

**RSV  
Information  
Nr. 11  
Oktober 2011**

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

Hinweis:

Der vorliegende Sonderdruck wurde sehr sorgfältig erstellt.  
Dennoch übernimmt der RSV für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen und eventuelle Druckfehler keine Haftung.

RSV – Rohrleitungssanierungsverband e.V.  
Eidechsenweg 2  
49811 Lingen (Ems)  
Telefon: +49 (0) 5963 981 08-77  
Fax: +49 (0) 5963 981 08-78  
E-Mail: [rsv-ev@t-online.de](mailto:rsv-ev@t-online.de)  
Internet: [www.rsv-ev.de](http://www.rsv-ev.de)

ISBN 978-3-8027-5026-7

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

Alle Rechte – auch die der Übersetzung in fremde Sprachen –  
bleiben dem RSV vorbehalten.

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

---

**RSV**  
**Information**  
**Nr. 11**  
**Oktober 2011**

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

## Vorwort

Die **Nutzungsdauer** aller Rohrmaterialien und Rohrverbindungen sowie von Armaturen der Wasser- und Gasleitungen sowie Kanäle sind begrenzt und von vielen Einflussfaktoren abhängig. Durch rechtzeitiges Sanieren kann die Nutzungsdauer wesentlich verlängert werden.

Hierfür sind Zustandsuntersuchungen bzw. -bewertungen erforderlich, um ein wirtschaftliches Verfahren einzusetzen.

**Ziel von Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen sind funktionstüchtige über lange Zeit möglichst schadensfreie Druckrohr- bzw. Kanalnetze, denn diese müssen dicht, standsicher und betriebssicher sein.**

Bei den Verfahrensvarianten kann von einer Nutzungsdauer von 50 bis 80 Jahren ausgegangen werden.

Beim Einsatz von Vortriebsrohren im Berstverfahren kann auch von einer wesentlich höheren Nutzungsdauer ausgegangen werden.

Die Verfahrensentwicklung grabenloser Bauweisen in den letzten Jahrzehnten ermöglicht eine umwelt- und ressourcenschonende Sanierung der Druckrohr- und Kanalnetze.

Der Erfolg der grabenlosen Bauverfahren veranlasste die Rohrindustrie zur stetigen Weiterentwicklung der **Rohrmaterialien und Rohrverbindungen** für die Medien: Gas, Trinkwasser und Abwasser.

Zu nennen sind hier insbesondere

- Duktulguss- und Stahlrohrleitungen mit korrosionssicherem und widerstandsfähigem Außenschutz,
- Zugfeste Rohrverbindungen von Duktil- und Stahlrohrleitungen für den Einsatz beim Berstlining und anderen Verfahren,
- Kunststoffrohre mit erhöhter Zeitstandsfestigkeit, aus vernetztem Polyethylen und als Mehrschichtrohre,
- Entwicklung der Schweißtechnik bei Kunststoffrohren,
- Entwicklung von Gewebesschläuchen für Gas- und Wasserleitungen,
- Entwicklung von Schlauchlinern mit Warmhärtung bzw. UV-Härtung für Abwasserkanäle.
- Entwicklung von Kunststoffrohren aus PE mit besonderen Eigenschaften.

Die vorliegende Information geht auf Verfahren ein, die sich auf dem Sanierungsmarkt etabliert haben.

Die Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrnetzen wird als Sanierung bezeichnet, während die Renovierung ein Teil der Sanierung im Abwasserbereich darstellt.

Es wurde versucht, diese Begrifflichkeiten soweit möglich in dieser Information auseinander zu halten.

Für Mitteilungen von Erfahrungen, die mit der Anwendung dieses Informationsblattes verbunden sind, und für sonstige Hinweise ist der RSV dankbar.

Lingen (Ems), Oktober 2011

RSV-  
Rohrleitungssanierungsverband e.V.

## Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	2
<b>1</b>	<b>Geltungsbereich</b>	<b>4</b>
1.1	Begriffe	4
<b>2</b>	<b>Erhaltung und Erneuerung als Aufgabe des 21. Jahrhunderts</b>	<b>6</b>
2.1	Unzureichende Erhaltung und Erneuerung = Substanzverlust	7
2.2	Reparatur als Rehabilitationsmaßnahme für den Druckrohrbereich	8
2.3	Sanierungsverfahren	9
2.4	Grabenlose Verfahren der Erhaltung und Erneuerung von Wasser und Gasleitungen von Abwasserleitungen	10
2.4.1	Grabenlose Verfahren in der Wasserversorgung	11
2.4.2	Grabenlose Verfahren in der Gasversorgung	12
2.4.3	Grabenlose Verfahren in der Abwasserableitung	13
<b>3</b>	<b>Grabenlose Bauweisen – umwelt- und ressourcenschonend</b>	<b>14</b>
3.1	Vorteile Grabenlose Bauweisen	14
3.2	Probleme und Nachteile der offenen Bauweise	15
3.3	Offene Bauweise und grabenlose Bauweise im Vergleich	16
3.4	Umweltfreundliche und nachhaltige Rehabilitation durch grabenlose Leitungsverlegung	17
3.5	Tabellarischer Vergleich für den Druckrohrbereich	19
<b>4</b>	<b>Neu- und Weiterentwicklung der Rohrmaterialien und Rohrverbindungen</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Untersuchungen einer Modellstraße</b>	<b>25</b>
5.1	Allgemeines	25
5.2	Trinkwasserleitung	26
5.3	Abwasserkanal	26
5.4	Kostenuntersuchung	26
5.4.1	Untersuchte Verfahren	26
5.4.2	Kostenzusammenstellung	27
5.4.3	Rehabilitation mit Zementmörtelauskleidung	28
5.4.4	Rehabilitation mit PE-Einzugsverfahren ohne Ringraum (Verformungsverfahren) Trinkwasserleitung DN 150	29
5.4.5	Rehabilitation mit einzuklebenden Gewebeschläuchen	30
5.4.6	Renovierung mit PE-Einzugsverfahren ohne Ringraum (Verformungsverfahren) Kanal DN 300	31
5.4.7	Schlauchlining für einen Abwasserkanal	32
5.4.8	Gegenüberstellung der Herstellungskosten von Trinkwasserleitung unterschiedlicher Dimensionen in offener Bauweise und dem Berstverfahren	33
<b>6</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Weiterführende Literatur und Normen, Arbeitsblätter, Merkblätter und Hinweise</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Bearbeitung</b>	<b>42</b>

## 1. Geltungsbereich

Diese Information kann auch für die Sanierung und Renovierung von Druckrohrleitungen, der nicht öffentlichen Gas- und Wasserversorgung sowie der Abwasserentsorgung angewandt werden.

### 1.1 Begriffe nach DVGW W 400-3

#### Druckrohr:

- Rehabilitation:  
Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit bestehender Gasverteilungsanlagen bzw. Trinkwasserleitungen
- Reinigung  
Beseitigung von Inkrustationen und Ablagerungen vor der Sanierung (als Vorbereitungsmaßnahme für die Sanierung, jedoch nicht als selbstständiges Verfahren)
- Erneuerung  
Ersatz einer außer Betrieb genommenen Leitung aufgrund aufgetretener Schäden oder vorhandener Mängel
- Gewebeschlauch  
Rundgewebter elastischer Schlauch.  
Beschichtung aus PE für Trinkwasser für Gas aus PU oder Nylon nahtlos gewebt.

#### Abwasser

- Sanierung (nach DIN EN 752)  
Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen
- Reparatur (nach DIN EN 752)  
Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden
- Renovierung (nach DIN EN 752)  
Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und –kanälen unter vollständiger oder teilweise Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.
- Erneuerung (nach DIN EN 752)  
Herstellung neuer Abwasserleitungen und –kanäle in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Abwasserleitungen und –kanäle einbeziehen.
- Haltung  
Kanalstrecke zwischen zwei Schächten
- Nutzungsdauer (nach DIN EN 752)  
Für Planungszwecke erwartete Lebensdauer eines Anlagenteils
- Schlauchliner  
Der fertig eingebaute und gehärtete Schlauch ist der Schlauchliner. Es entsteht ein muffenloser Schlauchliner, der am bestehenden Kanal formschlüssig anliegen muss und mit diesem verbunden sein kann.

- Ringraum (nach DWA-M 127-2)  
Ringraum ist der verbleibende Raum zwischen Altrohr und Neurohr, der verdämmt werden sollte.
- Ringspalt (nach DWA-M 127-2)  
Ringspalt ist der verbleibende Spalt zwischen Altrohr und Neurohr, der nicht verdämmt wird.
- Close-Fit-Lining (nach DIN EN 13566-1)  
Lining mit einem Rohrstrang, dessen Querschnitt verringert wird, um das Einziehen zu erleichtern, und der nach dem Einziehen zurückgeformt wird, um ein enges Anliegen (Close-Fit) an das bestehende Rohr sicherzustellen.

Anmerkung: Für die Verringerung des Querschnitts gibt es zwei Möglichkeiten:

- a) Verformungsverfahren:  
Verringerung des Querschnittes im Herstellwerk; das Rohr wird üblicherweise auf einer Trommel aufgewickelt geliefert, von der es direkt eingezogen wird.
- b) Reduktionsverfahren:  
Verringerung des Querschnittes auf der Baustelle; das Rohr wird üblicherweise durch die Ausrüstung zum Verringern geführt und gleichzeitig als ein durchgängiger Strang eingebracht.

## 2. Erhaltung und Erneuerung als Aufgabe des 21. Jahrhunderts

Nach der mehr als 100-jährigen Entwicklung der rohrleitungsgebundenen Infrastruktur sind im 21. Jahrhundert die Rohr- und Kanalnetze zu sanieren bzw. zu renovieren und den Anforderungen des 21. Jahrhunderts anzupassen (siehe Bild 1).

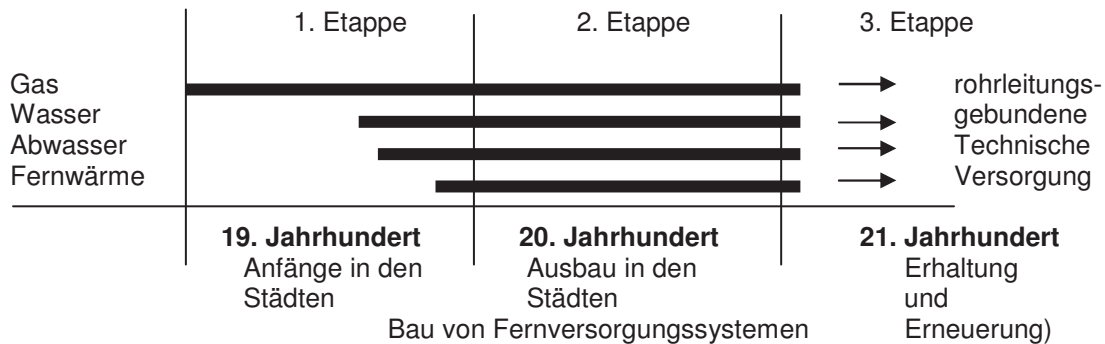


Bild 1 Etappen der Entwicklung der rohrleitungsgebundenen Technischen Infrastruktur  
Roscher, H. /1//2/

Der **Abnutzungsvorrat** der Rohrleitungen und Kanäle ist vielfach abgebaut (DIN 31051) und der Istzustand entspricht nicht mehr dem Sollzustand.

Durch die **Sanierung** kann der Istzustand der Leitungen verbessert und eine weitere Nutzung vorhandener Rohrleitungen bzw. Kanäle ermöglicht werden.

Durch die **Erneuerung** können unter Nutzung der vorhandenen Trassen die „schlechtesten Elemente“ des Systems Rohrnetz bzw. Kanalnetz ersetzt werden bzw. durch Querschnittsvergrößerung die Leistungsfähigkeit erhöht werden.



## 2.1 Unzureichende Erhaltung und Erneuerung = Substanzverlust

Für die Erhaltung und Erneuerung der Wasser-, Gas- und Abwassernetze können nach erfolgreicher Entwicklung in den letzten beiden Jahrzehnten grabenlose Bauverfahren eingesetzt werden, **so dass insbesondere städtische Straßen im 21. Jahrhundert „nicht noch einmal aufgedigelt werden müssen.“**

Mit der Erhaltung und Erneuerung muss rechtzeitig begonnen werden, denn verzögerte oder hinausgeschobene Erhaltung und Erneuerung der Versorgungs- und Abwassernetze bedeutet Substanzverlust.

Die Folgen unzureichender Erhaltung und Erneuerung sind vielfältig, wie

- Anstieg der Schadensanzahl,
- Verschlechterung des Straßenzustandes durch ständige Aufgrabungen,
- soziale Folgekosten,
- Imageschäden für das Versorgungsunternehmen usw.

In praxi heißt es aber auch, dass Bauunternehmen über einen bestimmten Zeitraum keine ausreichende Auftragslage haben, ihre Kapazitäten abbauen und im nachfolgenden Zeitraum diese erst wieder aufbauen müssen.

Folgen für die Bauwirtschaft sind:

- Stilllegung von Kapazitäten,
- Abbau von Arbeitsplätzen,
- Verlust des Fachwissens

und nachfolgend, wenn der Erhaltung und Erneuerungsbedarf steigt:

- Schaffung von Kapazitäten,
- Schaffung von Arbeitsplätzen und
- notwendige Qualifikation der Beschäftigten.

## 2.2 Reparatur als Rehabilitationsmaßnahme für den Druckrohrbereich

Grundsätzlich ist festzustellen, dass durch Reparaturen nur eine partielle Verbesserung des Leitungszustandes (z.B. Beseitigung von Leckagen in Wasserleitungen), aber keine grundlegende Verbesserung des Istzustandes erreicht werden kann.

Die Beseitigung von Schäden an Rohrleitungen durch die derzeit häufig in Wasserrohrnetzen angewandte Reparatur-Vorzugstechnologie des Anlegens von Rohrschellen (Feuerwehrstrategie: „Löschen, wo es brennt“) bzw. der Ersatz der schlechtesten Rohrstrecken durch Neuverlegung eines Rohrleitungsabschnittes beseitigt nicht die Probleme, sondern ist nur **eine Lösung auf Zeit !**

Damit ist die in W 400-3 gezeigte Darstellung der Rehabilitation für Wasserversorgungsnetze - Reparatur als planbare Maßnahme - in Frage zu stellen.

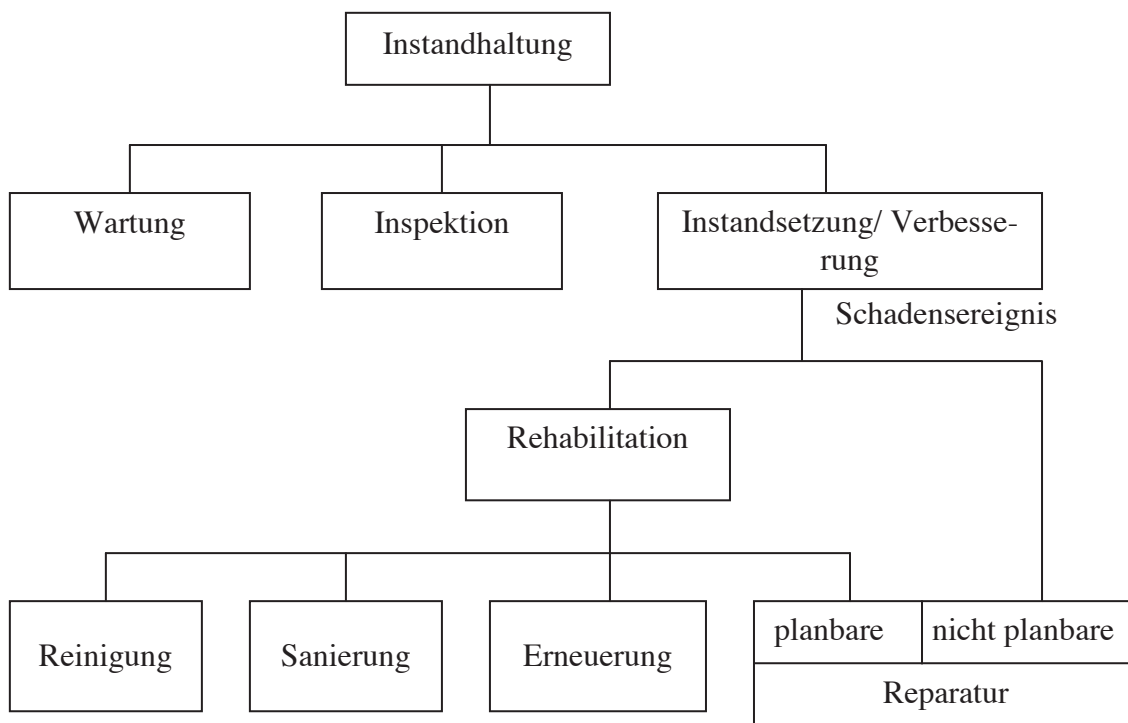


Bild 2 Bestandteile der Instandhaltung nach W 400-3

## 2.3 Sanierungsverfahren

Die Anwendung von Sanierungsverfahren setzt statisch tragfähige Altröhre voraus. Als Verfahren können eingesetzt werden:

- die Zementmörtelauskleidung
- die Auskleidung von Gas- und Wasserrohrleitungen mit einzuklebenden Gewebesschläuchen
- das PE-Lining ohne Ringraum (Verformungsverfahren, Reduktionsverfahren)
- Stahlrohr- bzw, Duktulgussrohrlining

Bei den genannten Verfahren sind Unterschiede in der Rohrreinigung zu beachten:

- bei der Zementmörtelauskleidung ist keine metallisch blanke Oberfläche erforderlich
- beim Einsatz von Gewebesschläuchen ist eine metallisch blanke Oberfläche erforderlich, um die Haftung des Gewebeschlauches zu gewährleisten
- beim PE-Lining ohne Ringraum (Verformungsverfahren, Reduktionsverfahren) ist ein freier Querschnitt erforderlich.
- bei Stahlrohr bzw. Duktulgussrohrlining ist eine Reinigung erforderlich - der Ringraum wird mit einem Dämmstoff verfüllt

## **2.4 Grabenlose Verfahren der Erhaltung und Erneuerung von Wasser- und Gasleitungen sowie Abwasserleitungen**

Die Übersichten der Rehabilitationsverfahren zeigen die Vielfalt der grabenlosen Verfahren. Dabei ist zu beachten, dass es Unterschiede in der Terminologie im Wasser-, Gas- und Abwasserbereich gibt - so wird z.B. in der Abwassertechnik der Begriff Renovierung anstelle von Sanierung in der Wasser- und Gasversorgung benutzt und darunter folgendes verstanden: „Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und -kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz“ (DIN EN 752).

## 2.4.1 Grabenlose Verfahren in der Wasserversorgung

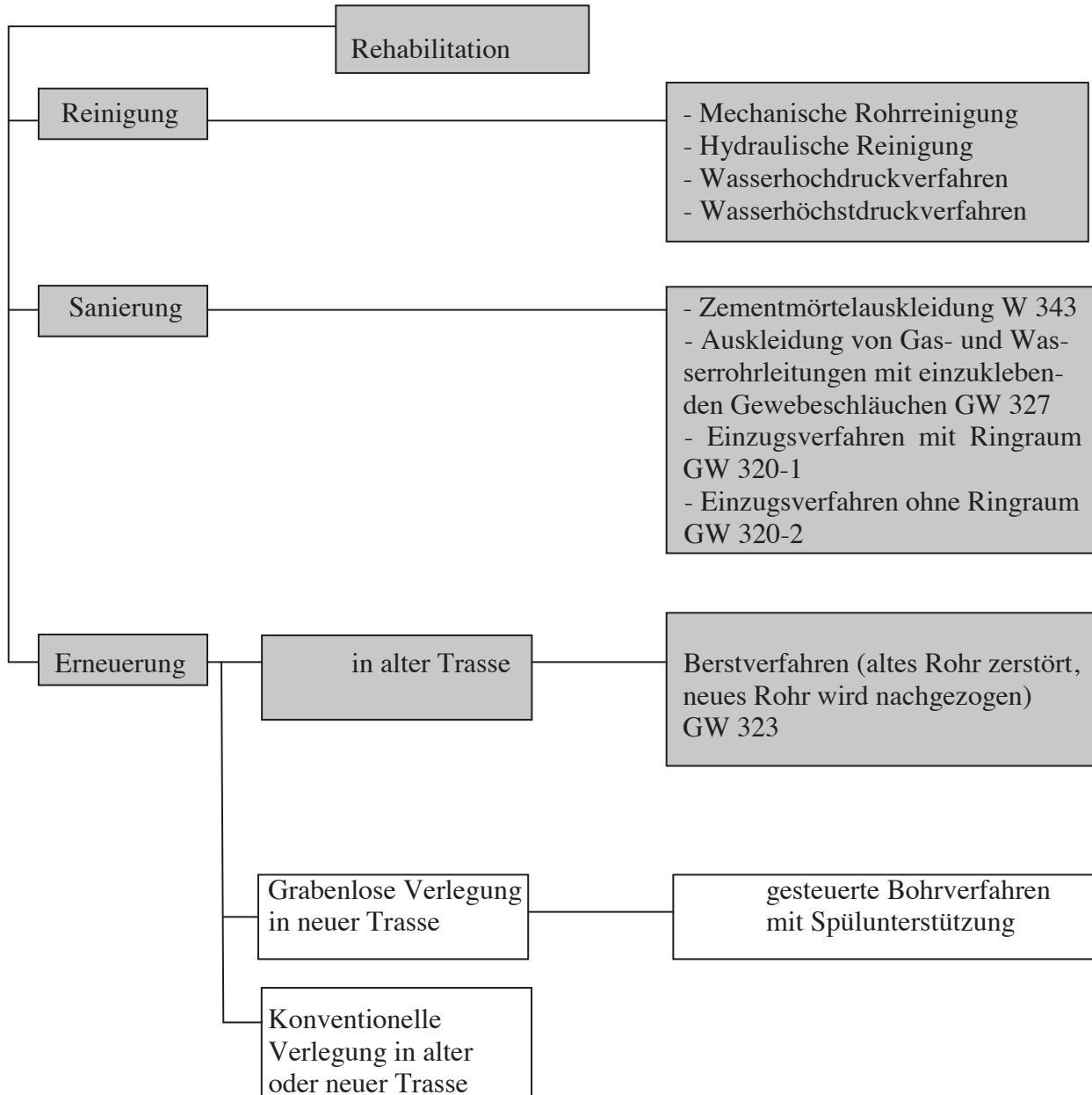


Bild 3 Rehabilitationsmaßnahmen nach W 403-g

Rehabilitation	Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit bestehender Wasserverteilungsanlagen
Reinigung	Erhaltung und Erneuerung Beseitigung von Inkrustationen und Ablagerungen vor der Sanierung
Erneuerung	Ersatz einer außer Betrieb genommener Leitung aufgrund aufgetretener Schäden oder vorhandener Mängel
Sanierung	Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit einer schadensbehafteten Leitung

## 2.4.2 Grabenlose Verfahren in der Gasversorgung

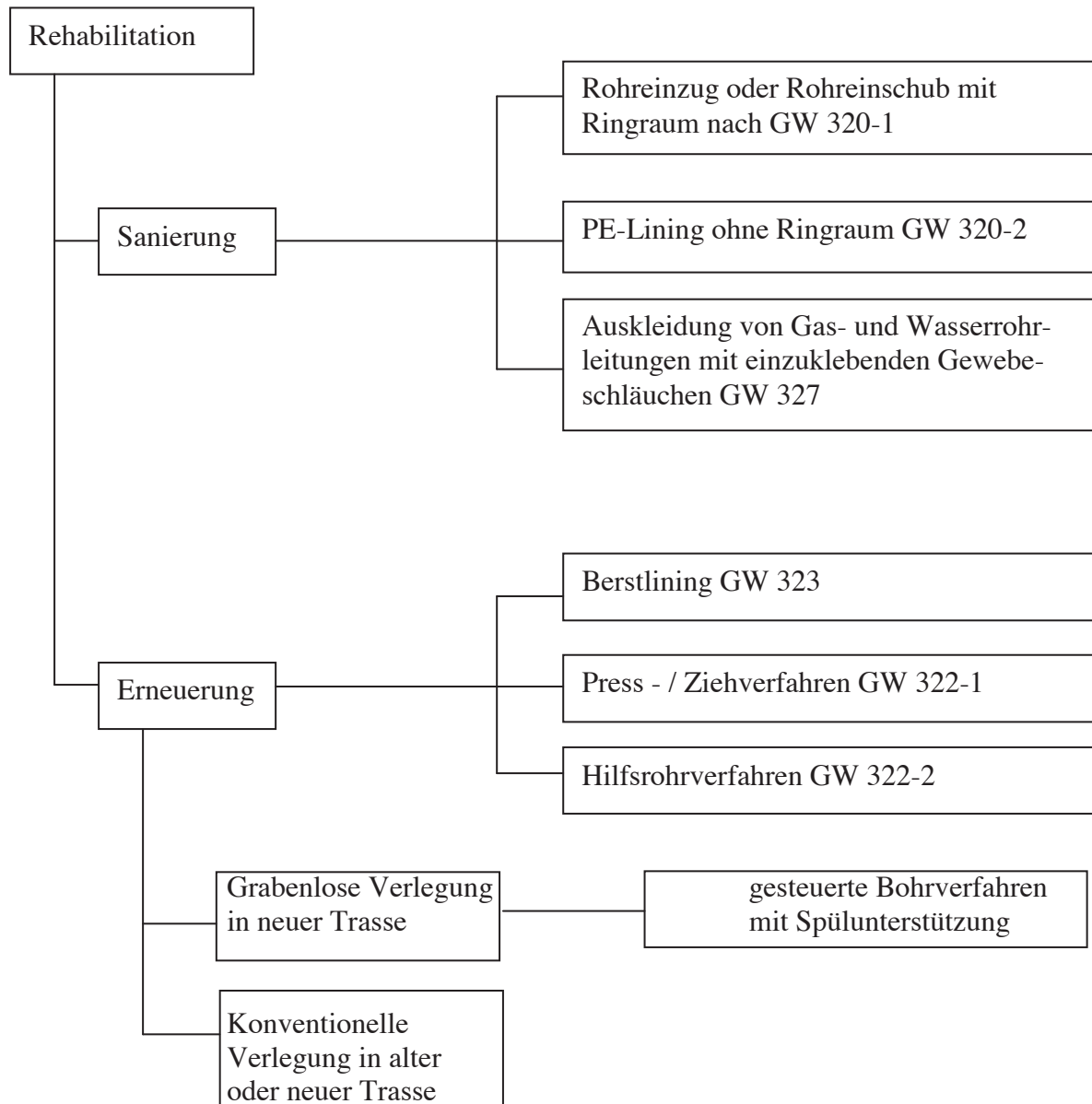


Bild 4 Rehabilitationsmaßnahmen

Rehabilitation	Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit bestehender Gasverteilungsanlagen
Reinigung	Beseitigung von Inkrustationen und Ablagerungen vor der Sanierung (als Vorbereitungsmaßnahme für die Sanierung, jedoch nicht als selbstständiges Verfahren)
Erneuerung	Ersatz einer außer Betrieb genommenen Leitung aufgrund aufgetretener Schäden oder vorhandener Mängel
Sanierung	Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit einer schadensbehafteten Leitung

### 2.4.3 Grabenlose Verfahren in der Abwasserableitung

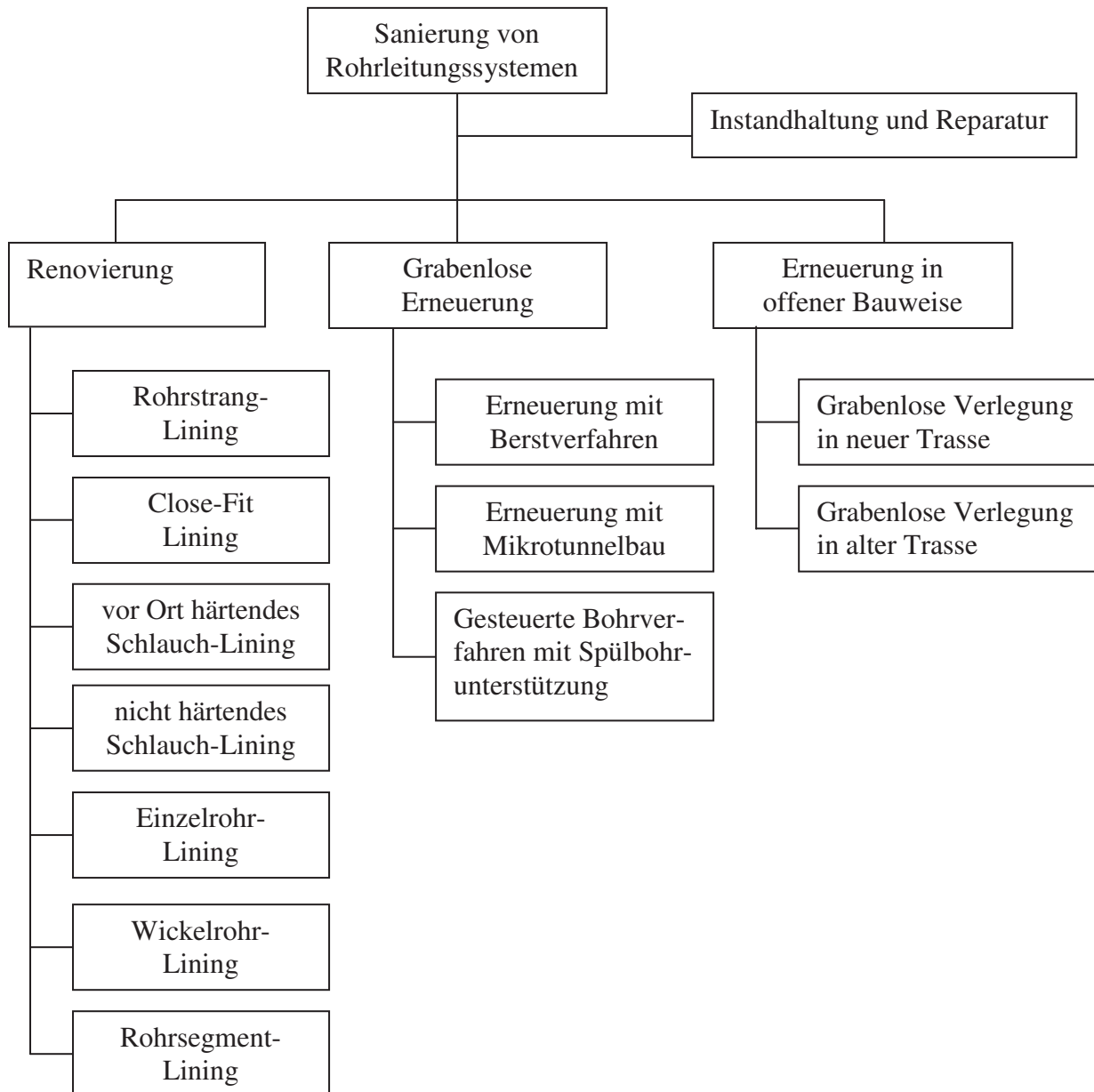


Bild 5 nach DIN EN 13566-1  
Technikfamilien für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen)

### **3. Grabenlose Bauweise - umwelt- und ressourcenschonend**

#### **3.1 Vorteile grabenloser Bauweisen**

Grabenlose Bauweisen werden in zunehmendem Maße eingesetzt. Ihre Vorteile bestehen insbesondere darin, dass

- neue Trassen nicht erforderlich sind (begrenzter unterirdischer Bauraum),
- Straßenaufbrüche minimiert werden,
- geringere Verkehrsbeeinträchtigungen durch die Anlage von Einzelbaugruben entstehen,
- erhebliche Reduzierungen von Erdarbeiten und Oberflächenaufbrüchen sowie Kostenreduzierungen durch Einsparung von Erd- und Oberflächenarbeiten ermöglicht werden, (Transporte von großen Bodenmassen entfallen, Abtransport von Bodenmaterial und Antransport von Sand),
- eine geringere Deponiebelastung durch Aushub- und Straßenaufbruchmaterial möglich ist (weniger Bedarf an Austauschmaterial zum Wiederverfüllen),
- eine große Zahl an Parkplätzen während der Baumaßnahmen erhalten bleibt,
- der Baumbestand und Bepflanzungen geschont werden, ebenso die Straßenmöblierung und Bepflanzungen (Pflanztröge u.a.),
- kürzere Bauzeiten und damit kurze Versorgungsausfälle erreicht werden,
- Anwohner und Anlieger durch Lärm, Staub, Abgase weniger belastigt werden,
- keine Erschütterungen auftreten und z.T. Nacharbeit möglich ist,
- der Straßen- und Anlieferverkehr von Geschäften weniger beeinträchtigt wird,
- geringere Spätschäden auftreten, z.B. Bodenabsenkungen und Schäden an Straßendecken,
- Haltestellen der öffentlichen Verkehrsmittel weiter genutzt werden können,
- usw.

Außerdem treten geringere Störungen des normalen Tagesablaufes der Bevölkerung ein (wenige Rohrgrabenbrücken, geringere Unfallgefahr). Weiterhin sind weniger verkehrspolizeiliche Maßnahmen erforderlich.

Bei einigen Verfahren entsteht zusätzlich die kompakte Einheit Altrohr/ Ringraumverfüllung/ Neurohr, die erheblich widerstandsfähiger gegen Baggerangriffe ist. Das Altrohr wird zugleich Bestandteil der neuen Leitung und muss nicht entsorgt werden.

Eine zunehmende Rolle spielen die Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen, Vermeidung von Umweltbelastungen und die indirekten Beeinträchtigungen als Folge der Baumaßnahmen.



### **3.2 Probleme und Nachteile der offenen Bauweise**

Zunehmend treten die Probleme und Nachteile der offenen Bauweise in das öffentliche Bewusstsein. Insbesondere sind das:

- Umleitungen - Verkehrsstau - erhöhte Unfallgefahr - Abgase,
- Nachhaltiges Beschädigen und Verkürzen der Lebensdauer von Straßendecken,
- Ausbaggern, Abfahren, Deponieren von Aushubmaterial, Boden-Antransport mit Schwerlastverkehr,
- Schmutz- und Abgasbelastungen durch die o.g..Transportfahrten,
- Schadensrisiko für vorhandene Leitungen,
- Verletzen von Wurzeln der Baumpflanzungen,
- Absenken des Grundwassers (Schäden an Bäumen und Bepflanzungen),
- Mögliche Setzungen von Gebäuden (besonders historische Bauwerke) und Straßen,
- Schlechte Rohrbettung und Grabenverfüllung können zu Leitungs- und Straßenschäden. führen

Darüber hinaus können Umsatzeinbußen des Handels über längere Zeiträume eintreten.

Die offene Bauweise ist außerdem wetterabhängig (erschwertes wetterabhängiges Arbeiten, nicht alle Rohrmaterialien können bei sehr niedrigen Temperaturen eingebaut werden).

### 3.3 Offene Bauweise und grabenlose Bauweisen im Vergleich

Die heute angewandten Sanierungs- und Erneuerungsverfahren sind ausgereifte und bewährte Alternativen zur Rohrverlegung im offenen Graben.

An das Rohrmaterial werden solche Anforderungen gestellt, dass durch das angewandte Verfahren keine Schädigungen desselben eintreten (siehe dazu 4).

Selbst unter der Voraussetzung, dass bei der Verlegung der Leitungen im offenen Rohrgraben die jeweilig gültigen Vorschriften und Regelwerke eingehalten werden, ist damit zu rechnen, dass sich die ursprüngliche Struktur und die bodenmechanischen Eigenschaften des Verfüllmaterials im Laufe der Zeit durch Nachverdichtung sowie durch den Chemismus des Sickerwassers und durch Wechselwirkungen mit dem ursprünglichen Boden verändern.

Nicht völlig auszuschließen ist der Einbau nicht geeigneter Materialien wie Steinen, Holz, Papier, Laub usw. Hohlräume können bereits bei der Verfüllung oder durch das Ausspülen von feinkörnigem Material entstehen und Einsenkungen verursachen. Damit ist mit Schäden an Straßendecken durch die Verkehrsbelastungen zu rechnen.

Zu betrachten sind insbesondere folgende Aspekte:

- Der **Geräteeinsatz und Transportfahrten** (Mehrausstattung an Baumaschinen bei der offenen Bauweise, dagegen bei der grabenlosen Bauweise Baugrubenherstellung mit minimalem Geräteeinsatz; Mehraufwand der offenen Bauweise durch die erforderlichen LKW-Fahrten für den Abtransport des Grabenaushubes und den Antransport des Verfüllmaterials).
- Die **benötigten Baustoffmengen** sind bei offener Bauweise höher (Sand, Asphaltrecyclingmaterial sowie Feinasphalt; bei grabenlosen Bauweisen sind Einsparungen von ca. 80 bis 85 Prozent gegenüber der offenen Bauweise zu erwarten).
- Die **benötigte Bauzeit** ist bei der offenen Bauweise wesentlich höher als bei grabenlosen Bauweisen. Sie ist bei grabenlosen Verfahren verfahrensabhängig.
- Die **beanspruchte Verkehrsfläche** ist bei offener Bauweise größer als bei grabenlosen Bauweisen, da bei grabenlosen Bauweisen nur der Platzbedarf für Geräte und Material sowie die Arbeitsräume an den Gruben erforderlich sind.
- **Lärm- und Staubanfall sind bei offener Bauweise höher und sind jahreszeitlich abhängig.** Das Verhältnis von offener zu grabenloser Bauweise beträgt mindestens 10:1, ist vielfach jedoch deutlich höher.
- Die mit CO<sub>2</sub>-Belastungen einhergehenden Aushub-, Rohrbau- und Verfüllarbeiten sowie Transportfahrten sind verfahrensbedingt bei den grabenlosen Bauweisen deutlich geringer als bei der offenen Bauweise. Als Praxiswert sind Reduzierungen auf 25 % bekannt.
- **Die Indirekten Kosten sind vielfältig.** Verlege- oder Sanierungsmaßnahmen stellen eine Beeinträchtigung der oberirdischen Verkehrssituation dar. Insbesondere in innerstädtischen Bereichen ergeben sich Behinderungen des Verkehrsflusses oder der Geschäftstätigkeit. Hinzu kommen Lärm- und Schadstoffimmissionen. Diese Beeinträchtigungen werden zwar durch die jeweilige Baumaßnahme verursacht, sie werden jedoch dem jeweiligen Auftraggeber bzw. der Baumaßnahme nicht angelastet. Sie verursachen der Allgemeinheit Kosten oder führen zu besonderen individuellen Belastungen, die erhebliche Größenordnungen erreichen können.

Weiterhin sind in Betracht zu ziehen:

**Oberflächenfolgekosten, Kosten durch Verkehrsbeeinträchtigungen, Kosten durch Schädigungen des Bewuchses, Kosten durch die Beeinflussung des Einzelhandels, gesundheitliche Folgekosten.**

Abgas- und Staubemissionen bei der offenen Bauweise können zu gesundheitlichen Folgekosten führen. Gehörschäden, Atemwegserkrankungen, Stressbelastungen u. a. müssen von den Krankenkassen und den Patienten getragen werden.

### 3.4. Umweltfreundliche und nachhaltige Rehabilitation durch grabenlose Leitungsverlegung

#### 1 Die Begriffe Umwelt und Nachhaltigkeit

Die **Umweltlehre** in ihrer heutigen Bedeutung ist die Wissenschaft von den Beziehungen der Organismen zu ihrer Umwelt, wobei unter Umwelt die Gesamtheit aller ökologischen Faktoren (Umweltfaktoren) zu verstehen ist, unterteilt in die abiotische (unbelebte Umwelt) und die biotische Umwelt (lebende Umwelt). In seiner gegenwärtigen Bedeutung entspricht der Begriff Umwelt dem aus den USA stammenden Begriff:

„environment protection“ (Umweltschutz).

Für den Menschen ist neben der physischen Umwelt (natürliche Faktoren) und der technischen Umwelt (von Menschen geschaffene) insbesondere die soziale Umwelt bedeutend.

**Nachhaltigkeit** ist ein Konzept und heißt, ein natürliches System ausschließlich so zu nutzen, dass es seine wesentlichen Charakteristika langfristig erhalten bleiben.

Der Begriff wurde schließlich als *sustained yield* ins Englische übertragen und fand Eingang in die internationale Forstwirtschaft.

#### 2. Natürliche, technische und soziale Umwelt im Kontext zur Verlegung einer Rohrleitung

Die Verlegung einer Rohrleitung, unabhängig davon ob neu in einer neuen Trasse bzw. als Sanierung oder als Erneuerung in alter Trasse, ist ein Eingriff in die Umwelt der dort wohnenden Menschen sowie ein Eingriff in ihr soziales Umfeld, aber auch in das Wirtschaftsleben.

Es können Schäden auftreten, Ressourcen verbraucht bzw. genutzt werden.

Betrachtet man die **natürliche Umwelt** so können Schäden eintreten an:

- Bäumen,
- der übrigen Vegetation und dem
- Wasserhaushalt.

Betrachtet man die **technische Umwelt**, so ergeben sich Belastungen aus:

- Abgasen, insbesondere CO<sub>2</sub>-Belastung sowie Ausstoß von Dieselpartikeln bei Aushub- und Einbauarbeiten sowie Transportfahrten,
- Umwegen und Erzeugung von Verkehrsstau und
- Lärm.

Betrachtet man die **soziale Umwelt** einschließlich der wirtschaftlichen Folgen, so werden beeinträchtigt:

- das Leben der Bewohner während der Bauzeit,
- das Geschäftsleben,
- Dienstleistungen und soziale Dienste.

Nicht außer acht zu lassen sind potenzielle Gefahren durch offene Baugruben bzw. Gräben, Übergänge über offene Gräben, erforderliche Sicherungsmaßnahmen und Ersatzversorgungen.

Zu unterscheiden sind messbare Größen und nicht messbare Größen, bzw. Belastungen oder Beeinträchtigungen.

#### 3. Dauer des Eingriffs und dessen Folgen

Wesentliche Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Inanspruchnahme der o.g. Faktoren bzw. der Zeitdauer der Baumaßnahmen im Vergleich der Neuverlegung einer Rohrleitung im offenen Graben bzw. bei grabenlosen Verfahren.

Für letztere sind lediglich Start- und Zielgruben erforderlich und deren Flächen- und Ressourcenverbrauch (bzw. -Inanspruchnahme) wesentlich geringer sind.

Treten Schäden auf, sollte wie in der Risikoberwertung von Schäden im Gasbereich in

- Personenschaden,
- Sachschaden,
- Leistungsschaden - Ausfall einer Leitung

unterschieden werden.

## Vorteile grabenloser Bauverfahren für die Erhaltung und Erneuerung von Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

---

Die fachgerechte Bewertung von Gefährdungen, Schutzziele, und der Schutzwürdigkeit muss einen größeren Raum bekommen.

In praxi heißt das, welche **Umweltvorsorge** ist zu treffen und festzulegen welche Umweltstandards bei Baumaßnahmen heranzuziehen sind.

Zukünftig sollte auch bei der Bewertung von Baumaßnahmen hinsichtlich ihrer Eingriffe und Folgen unterschieden werden in:

- Zentrumsgebiete,
- Hauptnetzstraßen,
- Nebennetzstraßen und
- Außengebiete

Baumaßnahmen in städtischen Straßen bringen Einschränkungen und Belastungen für die in der Straße wohnenden Personen, aber auch für die Bewohner eines Quartiers durch:

- Verkehrsumleitungen
  - Mehr Fahrkilometer für private und dienstliche Fahrzeuge (Krankentransporte, medizinische Dienste, Hauswirtschafts- und Altenpflege, Müllabfuhr, ggf. Anlieferung, bei Wohnungswechsel usw.)
- längere Fußwege einschließlich der potenziellen Gefahren durch offene Baugruben
  - spielende Kinder, Neugierde von Bewohnern)
- Wegfall von Parkplätzen und weitere Wege bei der Suche nach Parkplätzen.

Zeitlich gesehen sind von Interesse:

- die Dauer der Baumaßnahmen,
- die Dauer der Belastungen (Baulärm, Abgase, Staub),
- der Fahrverkehr: privat und öffentlich,
- die Baustelleneinrichtungen usw.

Grabenlose Bauverfahren einzusetzen heißt demzufolge eine umweltschonende Rehabilitation durchzuführen. Umweltschonende Rehabilitation ist eine Aufgabe des 21. Jahrhunderts. Bestehende Rohrnetze müssen an heutige und zukünftige Anforderungen angepasst werden [1][2].

**Grabenlose Verfahren sind heute ausgereift und bewährt. Standen anfangs Baupreise im Vordergrund sind es heute und zukünftig Umweltaspekte.**

**Der Bedeutungswandel von der wirtschaftlichen Betrachtung hin zur Umweltvorsorge umfasst:**

- die Wohnumwelt bzw. das Wohnumfeld der Menschen \*
  - Wohnumfeld (Beeinträchtigung durch Verschmutzung, Dauer der Baumaßnahmen, Gefährdung der Bewohner durch Baustellen),
  - Umwege für Bewohner,
  - Nichtbenutzung der Parkplätze,
  - Beeinträchtigung des Geschäftslebens – Umsatzverluste,
  - Lärm durch Bauarbeiten während der Verfahrensdurchführung
  - Transporte von Boden (Abtransport von Boden, Antransport von Einbaumaterial),
  - Abgase,
  - Erschütterungen,
  - Regenwetter.

\*(Wohnumfeld - wie viele Bewohner sind betroffen)

  - Einwohner/km Straße
  - Einwohnerdichte)

Das Wohnumfeld ist sowohl räumlich als auch zeitlich zu betrachten - räumlich heißt das Quartier oder Straße, die von Baumaßnahmen betroffen ist.
- die Bewertung von Schäden
  - kleine Schäden mit geringem Wasserverlust,
  - große mit großem Wasserverlust,
  - Folgen von Schäden (Unterspülungen, Bauwerken und Straßensetzungen),
  - die Staukosten durch Schäden,

- Transportfahrten durch Stadt oder Containerlagerung von Boden bei Wiedereinbau.
- Lage der Schäden in Hauptnetz- oder Nebennetzstraßen die Vermeidung von Straßenschäden durch grabenlose Verlegung von Versorgungsleitungen im Zuge der Erneuerung
- den Baumschutz
  - Schädigung von Baumwurzeln durch Verlegung von Versorgungsleitungen im Wurzelbereich von Bäumen,
  - Weiterentwickelte Verfahren der Erneuerung von Rohrleitungen
    - Berliner Hilfsrohrverfahren (Entfernung des Altrohres; Berücksichtigung des Berliner Straßengesetzes)
    - Spülbohren zur Verlegung unter Bäumen (Altrohrleitungen verbleibt im stark befahrenen Straßenraum)
- den Ressourcenverbrauch von Sand, Straßenbaustoffen
- die Inanspruchnahme von Deponieraum
- Gefährdung benachbarter Leitungen

#### 4. Nachhaltigkeit

Wie beim Begriff Umwelt, ist auch bei dem Begriff Nachhaltigkeit zu unterscheiden in

- **ökologische Nachhaltigkeit,**
- **ökonomische Nachhaltigkeit und**
- **soziale Nachhaltigkeit.**

**Die ökologische Nachhaltigkeit** umschreibt die Zieldimension, Natur und Umwelt für die nachfolgenden Generationen zu erhalten. Dies umfasst den Erhalt der Artenvielfalt, den Klimaschutz, die Pflege von Kultur- und Landschaftsräumen in ihrer ursprünglichen Gestalt sowie generell einen schonenden Umgang mit der natürlichen Umgebung.

**Die ökonomische Nachhaltigkeit** stellt das Postulat auf, dass die Wirtschaftsweise so angelegt ist, dass sie dauerhaft eine tragfähige Grundlage für Erwerb und Wohlstand bietet. Von besonderer Bedeutung ist hier der Schutz wirtschaftlicher Ressourcen vor Ausbeutung.

**Die soziale Nachhaltigkeit** versteht die Entwicklung der Gesellschaft als einen Weg, der Partizipation für alle Mitglieder einer Gemeinschaft ermöglicht. Diese umfasst einen Ausgleich sozialer Kräfte mit dem Ziel, eine auf Dauer zukunftsfähige, lebenswerte Gesellschaft zu erreichen.

Entwicklung zukunftsfähig zu machen, heißt, dass die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können.“ „Regenerierbare lebende Ressourcen dürfen nur in dem Maße genutzt werden, wie Bestände natürlich nachwachsen“

### 3.5 Tabellarischer Vergleich für den Druckrohrbereich

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Sanierungsverfahren mit dem sich evtl. ergebenden Einflußfaktor.

1. Sanierungsverfahren mit evtl. Einflußfaktoren

2. Sanierungsverfahren mit Aussagen von technischen-, wirtschaftlichen-, umweltrelevanten- und Qualitätsaspekten

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

## 1. Sanierungsverfahren mit evtl. Einflußfaktoren

	Aufwand für nachträgliche Aufgrabung , z.B. Einbindun- gen/Anschlüssen/ Reparaturen	Leckortung/ Trassensuche/ Einmessung	<b>Planungsabweichung</b>	Schäden an Anlagen Dritter/ Schadensersatzforderungen	Passiver Korrosions- schutz	Sonstiges
Rohreinzug oder Rohr- einschub mit Ringraum nach DVGW GW 320-1 (A)	Einsatz von Spezialwerkzeug erforderlich . erhöhter Aufwand (Entfernung Altrohr) Zusatzaufwand für das Trennen der Altrohre mit der Gefahr der Beschädigung des Mediumrohres	Wasseraustritt nicht Schadensstelle, Leckortung ggf erschwert	trassengleicher Einbau	entspricht offener Bauweise	nachträglich nicht möglich	Ersatzversorgung = offener Bauweise
PE-Re lining ohne Ringraum DVGW GW 320-2 (A)	Einsatz von Spezialwerkzeug erforderlich . erhöhter Aufwand (Entfernung Altrohr) Zusatzaufwand für das Trennen der Altrohre mit der Gefahr der Beschädigung des Mediumrohres	Wasseraustritt nicht Schadensstelle, Leckortung ggf erschwert	trassengleicher Einbau	entspricht offener Bauweise	nachträglich nicht möglich	kein genormter DN/OD bzw. DN/ID Ersatzversorgung erforderlich
Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren DVGW GW 321 (A)	Aufgrabung ggf. nicht möglich, wenn unter Hindernis ggf. an Tief oder Hochpunkten als Nachteil wenn Einsatz von zusätzlich ummanteltem Rohr, ggf. Spezi- alwerkzeug erforderlich	Einmessung verfahrens- bedingt	Abweichung gegenüber Planung möglich	entspricht offener Bauweise	nachträglich nicht möglich	Kenntnis der Baugrundverhält- nisse zwingend erforderlich
Press-Ziehverfahren DVGW GW 322-1 (A)	wenn Einsatz von zusätzlich ummanteltem Rohr, ggf. Spezi- alwerkzeug erforderlich	entspricht offener Bau- weise	entspricht offener Bau- weise	Risiko durch nicht bekannte Einbauteile (Schei-	wird durch geeignete Materialauswahl si-	Ersatzversorgung erforderlich

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

	alwerkzeug erforderlich	trassengleicher Einbau	trassengleicher Einbau	len/Stützen)	chergestellt	
Hilfsrohrverfahren DVGW GW 322-2 (A)		trassengleicher Einbau	trassengleicher Einbau	bei unzureichenden Lei- tungsabständen	nachträglich nicht möglich wird durch geeignete Materialauswahl si- chergestellt	Ersatzversorgung erforderlich
Berstverfahren DVGW GW 323 (M)						
Pflugverfahren DVGW GW 324						
Fräsverfahren DVGW GW 324						
Steuerbare Trockenbohr- verfahren in Anlehnung an DVGW GW 325 (A)	wenn Einsatz von zusätzlich ummanteltem Rohr, ggf. Spezi- alwerkzeug erforderlich	entspricht offener Bau- weise	Geringe Abweichungen gegenüber Planung möglich	entspricht offener Bauweise	entspricht offener Bau- weise	Kennntnis der Baugrundverhält- nisse zwingend erforderlich, geringes Restrisiko verbleibt
Einzuklebende Gewebe- schläuche DVGW GW 327	Einsatz von Spezialwerkzeug erforderlich	entspricht offener Bau- weise	entspricht offener Bau- weise	entspricht offener Bauweise	entspricht offener Bau- weise	Verbesserung Rohrhydraulik Verhinderung von Innenkorrosi- on Ersatzversorgung erforderlich
Zementmörtelauskleidung DVGW W 343 (A)	entspricht offener Bauweise	entspricht offener Bau- weise	entspricht offener Bau- weise			Verbesserung Rohrhydraulik Verhinderung von Innenkorrosi- on Ersatzversorgung erforderlich

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

## 2. Sanierungsverfahren mit Aussagen von technischen-, wirtschaftlichen-, umweltrelevanten-, umweltrelevanten- und Qualitätsaspekten

	technisch			wirtschaftlich			Umwelt			Qualität			Scha- densrisik o an Anlagen Dritter								
	Neuro- hr DN	Baulänge [m]	Grundwas- ser	Altrohr- baulicher Zustand	Boden- klassen	Hausan- schlüsse	Notverso- r-gung	Lebens- dauer [a]	Bau- zeit	Investi- ons- kosten	Sozia- le Kos- ten**	CO2 [%]		Lärm [%]	Ressourcenver- brauch [%] -Baustoffe -Deponieraum -Arbeitsflächen -Verbrauchsstoffe	Ver- kehr	Baum- schutz	Rohr- material- auswahl	Set- zungsgef- ahr	DVGW Zertifizie- rung	
Offene Bauweise (gleiche Trasse)	unab- hängig vom Altrohr	∞	Grundwas- serabsenku- ng	unab- hängig	unab- hängig	offene Bauweise	erforder- lich	> 50	i.d.R. länger als gra- benlos e Bau- weisen	i.d.R. höher als gra- benlos e Bau- weisen	i.d.R. höher als gra- benlos e Bau- weisen	100	100	100				Ja	GW 301	hoch	
Rohrreinzug oder Rohrschub mit Ringraum nach DVGW GW 320-1 (A)	kleiner als Altrohr	bis 1000	Grundwas- serabsenku- ng in Baugruben	unab- hängig	offene Bauweise	erforder- lich	> 50	i.d.R. kürzer als offene Bau- weise	i.d.R. gerin- ger als offene Bau- weise									Nein		niedrig	
PE-Relining ohne Ringraum DVGW GW 320-2 (A)	kleiner als Altrohr	Abhängig vom Verfah- ren und DN bis 1000	Grundwas- serabsenku- ng in Baugruben	unab- hängig	offene Bauweise	erforder- lich	> 50														
Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren GW 321 (A) Altrohr (neue Trasse)	unab- hängig vom Altrohr	bis 500	Einzelfall- betrachtung	Einzel- fallbe- trachtung	offene Bauweise	nein	> 50												GN 1	mittel	





#### **4. Neu- und Weiterentwicklung der Rohrmaterialien und Rohrverbindungen**

Die Neu- und Weiterentwicklung der Rohrmaterialien und Rohrverbindungen durch die Rohrindustrie berücksichtigte insbesondere aufgrabungsfreie Technologien und Verfahren.

Zu nennen sind insbesondere

- Duktulguss- und Stahlrohrleitungen mit korrosionssicherem und widerstandsfähigem Außenschutz
- Zugfeste Rohrverbindungen für den Einsatz bei Berstverfahren und Liningverfahren
- Kunststoffrohre mit erhöhter Zeitstandsfestigkeit, vernetztem Polyethylen und als Mehrschichtrohre
- Entwicklung der Schweißtechnik bei Kunststoffrohren

sowie **Weiterentwicklungen im Armaturenbereich.**

Für den Einsatz bei grabenlosen Einbauverfahren stehen dem Anwender teilweise speziell auf diese Verfahrenstechniken zugeschnittene Neurohre zur Verfügung.

Nachfolgend werden einige Entwicklungen in diesem Bereich für die einzelnen Werkstoffe aufgeführt.

##### **Duktulgussrohre**

Für grabenlose Einbauverfahren werden Rohre mit längskraftschlüssigen Steckverbindungen (Typ: BLS<sup>®</sup> oder BRS<sup>®</sup> usw.) verwendet. Diese sind als Druckrohre und als drucklose Abwasserrohre verfügbar. Die Duktulgussrohre verfügen neben dem inneren und äußeren Korrosionsschutz zusätzlich den für grabenlose Verfahren erforderlichen Außenschutz (siehe dazu Herstellerinformationen).

##### **Stahlrohre**

Für grabenlose Einbauverfahren werden Rohre mit längskraftschlüssigen Verbindungen (Typ: DKM u.a.) oder verschweißte Rohre verwendet. Diese werden in der Regel als Druckrohre verwendet können jedoch auch als drucklose Abwasserrohre eingesetzt werden. Die Stahlrohre verfügen neben dem inneren und äußeren Korrosionsschutz zusätzlich den für grabenlose Verfahren erforderlichen Außenschutz (siehe dazu Herstellerinformationen).

##### **Kunststoffrohre**

Für grabenlose Einbauverfahren gibt es eine Vielzahl auf den jeweiligen Einsatzbereich abgestimmte Rohrmaterialien (siehe dazu RSV Merkblatt 10 Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen- Teil 1: Druckrohrleitungen und Teil 2: Freigefälleleitungen sowie Herstellerinformationen). Für grabenlose Verfahren werden besonders widerstandsfähige Materialien oder mit zusätzlichen Schutzschichten versehene Rohre verwendet. Bei den Druckrohrleitungen werden in der Regel stumpfverschweißte Rohre verwendet. Dagegen werden bei den Freigefälleleitungen innen und außen vollkommen glatte Steckverbindungen oder stumpfverschweißte Rohre verwendet. Die Steckverbindungen sind je nach Ausführung axial auf Schub- oder auf Zug- und Schub belastbar. Außerdem können kombinierte, stoffschlüssige Steckverbindungen mit zusätzlicher Verschweißung eingesetzt werden.

##### **Steinzeugrohre**

Für grabenlose Einbauverfahren werden Vortriebsrohre mit Steckverbindungen verwendet. Die Oberfläche der Steinzeugrohre ist durch eine innere und äußere Glasur geschützt. Die Rohre werden überwiegend für Rohrvortriebsverfahren eingesetzt. Der Einsatz beschränkt sich auf drucklose Anwendungen.

## 5. Untersuchungen einer Modellstraße

### 5.1 Allgemeines

Beschreibung einer beispielhaften Anordnung einer

**Trinkwasserleitung DN 150 GG PN 10** und eines  
**Mischwasserkanals DN 300 Stz**

zur vergleichenden Darstellung verschiedener Bauweisen der grabenlosen Rehabilitation.

Als Modellstraße wurde eine ca. 250 m lange Stadtstraße mit entsprechendem Aufbau aus Asphalt (Gehwege Verbundstein) angenommen. Sie liegt in einem Wohngebiet mit Einfamilienhausbebauung am Rande einer Mittelstadt.

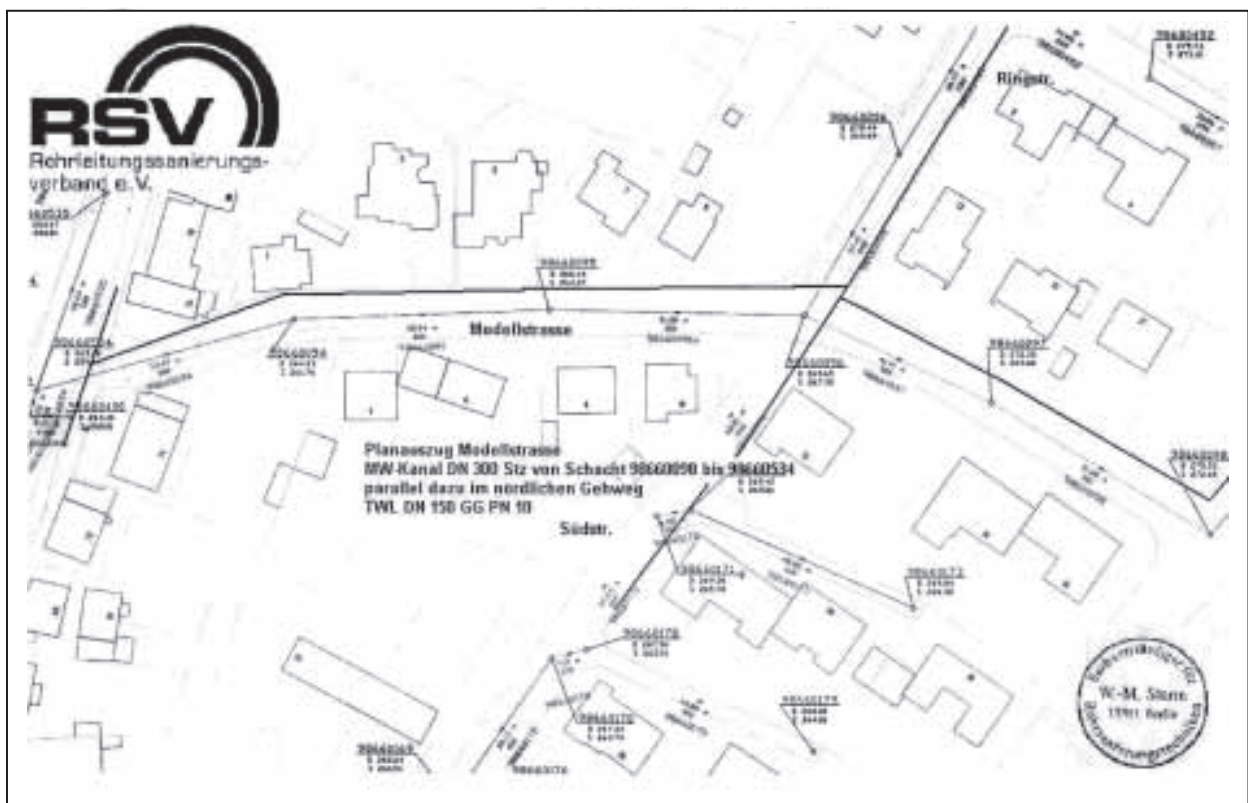


Bild 6 Modellstraße

Von Westen kommend ist sie eine Sackgasse, der Anliegerverkehr ist während der Baumaßnahmen aufrecht zu erhalten. Die nach Norden abgehende Ringstraße in der Mitte der Modellstraße endet an deren östwärtigem Ende.

Die nach Süden gehende Südstraße ist nur von Fußgängern nutzbar. An der Modellstraße liegen die Häuser Nr.: 1,3,5,6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18. Grundwasser steht bei 265,0 m ü NN an. Jahreszeitenbedingt tritt Schichtenwasser auf.

Folgende Leitungen wurden angenommen:

**Trinkwasserleitung DN 150 GG PN 10** und eines

**Mischwasserkanals DN 300 Stz**

## 5.2 Trinkwasserleitung

Die Trinkwasserleitung DN 150 GG PN 10 aus dem Jahr 1968 dient zur Versorgung der Siedlung. Parallel zu dieser Leitung liegen Strom- und Gastrassen im nördlichen Gehweg in einer mittleren Tiefe von 1,50 m. Die Trinkwasserleitung weist Undichtigkeiten und Lochkorrosionserscheinungen auf. Gespeist wird sie von Westen und von Süden und ist im Norden eine Ringleitung. Versorgt werden alle Anwesen in der Modellstraße. Vor den Häusern Nr. 1 und 18 und am Schieberkreuz Modellstraße / Ringstraße befinden sich Unterflurhydranten. Bei einer Auswechslung in offener Bauweise ist der Boden auszutauschen, das gilt auch bei Kopflöchern. Die Hausanschlüsse sind nicht erneuerungsbedürftig. Während der Bauzeit ist die Versorgung aufrecht zu erhalten.

## 5.3 Abwasserkanal

Der Mischwasserkanal aus Steinzeug wurde 1968 in der Straßenmitte verlegt und besitzt 6 Einstiegschächte DN 1000 in einer Tiefenlage von 2,01 bis 3,69 N. Er entsorgt alle Anwesen der Modellstraße und nimmt das Oberflächenwasser von 15 Straßeneinläufen auf. Der Kanal weist Längsrisse, Scherbenbildung und Ovalitäten < 5 % auf Altrohrzustand II (ARZ II). Er liegt teilweise im Grundwasser. Die Zuläufe sind als Abzweige ausgeführt, wovon die Hälfte sanierungsbedürftig ist (einragend, ausgebrochen, Scherben) mit einer Anschlussanierung über die erste Muffe. Die Anschlussleitungen selbst sind nicht sanierungsbedürftig. Die Schächte müssen saniert (mineralische Abdichtung und Beschichtung) oder erneuert werden. Der Kanal nimmt auch außerdem das Abwasser aus 98660896 zur Südstraße (2 \*) auf und hat einen Überlauf am Schacht. Während der Bauarbeiten können die Straßeneinläufe verschlossen werden und die Hausanschlüsse und die Zuläufe der Ringstraße sind zu entsorgen. Bei einer Auswechslung in offener Bauweise ist der Boden auszutauschen, das gilt auch bei Kopflöchern. Mit kreuzenden Hausanschlussleitungen von Gas, Wasser, Elektroenergie und Telekom ist zu rechnen

## 5.4 Kostenuntersuchungen

### 5.4.1 Untersuchte Verfahren

Die Untersuchung umfasst folgende Verfahren:

- a)
  - Zementmörtelauskleidung für eine Trinkwasserleitung,
  - PE-Rohreinzug ohne Ringraum (Verformungsverfahren)
  - Auskleidung mit Gewebesschläuchen für eine Gasleitung,
  - Schlauchlining für einen Abwasserkanal in unterschiedlicher Tiefenlage
- b) Gegenüberstellung Berstverfahren - offene Grabenverlegung mit
  - unterschiedlicher Tiefenlage der Leitungen
  - unterschiedlicher Abschnittslänge beim Berstverfahren
- c) Schlauchlining

Die Kostenkalkulation mit Einzelpositionen ermöglicht dem Anwender Veränderungen aufgrund von Standortbedingungen vorzunehmen. Ermittelt wurden die Gesamtkosten und die Meterpreise.

#### 5.4.2 Kostenzusammenstellung folgender Verfahren:

a)		Gesamtsumme	Preis/m
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zementmörtelauskleidung</li> <li>• PE-Einzugsverfahren ohne Ringraum (Verformungsverfahren)</li> <li>• Gewebeschauch</li> <li>• Schlauchlining für Abwasserltg. bzw. -kanäle</li> </ul>	33.586,90 € 53.418,00 € 45.620,00 €	134,35 €/m 213,68 €/m 182,48 €/m

b) Gegenüberstellung Berstverfahren - offene Grabenverlegung mit

- unterschiedlicher Tiefenlage der Leitungen
- unterschiedlicher Abschnittslänge beim Berstverfahren

<b>Offene Bauweise:</b>	Gesamtsumme		Preis/m	
	DN 100	DN 200	DN 200	DN 300
	58.814,50 €	235,26 €/m	82.515,00 €	330,06 €/m
			104.415,00	417,66 €/m

#### Berstverfahren mit Einbau von Duktulgussleitungen

	DN 100		DN 200		DN 300	
	Gesamtsumme		Preis/m			
2 Abschnitte	50.958,75 €	203,83 €/m	69.829,55 €	275,32 €/m	91.363,55 €	365,45 €/m
4 Abschnitte	60.101,08 €	240,40 €/m	77.001,29 €	308,01 €/m	100.685,29 €	402,74 €/m
6 Abschnitte	71.416,50 €	285,67 €/m	89.196,10 €	218,36 €/m	113.696,10 €	454,78 €/m

#### Berstverfahren mit Einbau von PE-Rohrleitungen

	DN 100		DN 200		DN 300	
	Gesamtsumme		Preis/m			
1 Abschnitt	36.779,34 €	147,12 €/m	54.589,38 €	218,36 €/m	83.132,38 €	332,53 €/m
2 Abschnitte	39.666,51 €	158,67 €/m	58.110,59 €	232,44 €/m	86.780,59 €	347,12 €/m
4 Abschnitte	46.852,73 €	187,41 €/m	65.922,85 €	263,69 €/m	95.685,85 €	382,74 €/m
6 Abschnitte	54.957,02 €	219,83 €/m	75.222,18 €	300,89 €/m	107.744,18 €	430,98 €/m

c) Schlauchlining für Abwasserleitungen bzw. kanäle

### 5.4.3 Rehabilitation mit Zementmörtelauskleidung

Rehabilitation mit Zementmörtelauskleidung

Position	Kurztext	Menge	ME	EP	GP
1	Baustelleneinrichtung	1,000	pau		5.820,00
2	Ersatzversorgung DN 50	300,000	m	11,00	3.300,00
3	Hausanschlüsse	14,000	Stk	130,30	1.824,20
4	Baugruben im Gehwegbereich	3,000	Stk	2.700,00	8.100,00
5	Rohrpassstücke DN 150 GG heraus-	3,000	Stk	368,10	1.104,30
6	Absperrschieber DN 150 mit EU-Stücke	2,000	Stk	286,30	572,60
7	Unterflurhydranten DN 80 ausbauen	3,000	Stk	163,60	490,80
8	mechanische Reinigung der Graugusslei- tung DN 150 GG, PN 10	250,000	m	14,70	3.675,00
9	gereinigte Trinkwasserleitung DN 150, PN 10, GG mit Zementmörtel nach dem Anschleuderverfahren	250,000	m	31,50	7.875,00
10	Kamerabefahrung mit Videoaufzeichnung DN 150	250,00	m	3,30	825,00
<b>Summe netto:</b>					<b>33.586,90</b>

Daraus folgt im Mittel  $33.586,90 : 250 = 134,35$  €/m

#### 5.4.4 Rehabilitation mit PE-Einzugsverfahren ohne Ringraum (Verformungsverfahren) Trinkwasserleitung DN 150

Rehabilitation Trinkwasserleitung DN 150; da 150 in der Modellstraße

Position	Kurztext	Menge	ME	EP	GP
01.010	Baustelleneinrichtung Notversorgung DN 50 Aufbau,	1,000	pau	3.615,00	3.615,00
01.020	Vorhalten, Abbau Leitung trennen mit Start- u. Zielbaugru-	300,000	m	11,00	3.300,00
01.030	be	2,000	Stk	2.980,00	5.960,00
01.040	Mechanische Reinigung	250,000	m	6,95	1.737,50
01.050	TV - Untersuchung	250,000	m	5,50	1.375,00
01.060	Kalibrieren der Leitung	250,000	m	6,05	1.512,50
01.070	Liefern und Einbauen da 150	250,000	m	56,00	14.000,00
01.080	Druckprüfung	250,000	m	5,00	1.250,00
01.090	Linerenden mit vorh. Leitung verbinden	2,000	Stk	750,00	1.500,00
01.100	TV zur Abnahme	250,000	m	4,00	1.000,00
01.110	Baugrube für HA / UH	16,000	Stk	2.400,00	38.400,00
01.120	Unterflurhydranten ausbauen Hausanschlüsse neu einbinden mit	3,000	Stk	328,38	985,14
01.130	Material	14,000	Stk	750,00	10.500,00
				<b>Summe netto:</b>	<b>85.135,14</b>

Daraus folgt im Mittel

340,54 €/m

## 5.4.5 Rehabilitation mit einzuklebenden Gewebeschläuchen

### Rehabilitation mit einzuklebenden Gewebeschläuchen

Position	Kurztext	Menge	ME	EP	GP
1.	Baustelleneinrichtung für eine abgeschlossene Baumaßnahme	1,000	Stk	4.500,00	4.500,00
2.	Tiefbauarbeiten	1,000	Stk	2.950,00	8.850,00
3.	Notversorgung	300,000	m	12,50	3.750,00
4.	Rohrbau				
4.1.	Hausanschlüsse im Haus	14,000	Stk	122,50	1.715,00
4.2.	Rohrpassstücke DN 150 GG herausschneiden	4,000	Stk	311,30	1.245,20
4.3.	Absperrschieber ON 50 mit EU-Stücke ausbauen	4,000	Stk	315,60	1.262,40
4.4.	Unterflurhydranten ON 80 ausbauen	4,000	Stk	185,70	742,80
5.	Wasserhöchstdruckreinigung	2,000	Stk	750,00	1.500,00
5.1	Wasserhöchstdruckreinigung bis 10 % Verschmutzung im Querschnitt DN 150	250,000	m	21,70	5.425,00
6	Gewebeschlauchrelining				
6.1	Auskleidung der Versorgungsleitung mit dem Gewebeschlauchsystem	250,000	m	84,50	21.125,00
7	TV- Untersuchung			750,00	10.500,00
7.1	TV-Untersuchung incl. DVD Aufnahme	500,000	m	2,90	1.450,00
8	Fräsarbeiten				
8.1	Aufräsen der Hausanschlüsse	14,000	Stk	239,50	3.353,00
				<b>Summe netto:</b>	<b>53.415,00</b>

**Daraus folgt im Mittel**

213,68 €/m



#### 5.4.6 Renovierung mit PE-Einzugsverfahren ohne Ringraum (Verformungsverfahren) Kanal DN 300

Renovierung Kanal DN 300; da 300 in der Modellstraße

Position	Kurztext	Menge	ME	EP	GP
01.010	Baustelleneinrichtung	1,000	pau	6.985,00	6.985,00
01.030	Wasserhaltung	1,000	pau	1.400,00	1.400,00
01.040	Mechanische Reinigung	300,000	m	2,00	600,00
01.050	TV - Untersuchung	300,000	m	1,50	450,00
01.060	Kalibrieren der Leitung	300,000	m	1,50	450,00
01.070	Liefern und Einbauen da 300	300,000	m	106,00	31.800,00
01.080	Dichtheitsprüfung	300,000	m	5,00	1.500,00
01.090	Linerenden in Schächten anbinden	10,000	Stk	750,00	7.500,00
01.100	TV zur Abnahme	300,000	m	4,00	1.200,00
01.110	Roboterarbeiten	10,000	h	2.400,00	24.000,00
01.120	Zuläufe auffräsen	30,000	Stk	130,00	3.900,00
01.130	Hutprofile setzen	30,000	Stk	440,00	13.200,00
01.140	Schachtreinigung	6,000	Stk	100,00	600,00
01.150	Schachtsanierung mit mineralischer Beschichtung	14,000	m <sup>2</sup>	110,00	1.540,00
01.151	Schachtsanierung mit PE-Auskleidung	14,000	m <sup>2</sup>	209,00	NEP
<b>Summe netto:</b>					<b>95.125,00</b>

PE-Rohr (vorverformt)	298,31 €/m
Schachtsanierung	938,75 €/Stk
Gesamt	317,08 €/m

## 5.4.7 Schlauchlining für einen Abwasserkanal

### Baustellensituation:

DN 300 Mischwasser, 5 Haltungen zu je 50 m, 7 Schächte (Gesamtlänge 250 m)  
insgesamt 15 Hausanschlüsse, davon sind 7 zurückliegende Anschlüsse wieder an den Kanal  
anzubinden,  
15 Straßeneinläufe,  
Grundwasser = 2,50m unter GOK,  
Tiefenlage (Sohltiefe):

1,50m	ARZ II	GW ü. RS = 1,50m	WS Liner = 3,0 mm
2,50m	ARZ II	GW ü. RS = 1,50m	WS Liner = 3,0 mm
3,50m	ARZ II	GW ü. RS = 1,50m	WS Liner = 3,0 mm
5,50m	ARZ II	GW ü. RS = 2,50m	WS Liner = 3,0 mm

Straßenoberfläche Asphalt

$Q_{\max}$  in Abhängigkeit vom Gefälle. Festlegung  $Q_{\max} = 50 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ca. } 14 \text{ l/s}$ .

Baustelle frei anfahrbar

Marktübliche Kosten für:

Leistung	Tiefenlage			
	1 1,50 m	2 2,50 m	3 3,50 m	4 5,50 m
Baustelleneinrichtung	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Verkehrsregelung B1/5 und Halteverbote	1375,00	1375,00	1375,00	1375,00
Wasserhaltung	1320,00	1320,00	1320,00	1320,00
Reinigung Reinigungen	660,00	660,00	660,00	660,00
TV-Untersuchung 2 TV	660,00	660,00	660,00	660,00
Roboterarbeiten 10 Std. Fräsarbeiten	1925,00	1925,00	1925,00	1925,00
Anschlussanbindung 7 Stck. Verpressen	2695,00	2695,00	2695,00	2695,00
Linereinbau	24750,00	24750,00	24750,00	249750,00
Anschlüsse öffnen 15 Stck.	2060,00	2060,00	2060,00	2060,00
Hutprofile 15 Stck.	6600,00	6600,00	6600,00	6600,00
<b>Gesamtsumme</b>	<b>45620,00</b>	<b>45620,00</b>	<b>45620,00</b>	<b>45620,00</b>

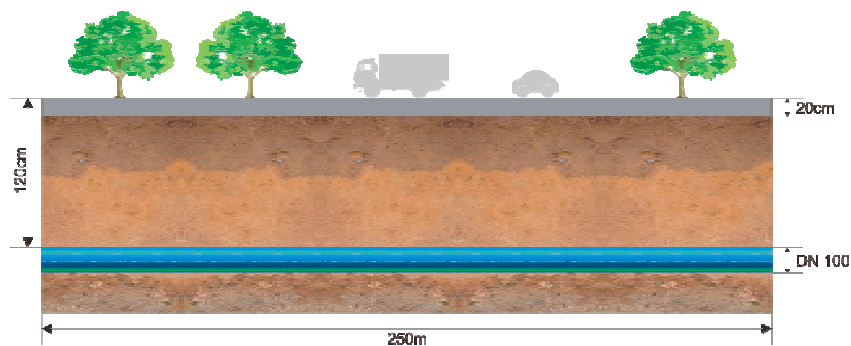
**Daraus folgt im Mittel 182,48 €/m**

Diese Kalkulation gilt nur für die Sanierung mit UV-lichthärtenden Schlauchlinern. Durch die Verwendung anderer Aushärtemethoden, wie z.B. Warmwasser oder Dampf, können sich die Baustelleneinrichtung und der Baustellenablauf ändern (höherer zeitlicher Aufwand, Aufbau unterschiedlich hoher Gerüste, anderes Linermaterial, etc.), so dass andere Kalkulationsgrundlagen erforderlich sind.

### 5.4.8 Gegenüberstellung der Herstellungskosten von Trinkwasserleitungen unterschiedlicher Dimensionen in offener Bauweise und dem Berstverfahren

Um einen Preisvergleich der Herstellungskosten zwischen offener Bauweise und dem Berstverfahren treffen zu können, müssen Ausgangswerte festgelegt werden. Im Einzelnen werden folgende Annahmen getroffen:

- Überdeckung der Rohrleitung: 1,20m
- Bodenklasse: 3-5
- Aushub: nicht kontaminiert
- Grundwasser: nein
- Dicke des Bitumens: 20cm, nicht teerhaltig
- Anzahl der Hausanschlüsse: 10 Stück
- betrachtete Gesamtsanierungslänge: 250m



Skizze 1

Tabelle 1

DN 100	offen	1 S-Abschnitte	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte	1 S-Abschnitt	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte
	offen	GGG-Bersten				PE-Bersten			
Baustelleneinrichtung	2.500,00 €		2.500,00 €	3.000,00 €	4.000,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	3.000,00 €	4.000,00 €
Verkehrssicherung	1.500,00 €		1.000,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
Abtragen der Oberflächen	4.860,00 €		1.530,30 €	1.931,50 €	2.510,80 €	1.232,20 €	1.380,30 €	1.706,50 €	2.210,80 €
Entsorgung der Oberflächen	1.392,00 €		349,78 €	449,04 €	595,78 €	279,26 €	312,34 €	392,88 €	520,90 €
Grabenaushub	3.500,00 €		1.260,00 €	2.100,00 €	3.360,00 €	682,50 €	945,00 €	1.627,50 €	2.730,00 €
Deponie	1.750,00 €		320,00 €	600,00 €	960,00 €	195,00 €	270,00 €	465,00 €	780,00 €
Verbau	- €		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Rohr	5.000,00 €		8.750,00 €	8.750,00 €	8.750,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
Verlegung	6.500,00 €		13.750,00 €	17.500,00 €	21.250,00 €	6.250,00 €	7.500,00 €	10.000,00 €	11.250,00 €
Rohrbettung	1.500,00 €		480,00 €	800,00 €	1.280,00 €	260,00 €	360,00 €	620,00 €	1.040,00 €
Grabenverfüllung	3.437,50 €		720,00 €	1.200,00 €	2.280,00 €	390,00 €	540,00 €	930,00 €	1.875,00 €
Zulage für Armature Formstücke	1.900,00 €		2.000,00 €	2.100,00 €	2.200,00 €	1.900,00 €	2.000,00 €	2.100,00 €	2.200,00 €
Hygiene/DP	2.250,00 €		2.400,00 €	2.700,00 €	3.150,00 €	2.250,00 €	2.400,00 €	2.700,00 €	3.150,00 €
öffnen der Hausanschlussgruben	3.375,00 €		3.375,00 €	3.375,00 €	3.375,00 €	3.375,00 €	3.375,00 €	3.375,00 €	3.375,00 €
Umbinden der Hausanschlüsse	4.000,00 €		4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €
Herstellung der Oberfläche	15.350,00 €		4.323,67 €	5.495,55 €	7.204,92 €	3.465,38 €	3.883,87 €	4.835,85 €	6.325,32 €
NL d 90 x 5,4, SDR 17	- €		4.200,00 €	4.600,00 €	5.000,00 €	4.000,00 €	4.200,00 €	4.600,00 €	5.000,00 €
Summe	58.814,50 €		50.958,75 €	60.101,09 €	71.416,50 €	36.779,34 €	39.666,51 €	46.852,73 €	54.957,02 €
Durchschnitt je m	235,26 €		203,83 €	240,40 €	285,67 €	147,12 €	158,67 €	187,41 €	219,83 €

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

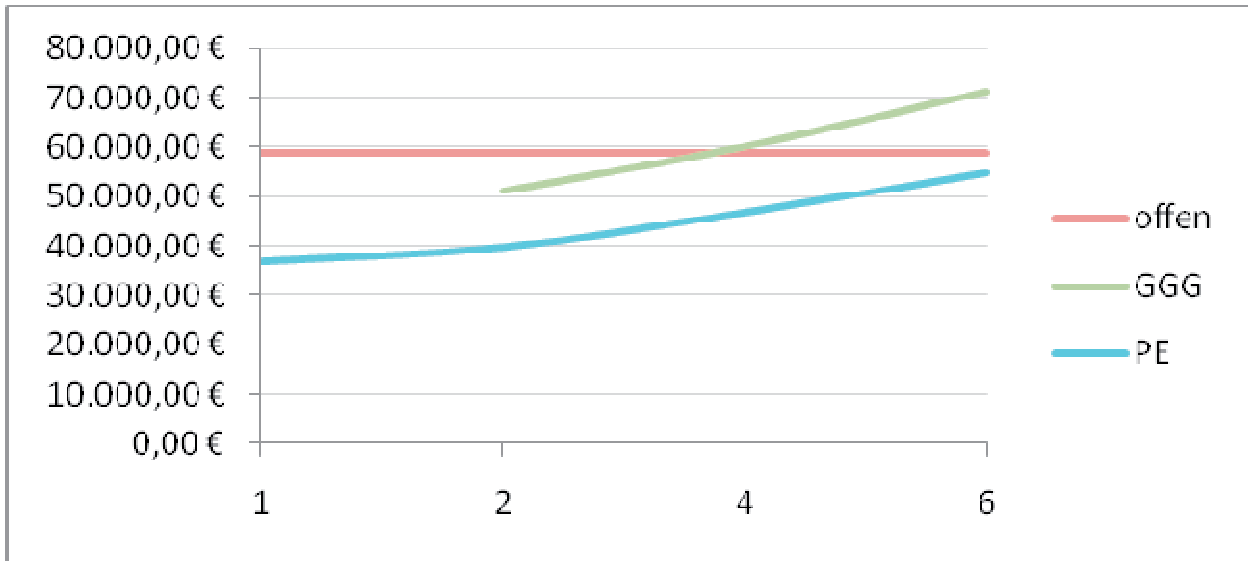
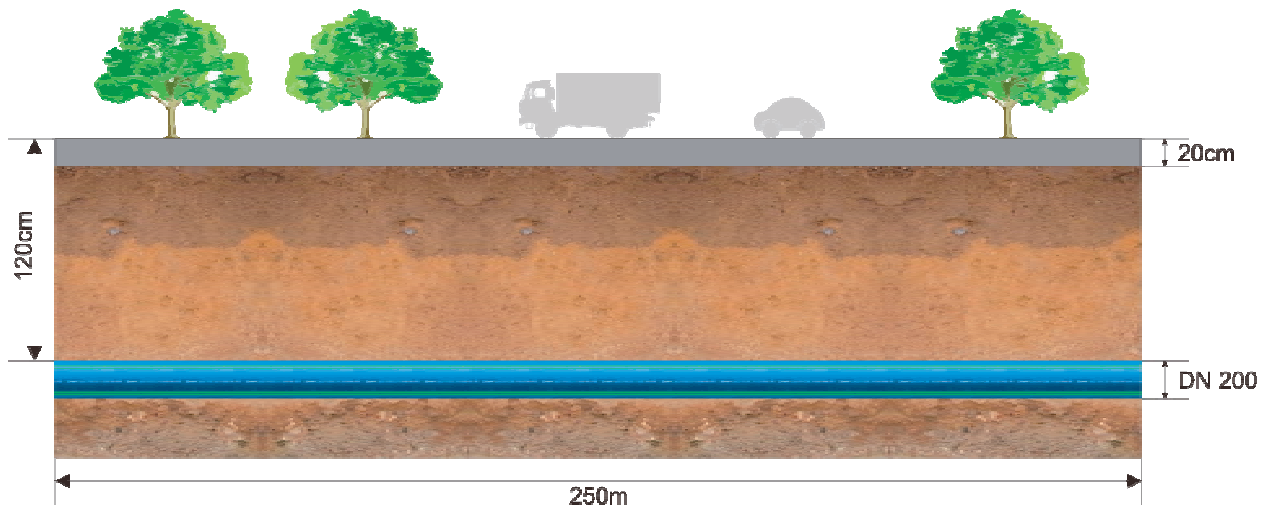


Diagramm 1



Skizze 2

Tabelle 2

DN 200	offen	1 S-Abschnitte GGG-Bersten	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte	1 S-Abschnitt PE-Bersten	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte
Baustelleneinrichtung	2.500,00 €		2.500,00 €	3.000,00 €	4.000,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	3.000,00 €	4.000,00 €
Verkehrssicherung	1.500,00 €		1.000,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
Abtragen der Oberflächen	5.040,00 €		1.530,30 €	1.931,50 €	2.510,80 €	1.257,20 €	1.430,30 €	1.781,50 €	2.310,80 €
Entsorgung der Oberflächen	696,00 €		349,78 €	449,04 €	595,78 €	285,50 €	324,82 €	411,60 €	545,86 €
Grabenaushub	6.000,00 €		1.260,00 €	2.100,00 €	3.360,00 €	735,00 €	1.050,00 €	1.785,00 €	2.940,00 €
Deponie	3.000,00 €		360,00 €	600,00 €	960,00 €	210,00 €	300,00 €	510,00 €	840,00 €
Verbau	3.750,00 €		720,00 €	1.170,00 €	1.800,00 €	390,00 €	600,00 €	990,00 €	1.560,00 €
Rohr	12.000,00 €		16.250,00 €	16.250,00 €	16.250,00 €	13.750,00 €	13.750,00 €	13.750,00 €	13.750,00 €
Verlegung	8.000,00 €		17.500,00 €	20.000,00 €	23.750,00 €	8.750,00 €	10.000,00 €	12.500,00 €	13.750,00 €
Rohrbettung	4.800,00 €		576,00 €	960,00 €	1.536,00 €	336,00 €	480,00 €	816,00 €	1.344,00 €
Grabenverfüllung	4.500,00 €		648,00 €	1.080,00 €	2.160,00 €	378,00 €	540,00 €	918,00 €	1.908,00 €
Zulage für Armature Formstücke	3.000,00 €		3.200,00 €	3.400,00 €	3.600,00 €	3.000,00 €	3.200,00 €	3.400,00 €	3.600,00 €
Hygiene/DP	3.000,00 €		3.150,00 €	3.450,00 €	3.900,00 €	3.000,00 €	3.150,00 €	3.450,00 €	3.900,00 €
öffnen der Hausanschlussgruben	4.455,00 €		4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €
Umbinden der Hausanschlüsse	4.000,00 €		4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €
Herstellung der Oberfläche	16.274,00 €		4.030,47 €	5.055,75 €	6.618,52 €	3.542,68 €	4.030,47 €	5.055,75 €	6.618,52 €
NL d 180x10,7 SDR 17	- €		7.300,00 €	7.600,00 €	8.200,00 €	7.000,00 €	7.300,00 €	7.600,00 €	8.200,00 €
Summe	82.515,00 €		68.829,55 €	77.001,29 €	89.196,10 €	54.589,38 €	58.110,59 €	65.922,85 €	75.222,18 €
Durchschnitt je m	330,06 €		275,32 €	308,01 €	356,78 €	218,36 €	232,44 €	263,69 €	300,89 €

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

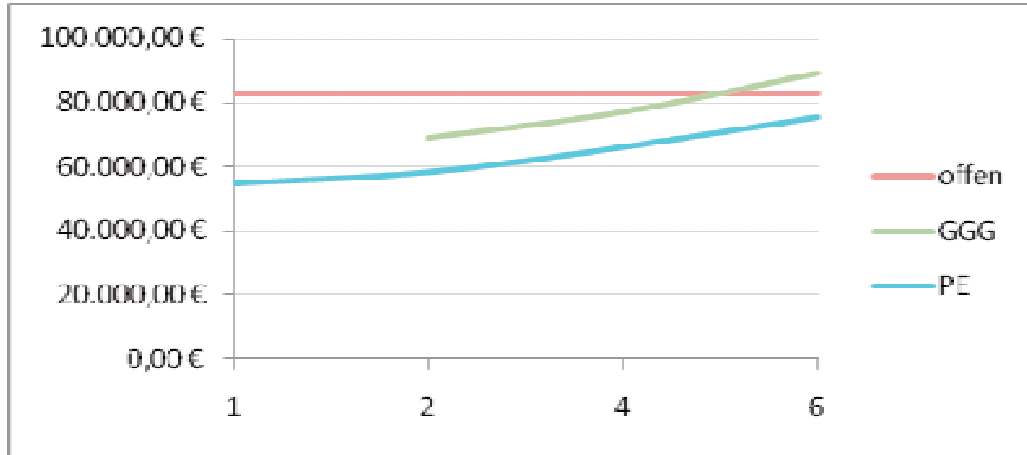
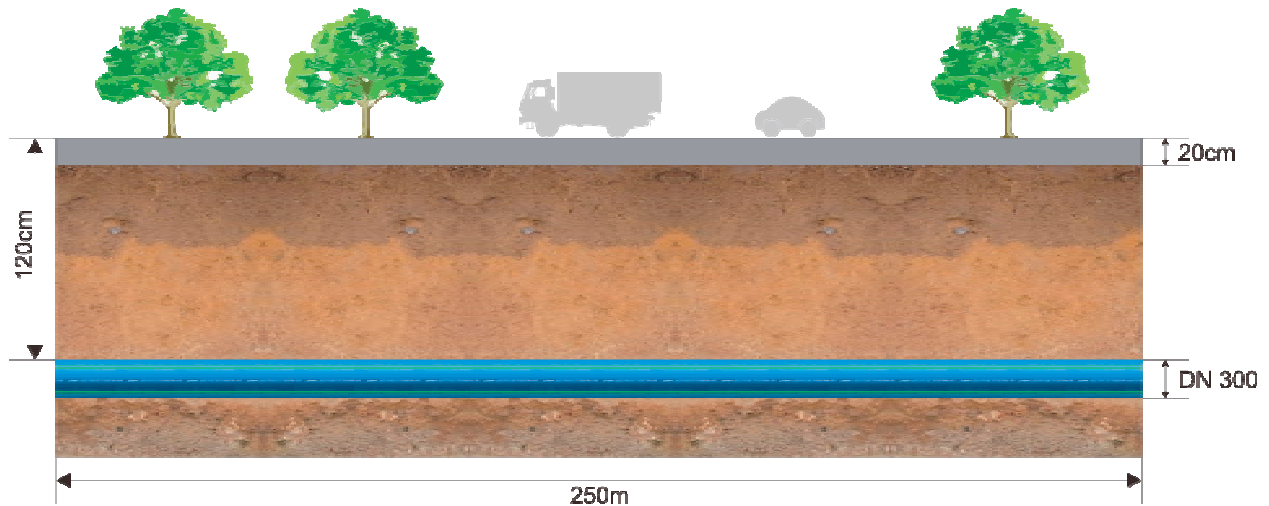


Diagramm 2



Skizze 3

Tabelle 3

DN 300		1 S-Abschnitte	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte	1 S-Abschnitt	2 S-Abschnitte	4 S-Abschnitte	6 S-Abschnitte
	offen	GGG-Bersten				PE-Bersten			
Baustelleneinrichtung	2.500,00 €	3.500,00 €	4.500,00 €	5.500,00 €	3.500,00 €	3.500,00 €	4.500,00 €	5.500,00 €	5.500,00 €
Verkehrssicherung	1.500,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	2.500,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
Abtragen der Oberflächen	5.040,00 €	1.530,30 €	1.931,50 €	2.510,80 €	1.257,20 €	1.430,30 €	1.781,50 €	2.310,80 €	2.310,80 €
Entsorgung der Oberflächen	696,00 €	349,78 €	449,04 €	595,78 €	285,50 €	324,82 €	411,60 €	545,86 €	545,86 €
Grabenaushub	6.000,00 €	1.512,00 €	2.520,00 €	4.032,00 €	882,00 €	1.260,00 €	2.142,00 €	3.528,00 €	3.528,00 €
Deponie	3.000,00 €	432,00 €	720,00 €	1.152,00 €	252,00 €	360,00 €	612,00 €	1.008,00 €	1.008,00 €
Verbau	3.750,00 €	864,00 €	1.404,00 €	2.160,00 €	468,00 €	720,00 €	1.188,00 €	1.872,00 €	1.872,00 €
Rohr	23.750,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €	35.000,00 €	35.000,00 €	35.000,00 €	35.000,00 €	35.000,00 €
Verlegung	13.750,00 €	17.500,00 €	20.000,00 €	23.000,00 €	10.000,00 €	11.250,00 €	13.750,00 €	16.250,00 €	16.250,00 €
Rohrbettung	4.800,00 €	576,00 €	960,00 €	1.536,00 €	336,00 €	480,00 €	816,00 €	1.344,00 €	1.344,00 €
Grabenverfüllung	5.500,00 €	864,00 €	1.440,00 €	2.736,00 €	504,00 €	720,00 €	1.224,00 €	2.412,00 €	2.412,00 €
Zulage für Armature Formstücke	4.000,00 €	4.200,00 €	4.400,00 €	4.600,00 €	4.000,00 €	4.200,00 €	4.400,00 €	4.600,00 €	4.600,00 €
Hygiene/DP	5.200,00 €	5.350,00 €	5.650,00 €	6.100,00 €	5.200,00 €	5.350,00 €	5.650,00 €	6.100,00 €	6.100,00 €
öffnen der Hausanschlussgruben	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €	4.455,00 €
Umbinden der Hausanschlüsse	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €	4.200,00 €
Herstellung der Oberfläche	16.274,00 €	4.030,47 €	5.055,75 €	6.618,52 €	3.542,68 €	4.030,47 €	5.055,75 €	6.618,52 €	6.618,52 €
NL d 180x10,7 SDR 17	- €	8.500,00 €	9.000,00 €	9.500,00 €	8.250,00 €	8.500,00 €	9.000,00 €	9.500,00 €	9.500,00 €
Summe	104.415,00 €	91.363,55 €	100.685,29 €	113.696,10 €	83.132,38 €	86.780,59 €	95.685,85 €	107.744,18 €	107.744,18 €
Durchschnitt je m	417,66 €	365,45 €	402,74 €	454,78 €	332,53 €	347,12 €	382,74 €	430,98 €	430,98 €

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

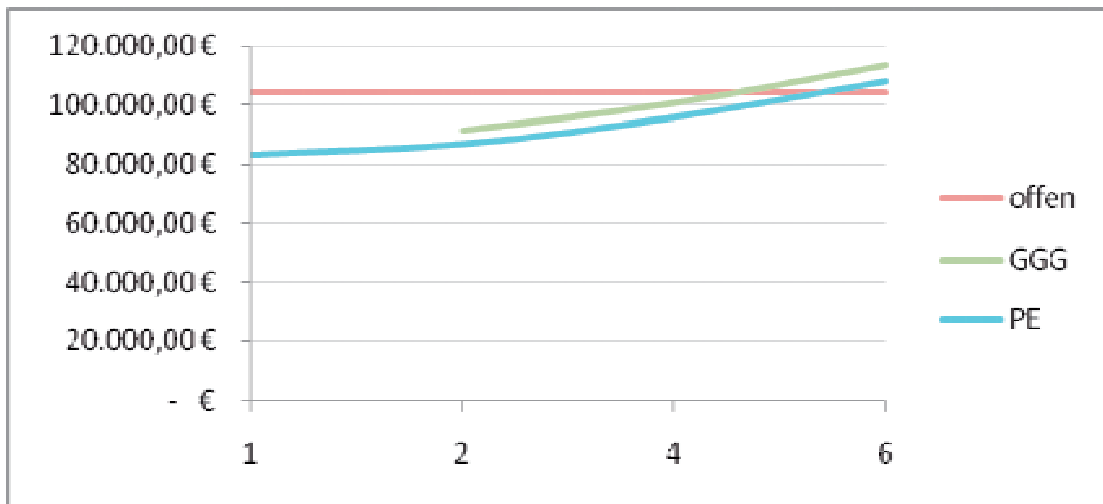
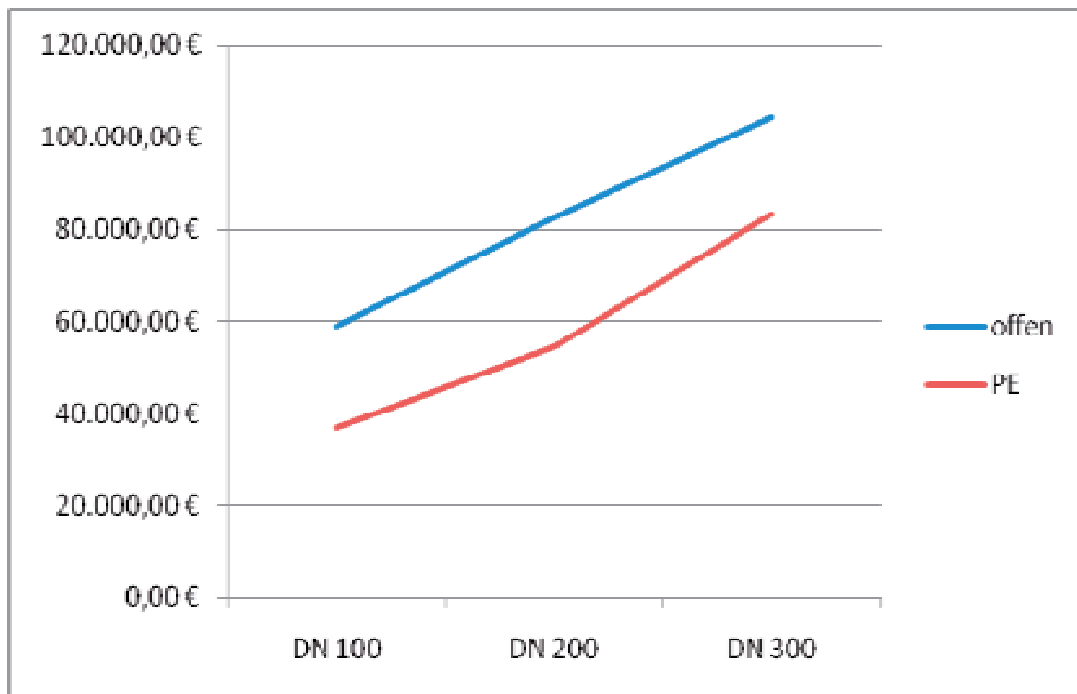
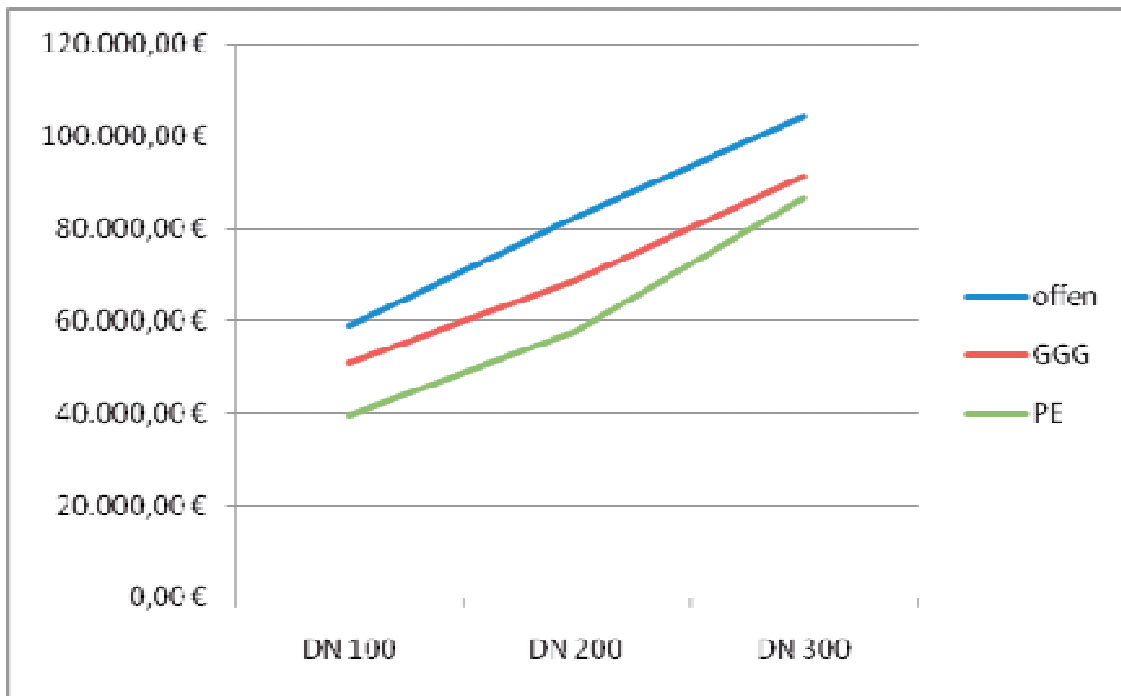


Diagramm 3

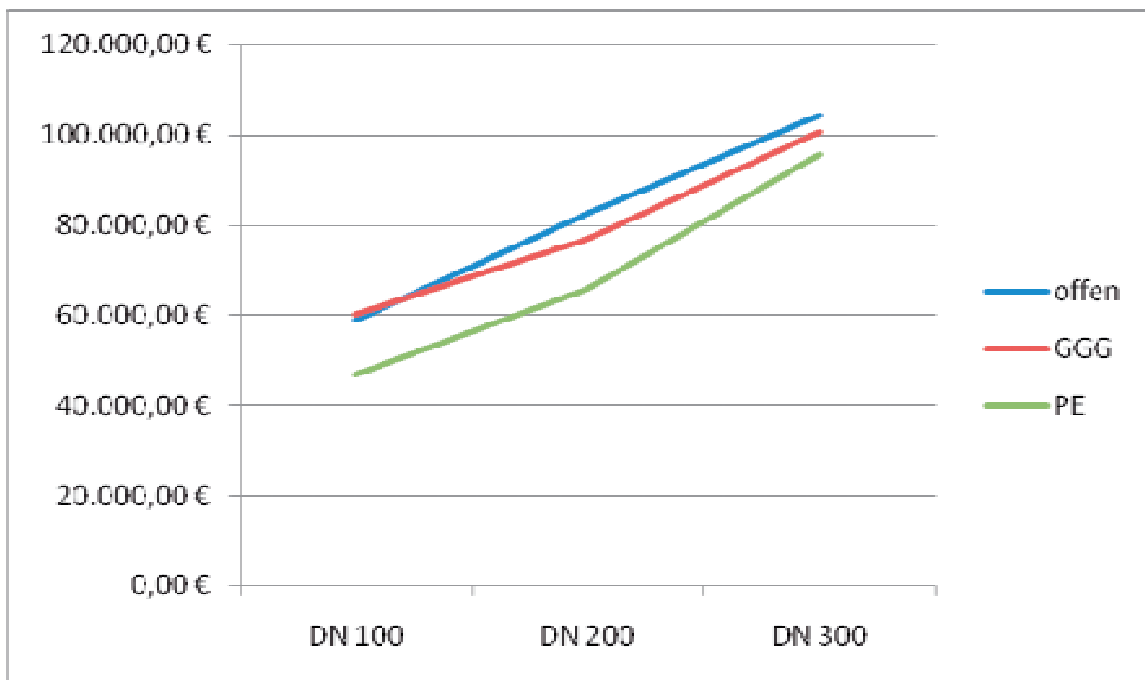


Dimensionsabhängiger Kostenvergleich zwischen offener Bauweise und dem Berstverfahren  
Sanierungsabschnittslänge: 250m (1 Sanierungsabschnitt)

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

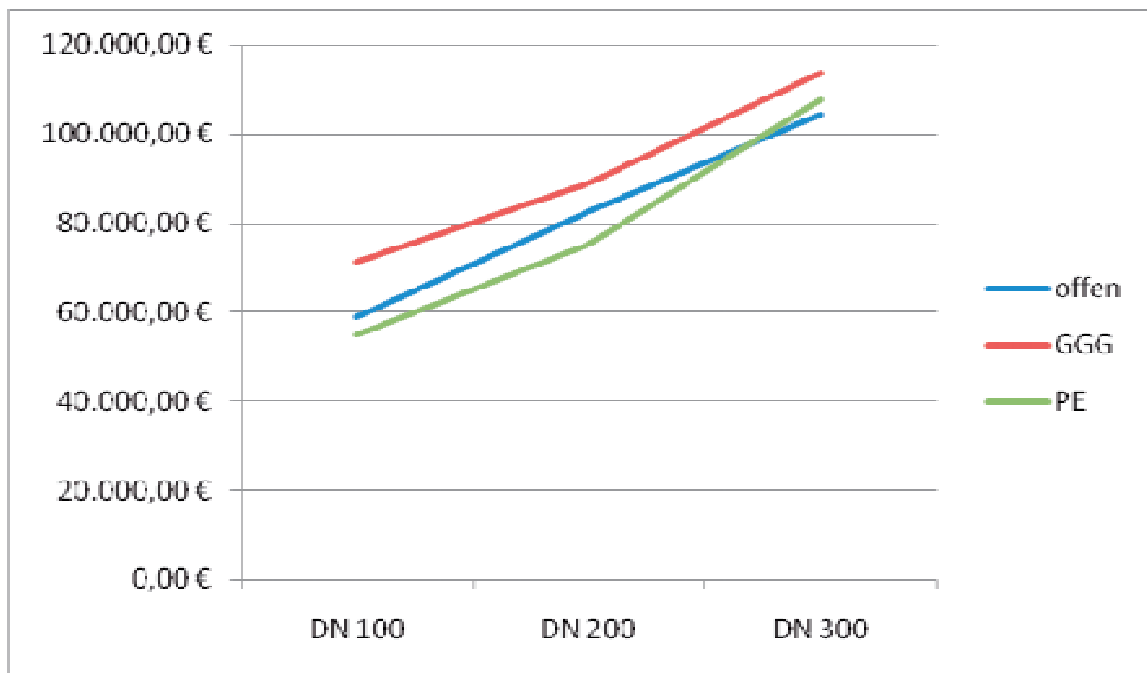


Dimensionsabhängiger Kostenvergleich zwischen offener Bauweise und dem Berstverfahren  
Sanierungsabschnittslänge: 125m (2 Sanierungsabschnitte)



Dimensionsabhängiger Kostenvergleich zwischen offener Bauweise und dem Berstverfahren  
Sanierungsabschnittslänge: 62,5m (4 Sanierungsabschnitte)

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen



Dimensionsabhängiger Kostenvergleich zwischen offener Bauweise und dem Berstverfahren  
Sanierungsabschnittslänge: 41,7m (6 Sanierungsabschnitte)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Sanierung im Berstverfahren umso effizienter erscheint, wenn möglichst lange Sanierungsabschnitte realisiert werden können.

Kurze Sanierungsabschnitte von unter 40 m sind dann effektiv, wenn besondere örtliche Gegebenheiten wie z.B.:

- erhaltenswerter Baumbestand
- komplizierte Verkehrsbedingungen
- zu schützende Oberfläche
- kontaminierte Böden
- o.ä.

angetroffen werden.



## 6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe

**Ziel der Rehabilitations- und Renovierungsverfahren ist es, ein neuwertiges Leitungs- bzw. Kanalnetz zu schaffen bzw. zu erhalten.**

Die Kostenuntersuchungen sind als Entscheidungshilfe zu betrachten und können demzufolge in Verbindung mit den jeweiligen Standortbedingungen – verfügbarer unterirdischer Bauraum, Zentrumsgebiet, stark befahrene Stadtstraße oder Stadtrandlage, Grundwassersituation, Vegetation usw. für Vergleiche herangezogen werden.

- a) Erneuerung  
Berstverfahren, Verformungsverfahren ....

Die Neu- und Weiterentwicklung der Rohrmaterialien haben die Rohrindustrie die Voraussetzungen für die grabenlosen Bauweisen geschaffen.

Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die mit grabenlosen Technologien eingebauten Rohre die an ein neuwertiges Leitungs- und Kanalnetz zu stellenden Anforderungen voll erfüllt werden.

Die in den Kostenvergleichen ermittelten Kennzahlen zeigen darüber hinaus (ausgedrückt durch die m-Preise) ...

Die in den Tabellen angegebenen Preise können entsprechend der örtlichen Bedingungen variiert werden, z.B. hinsichtlich der Anzahl der Hausanschlüsse (Anzahl je 100 m)

- b) Sanierung  
Zementmörtelauskleidung, Gewebeslauchverfahren

Die für diese Verfahren vom DVGW vorgegebene Nutzungsdauer beträgt 50 Jahre.

Erfahrungsgemäß ist das bei der Zementmörtelauskleidung bereits erreicht worden (erste Zementmörtelauskleidungen in Deutschland 1956 und 1958) beim Gewebeslauch wurden über 30 Jahre erreicht

- c) Renovierung von Abwasserleitungen

Die im Hinweis durchgeführten Untersuchungen beinhalten die Gegenüberstellung von Berstverfahren mit unterschiedlichen Abschnittslängen und der Erdverlegung

Es wird der Einfluss der Abschnittslängen und der Tiefenlage der Abwasserleitungen deutlich.

## 7. Weiterführende Literatur und Normen, Arbeitsblätter, Merkblätter und Hinweise

- [1] Roscher, H. u.a.  
Rehabilitation von Wasserversorgungsnetzen  
überarbeitete Auflage 2008, 424 S. ca 370 Abb. 42 farbige Bildtafeln mit DVD, Hardcover  
Huss-Medien GmbH ISBN 978-3-345-00919-8  
Vulkan-Verlag GmbH ISBN 978-3.8027-2850-1
- [2] Roscher, H.  
Umweltschonende Rohrnetzrehabilitation  
wwt awt Wasserwirtschaft-Wassertechnik Abwassertechnik, (2009) 5, S. 57 - 63
- [3] Roscher, H. in  
Rameil, M. „Rohrleitungserneuerung mit Berstverfahren“, 2. Auflage 2010  
Kapitel 9.1 „Umweltschonende nachhaltige Rehabilitation“ S. 179 -184
- [4] M. Rameil  
Rohrleitungserneuerung mit Berstverfahren“, 2. Auflage Vulkan-Verlag GmbH

DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
DIN EN 13566-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 1: Allgemeines
DVGW GW 301	Qualifikationskriterien für Rohrleitungsbauunternehmen, Oktober 2009
DVGW GW 302	Qualifikationskriterien an Unternehmen für grabenlose Neulegung und Rehabilitation von nicht in Betrieb befindlichen Rohrleitungen, September 2001
DVGW GW 320-1	Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Reliningverfahren mit Ringraum; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung
DVGW GW 320-2	Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Reliningverfahren ohne Ringraum; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung
DVGW GW 321	Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung, Oktober 2003
DVGW GW 322-1	Grabenlose Auswechslung von Gas- und Wasserrohrleitungen – Teil 1: Press-/Ziehverfahren, Oktober 2003
DVGW GW 322-2	Grabenlose Auswechslung von Gas- und Wasserrohrleitungen – Teil 2: Hilfsrohrverfahren, März 2007
DVGW GW 323	Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining: Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung, Juli 2004
DVGW GW 324	Fräs- und Pflugverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen, August 2007
DVGW GW 327	Relining für Gas- und Wasserrohrleitungen mit einzuklebenden Gewebeschläuchen, Oktober 2009
DVGW W 343	Sanierung von erdverlegten Guss- und Stahlrohrleitungen durch Zementmörtel- auskleidung - Einsatzbereiche, Anforderungen, Gütesicherung und Prüfungen

Vorteile grabenloser Bauverfahren für die  
Erhaltung und Erneuerung von  
Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen

---

DVGW W 403	Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserverteilungsanlagen, April 2010
DVGW Hinweis W 409	Technische Mitteilung; Auswirkungen von Bauverfahren und Bauweise auf die Wirtschaftlichkeit von Betrieb und Instandhaltung (operative Netzkosten) der Wasserverteilungsanlagen, Januar 2007
RSV Merkblatt 1	Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining, 2006
RSV Merkblatt 2	Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Liningverfahren ohne Ringraum, 2009
RSV Merkblatt 2.2	Renovierung mit dem TIP-Verfahren ohne Ringraum (i.B.)
RSV Merkblatt 5	Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren, 2007
RSV Merkblatt 8	Erneuerung von Entwässerungskanälen und -Anschlussleitungen mit dem Berstliningverfahren, 2006
RSV Merkblatt 10	Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen, 2008
DWA-M 127-2	Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren

## **Sicherheitsvorschriften**

### Unfallverhütungsvorschriften

UVV - BGV A 1	Grundsätze der Prävention in der Fassung vom 01. Januar 2004
UVV - BGV C 5	Abwassertechnische Anlagen in der Fassung vom 01. Januar 1997

### Berufsgenossenschaftliche Regeln

BGR 126	Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen vom Sept. 2008
BGR 190	Benutzung von Atemschutzgeräten vom April 2004
BGR 198	Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz vom April 1998
BGR 236	Rohrleitungsbauarbeiten vom Januar 2006

### Berufsgenossenschaftliche Information

BGI 594	Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung vom März 2006
---------	---

## **8. Bearbeitung**

Der RSV-Arbeitsgruppe „Vorteile grabenloser Bauverfahren für die Erhaltung und Erneuerung von Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen“, die diese RSV-Information Nr. 11 erarbeitet hat, gehören folgende Mitarbeiter an:

Roscher, Prof. Dr.-Ing. habil. Harald (Obmann), Weimar

Manske, Werner, Hannover

Richter, Bernd, Chemnitz

Schlenther, Nico, Salzgitter

Schwarzer, Sebastian, Lennestadt

Sturm, Wolf-Michael, Berlin

Zech, Horst, Lingen (Ems)

Gäste:

Bärreis, Jochen, Mannheim

Goll, Jens, Landau/Pfalz

Schamer, Torsten, Bottrop

**Faxbestellschein an: 0201/82002-34**

## RSV-Regelwerk

### RSV Merkblatt 1

**Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining**  
2006, 43 Seiten, DIN A4, broschiert, € 35,-

### RSV Merkblatt 2

**Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Liningverfahren ohne Ringraum**  
2009, 38 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 2.2

**Renovierung mit dem TIP-Verfahren ohne Ringraum (i.B.)**

### RSV Merkblatt 3

**Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum**  
2008, 40 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 4

**Reparatur von drucklosen Abwässerkanälen und Rohrleitungen durch vor Ort härtende Kurzliner (partielle Inliner)**  
2009, 25 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 5

**Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren**  
2007, 22 Seiten, DIN A4, broschiert, € 27,-

### RSV Merkblatt 6

**Sanierung von begehbaren Entwässerungsleitungen und -kanälen sowie Schachtbauwerken**  
2007, 23 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 6.2

**Schachtsanierung (i.B.)**

### RSV Merkblatt 7.1

**Renovierung von drucklosen Leitungen/ Anschlußleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining**  
2009, 24 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 7.2

**Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlußleitungen - Reparatur / Renovierung**  
2009, 31 Seiten, DIN A4, broschiert, € 30,-

### RSV Merkblatt 8

**Erneuerung von Entwässerungskanälen und -Anschlußleitungen mit dem Berstliningverfahren**  
2006, 27 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

### RSV Merkblatt 10

**Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen**  
2008, 55 Seiten, DIN A4, broschiert, € 37,-

#### Bestellschein

Fax an: 0201/82002-34  
E-Mail: [s.spies@vulkan-verlag.de](mailto:s.spies@vulkan-verlag.de)  
Internet: [www.vulkan-verlag.de](http://www.vulkan-verlag.de)

Ich/Wir bestelle(n) gegen Rechnung:

___ Ex. RSV-M 1,	€ 35,-
___ Ex. RSV-M 2,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 3,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 4,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 5,	€ 27,-
___ Ex. RSV-M 6,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 7.1,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 7.2,	€ 30,-
___ Ex. RSV-M 8,	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 10,	€ 37,-

**Vulkan-Verlag**  
Postfach 10 39 62  
45039 Essen

Name /  
Firma.....  
.....  
Anschritt.....  
.....  
Bestell-  
Zeichen/Nr./Abteilung.....  
Datum/Unterschrift.....





