der längerfristige Erfolg der Sanierungsmaßnahme liegt aber auch in einer qualitativen Ausschreibung und einer umfassenden örtlichen Bauüberwachung die alle definierten Qualitätsmerkmale und Qualitätsziele konsequent überprüft bzw. überwacht. Fehlende Langzelterfahrung bzw. Sparen am falschen Ort kann den Sanierungserfolg und die Nutzungsdauer stark reduzieren.

## 6. Quellenhinweise

### 6.1 ÖWAV-Regelblätter

- ÖWAV-Regelblatt 21: Kanalkataster, 2. Auflage. Wien, 1998 (derzeit in Überarbeitung)
- ÖWAV-Regelblatt 32: Sicherheit auf Abwasserableitungsanlagen (Kanalisationsanlagen) – Bau und Einrichtung, Ausrüstung und Betrieb. Wien, 2000
- ÖNORM EN 12889: Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- ÖNORM EN 13380: Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Renovierung und Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden
- ÖNORM EN 13508-2: Zustandserfassung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion

- ÖNORM EN 13566: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen)
  - Teil 1: Allgemeines
  - Teil 2: Rohrstrang-Lining, Entwurf 06/2002
  - Teil 3: Close-Fit-Lining
  - Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining
  - Teil 7: Wickelrohr-Lining mit Rohren aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Entwurf 03/2005
- ÖNORM EN 14457: Allgemeine Anforderungen an Bauteile, die bei grabenlosem Einbau von Abwasserleitungen und -kanälen verwendet werden

### 6.2 DWA-Regelwerke

- ATV-Arbeitsblatt-A 125: Rohrvortrieb (1996)
- ATV-DVWK-Arbeitsblatt-A 127: Statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen (2000)
- ATV-Arbeitsblatt-A 161: Statische Berechnung von Vortriebsrohren (1990)
- ATV-Merkblatt-M 101: Planung von Entwässerungsanlagen, Neubau-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen (1996)
- ATV-DVWK-Merkblatt-M 127, Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren (2000)
- ATV-Merkblatt-M 143: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:
  - Teil 2: Optische Inspektion (1999)
  - Teil 5: Allgemeine Anforderungen an Leistungsverzeichnisse für Reliningverfahren (1998)

- Teil 6: Dichtheitsprüfungen bestehender erdüberschütteter Abwasserleitungen und -kanäle und Schächte mit Wasser, Luftüber- und Unterdruck (1998)
- ATV-DVWK-Merkblatt-M 143: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:
    - Teil 1: Grundlagen (2004)
    - Teil 4: Montageverfahren für begehbare Abwasserleitungen und -kanäle und Bauwerke (2004)
    - Teil 7: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Kurzliner und Innenmanschetten (2003)
    - Teil 8: Injektionsverfahren zur Abdichtung von Abwasserleitungen und -kanälen (2004)
    - Teil 9: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Wickelrohrverfahren (2004)
    - Teil 11: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren ohne Ringraum (Close-Fit-Lining) (2004)
  - DWA-Merkblatt-M 143: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden:
    - Teil 3: Schlauchliningverfahren (vor Ort härtendes Schlauchlining) für Abwasserleitungen und -kanäle (2005)
    - Teil 10: Noppenschlauchverfahren für Abwasserleitungen und -kanäle (2006)
    - Teil 14: Sanierungsstrategien (2005)
    - Teil 15: Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Berstverfahren (2005)
    - Teil 16: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Roboterverfahren (2006)
    - Teil 17: Beschichtung von Abwasserleitungen, -kanälen und Schächten mit zementgebundenen mineralischen Mörteln (2006)
    - Teil 20: Prüfung und Beurteilung von Sanierungsverfahren; Anforderungen, Prüfkriterien und Prüfpfehlungen – Schlauchliningverfahren und Kurzliner (2005)
  - ATV-Merkblatt-M 149: Zustandserfassung, -klassifizierung und -bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden (1999).

6.3 Sonstige Quellen

- Homepage ÖGL <http://www.oegl.at>
- Homepage ÖVGW <http://www.ovgw.at>
- Homepage ÖWAV <http://www.oewav.at>
- Homepage GSTT <http://www.gstt.de>
- Homepage ISTT <http://www.istt.com>
- Homepage DVGW <http://www.dvgw.de>
- Homepage Güteschutz Kanalbau <http://www.kanalbau.com>
- Homepage IKT <http://www.ikt.de>

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg Jodl  
Technische Universität Wien

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement  
Karlsplatz 13/234-1  
1040 Wien  
Tel: +43-1-58801-23410  
Fax: +43-1-58801-23499  
jodl@ibb.tuwien.ac.at

Dipl.-Ing. Roland Hohenauer

Büro Dr. Lengyel ZT GmbH  
Rennweg 46-50/1/2  
1030 Wien  
Tel: +43-1-798 24 00-60  
Fax: +43-1-798 24 00-55  
r.hohenauer@bdl.at

Hausergasse 28  
9500 Villach  
Tel: +43-4242-2344060  
Fax: +43-4242-2344090  
r.hohenauer@bdl-vi.at







**G. HINTEREGGER**  
& SOHNE  
Baugesellschaft m.b.H.

**Ihr Partner in allen  
Sparten der Bauwirtschaft**

QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED ISO 9001  
REG. NR. ÖQS 784

Bergerbräuhausstraße 27  
A-5020 Salzburg

Telefon: +43 / 662 / 88 9 80 - 0  
Telefax: +43 / 662 / 88 9 80 - 30

ghs@hinteregger.co.at  
www.hinteregger.co.at





