



# Information

**Nr. 12**

**Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen  
Cable-laying in existing networks**

2. komplett überarbeitete Auflage  
April 2005

2nd completely revised Edition  
April 2005

Arbeitskreis Nr. 3  
Grabenloses Bauen  
Leitungsinstandhaltung

**NO DIG** – warum Gräben aufreißen, wenn es bessere Lösungen gibt!

# **Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen**

## ***Cable-laying in existing networks***

April 2005

### **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>Vorwort</b>	6
<b>Zielsetzung</b>	7
<b>1. Einleitung</b>	8
1.1 In Betrieb befindliche Kanäle	9
1.2 In Betrieb befindliche Gasleitungsnetze	11
1.3 In Betrieb befindliche Wasserleitungsnetze	11
1.4 Stillgelegte Netze	12
1.5 Rechtliche Konstellation zwischen Infrastruktur- und Kabelnetzbetreiber	12
<b>2. Planung / Bau- und Betriebsaspekte</b>	13
2.1 TV-Inspektion, Auswertung	13
2.2 Leitungsstatik / Hydraulik (Kanäle)	14
2.3 Betriebsaspekte	15
2.4 Sanierungsverfahren vor und nach dem Kabeleinbau	16
2.5 Planauslegung, Kennzeichnung, Belegung	17
2.6 Eigenschaften der einzubauenden Kabel	17
2.7 Installation von Kabelanlagen in Kabel- und Kanalschächten	18
2.8 Nachträgliche Herstellung von Anschlüssen an Rohre	20
2.9 Sicherheitsvorschriften	20
2.10 Austauschbarkeit der Kabel	21
2.11 Reparaturen von Kabel-, Leitungs- und Kanalschäden	22
2.11.1 Kabelschäden	22
2.11.2 Schäden an Rohrleitungen	23
2.11.2.1 Einzelschäden	23
2.11.2.2 Streckenschäden	24
2.12 Wirtschaftliche Aspekte	25

<b>3.</b>	<b>Grabenlose Einbauverfahren</b>	<b>29</b>
3.1	Einbauverfahren ohne Roboterunterstützung in nicht begehbaren Kanälen	30
3.1.1	Einbau von LWL-Kabeln mittels Spannvorrichtung	30
3.1.2	Einkleben von Kabeln oder Leerrohrsystemen	32
3.1.3	Einbau von Kabeln oder Leerrohrsystemen mittels Schlauchlinern	32
3.1.4	Einbau von Kabeln oder Leerrohren in Noppenbahn-Systeme	32
3.2	Robotergestützte Einbauverfahren	34
3.2.1	Bohr- und Dübelverfahren	35
3.2.2	Bridenverfahren	37
3.3	Einbauverfahren in Gasrohranlagen	39
3.3.1	Direkter Einbau von LWL-Kabeln	39
3.3.2	Einbau eines Leerrohrsystems	41
3.3.3	Nutzung des LWL-kabels resp einer Faser als/in Verbindung mit einem Leakage-Detektions-Systems	41
3.4	Einbauverfahren in Trinkwasserrohranlagen	43
3.5	Grabenloser Bau von Hausanschlüssen: die „letzte Meile“ ohne Graben	44
<b>4.</b>	<b>Abnahmen</b>	<b>46</b>
4.1	Kanalspezifische Abnahme	46
4.2	Kabelspezifische Abnahme	47
<b>5.</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>Ökonomie und Ökologie</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>Ausblick</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Literatur und ergänzende Hinweise</b>	<b>52</b>
8.1	Fachbeiträge	52
8.2	Fachzeitschriften	54
8.3	Firmenprospekte	54
8.4	Technische Regelwerke, Empfehlungen	55
8.5	Sicherheitsvorschriften (Auswahl)	56
8.6	Internetadressen	56
<b>9.</b>	<b>Anhang</b>	<b>57</b>
<b>10.</b>	<b>Autoren</b>	<b>64</b>

**Contents**

	<i>page</i>
<b>Foreword</b>	6
<b>Objectives</b>	8
<b>1. Introduction</b>	8
1.1 Networks in operation	9
1.2 Gas pipelines in operation	11
1.3 Water networks in operation	11
1.4 Cables in disused sewer networks	12
1.5 Legal constellation between infrastructure- and cable network operator	12
<b>2. Planning / construction and operating aspects</b>	13
2.1 CCTV inspection, evaluation	13
2.2 Pipe structural calculations/ hydraulics (sewers)	14
2.3 Operating aspects	16
2.4 Rehabilitation procedure before and after cable installation	16
2.5 Plan lay out, identification, and occupancy	17
2.6 Properties of the cable to be installed	18
2.7 Installation of cable installations in manholes and pipe runs	19
2.8 Subsequent connections to pipes	20
2.9 Safety regulations	21
2.10 Replaceability of the cable	21
2.11 Repair of cable, pipe and sewer damage	22
2.11.1 Cable damage	22
2.11.2 Pipe and sewer damage	23
2.11.2.1 Point damage	24
2.11.2.2 Sectional damage	25
2.12 Economic aspects	27
<b>3. Trenchless Installation Techniques</b>	30
3.1 Installation method without robot support in non man-accessible sewers	30
3.1.1 Installation of FO cables with tension devices – MS Drain	31
3.1.2 Gluing of cables or duct systems	32
3.1.3 Installation of cables or duct systems using tube liners	32
3.1.4 Installation of cables or ducts in knobbed matting systems	33
3.2 Robot supported installation techniques	34
3.2.1 Drilling and dowel technique	35
3.2.2 Briden (clamp) method – FAST Technology	39
3.3.3 Utilisation of optical fiber cables and optical fibers within gaspipes as leakagedetection system	42
3.4 Deployment within drinkingwaterlines	43
3.5 Trenchless solution for fiber-to-the home	45
<b>4. Acceptance inspections</b>	47
4.1 Sewer specific acceptance inspection	47
4.2 Cable specific acceptance inspection	48

<b>5.</b>	<b><i>Documentation</i></b>	<b>49</b>
<b>6.</b>	<b><i>Economy and Ecology</i></b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b><i>The future</i></b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b><i>Literature and Supplementary Information</i></b>	<b>52</b>
8.1	<i>Specialist contributions</i>	52
8.2	<i>Specialist magazines</i>	54
8.3	<i>Company brochures</i>	54
8.4	<i>Technical standards, recommendations</i>	55
8.5	<i>Safety regulations (selection)</i>	56
8.6	<i>Internet addresses</i>	56
<b>9.</b>	<b><i>Appendix</i></b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b><i>Authors</i></b>	<b>64</b>

- **Vorwort**

Die Nutzung der bestehenden Infrastruktur an Rohrleitungs- und Kanalnetzen, insbesondere in Innenstädten, ist sicherlich nicht absolut neu ( siehe auch GSTT Information Nr.: 12, Dez. 1999 ), hat aber seit Beginn der Liberalisierung der Telekommunikation in Verbindung mit dem stetig wachsenden Bedarf an Übertragungsbandbreite im Zuge der Entwicklung und der Einführung von neuen Diensten und Angeboten (u.a. Internet, Digitalfotographie, Bildtelefon, Video on demand, Steuerungen und Überwachungen, smart house) eine neue Dimension gewonnen.

Dies gilt nicht zuletzt für die „letzte Meile“, bzw. die letzten Meter bis zum Haus/Anwender in Verbindung mit der sich parallel stark weiterentwickelten Kabeltechnik, die heute - mit ihren Kommunikationskabeln auf Lichtwellenleiter-Technik – in der Lage ist, die geforderten und angedachten Datenmengen durch kleinste Kabelquerschnitte zu übermitteln.

Die Nutzung der bestehenden Infrastruktur für die Installation von Glasfaserkabeln ist sowohl betriebs- als auch volkswirtschaftlich von hohem Nutzen. Der Großteil der Tiefbauarbeiten kann entfallen, so dass die Zerstörung der Straßendecken und auch die dadurch bedingten Staus in Innenstädten vermieden und die Installationszeit erheblich reduziert werden können.

Die Verlegung von Kabeln in vorhandenen Netzen wird weltweit derzeit auf mehrere tausend km geschätzt, davon ein erheblicher Anteil in nicht begehbaren Querschnitten.

- **Foreword**

*Using existing pipe- and sewage network infrastructure, especially in city centers, surely is no news (please see also GSTT Information No. 12, Dec. 1999). However, it took new dimensions with the liberalization of telecommunication in conjunction with constantly increasing need for transmission bandwidth in the course of developing and introducing new services and offers (e. g. internet, digital photography, videophone, video on demand, steering and monitoring, smart house).*

*This is particularly true for the „last mile“, i.e. the stretch from the available cable runs to the actual user, in combination with the simultaneously advancing cable technique. Today, this technique with its light wave communication cables is capable of transferring required quantity of data via smallest cable sections.*

*Cable installations in existing networks at present is estimated at several thousand km worldwide with a great share of non man-accessible sections.*

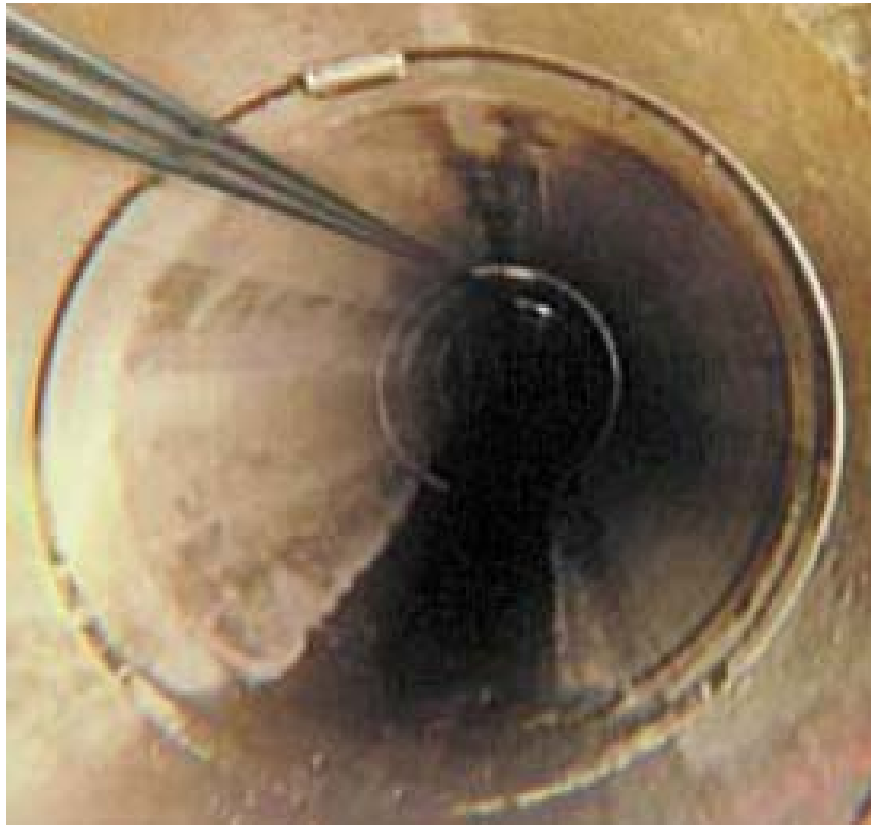


Abb. 1: Kabelverlegung mit Bridenverfahren

*Fig. 1: Cable-laying with Bridle method*

(Foto: DRAKA Comteq / KA-TE)

- **Zielsetzung**

Vor dem Hintergrund der vorbeschriebenen Situation hatte der GSTT-Arbeitskreis 3 "Grabenloses Bauen, Leitungsinstandsetzung" eine Arbeitsgruppe "Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen" ins Leben gerufen, um diese Entwicklung möglichst von Anfang an zu beobachten, zu analysieren und gegebenenfalls durch entsprechende Hinweise und Anregungen in die richtigen Bahnen zu leiten. Entsprechend der bisherigen Entwicklung hatte sich die Arbeitsgruppe zuerst mit der Kabelverlegung in drucklosen begehbaren und nicht begehbaren Abwasserkanälen befaßt.

In der hier vorliegenden aktualisierten GSTT-Informationen sind die Erfahrungen der Mitglieder der Arbeitsgruppe eingeflossen und um die Kabelverlegung in Druckrohrnetzen erweitert.

Auf Grund des internationalen Interesses erscheint diese Information zweisprachig.

- **Objectives**

*Against the background of the situation described above, the GSTT Work Party 3 „Trenchless construction, pipe repairs“ had established a new Work Group „Cable-laying in existing networks“, in order to observe and analyze this development from the outset and if necessary, to lead it in the right direction by offering appropriate information and suggestions. In line with development to date, the work group initially had been concentrated on cable installations in unpressurized, man-accessible and non man-accessible wastewater sewers.*

*The experience of the members of the work group has been incorporated in this updated GSTT- information enlarged by cable installations in pressure pipe networks. In addition, supplementary information on the subject is given in the literature list.*

*Due to international interest, this information is published in two languages.*

**1. Einleitung**

**1. Introduction**

**1.1. In Betrieb befindliche Kanalnetze**

Der Einbau von Kabeln in bestehende Kanalnetze darf deren ursprüngliche Funktion nicht beeinträchtigen. Dies betrifft insbesondere den ungestörten Transport des Mediums (Grundfunktion). Die Einschränkungen bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sind auf ein Minimum zu reduzieren und mit dem Betrieb abzustimmen.



Abb. 2 Kabelverlegung im Bohr und Dübelverfahren (Foto: RCC)

Fig. 2: Cable-laying using drilling and doweling techniques (Cable in an inliner)



## 1.1 Networks in operation

*Cable installations in existing networks must not influence their original function. This particularly concerns an undisturbed transport of product (basic function). Restrictions during repair- and maintenance work have to be reduced to a minimum and coordinated with the network operation.*

### 1.1.1. Begehbare Kanäle

Die Einteilung, ab wann ein Kanal begehbar ist, hängt sowohl von nationalen Vorschriften, als auch von den individuellen Vorschriften der verschiedenen Betreiber von Kanalnetzen ab.

In Deutschland legt die Sicherheitsregel VBG 37 für Rohrleitungen DN 800 als Mindestdurchmesser zum Bekriechen (Inspizieren) fest. Für Arbeiten in Rohrleitungen beträgt der Mindestdurchmesser 1.000 mm.

Die begehbaren Kanäle bieten sich vorzugsweise zum manuellen Einbau von Kabeln an. Teilweise können jedoch auch roboterassistierte Verfahren angewandt werden



### 1.1.1 Man-accessible sewers

*The definition of whether a sewer is man-accessible or not, depends not only on national regulations, but also on the individual regulations of the different sewer network operators.*

Abb. 3a: Kabelverlegung im begehbaren Kanal

Fig. 3a: Cable-laying in man-accessible sewers

(Foto: DRAKA Comteq, KA-TE)

*In Germany, the safety regulation VBG 37 states that DN 800 pipes are the minimum diameter for crawling (inspecting). For working in pipes, the minimum diameter is 1,000 mm.*

*Man-accessible sewers are mainly used for the manual installation of cables. However, in some cases, robot supported methods can also be applied.*

### 1.1.2. Nicht begehbare Kanäle

In nicht begehbaren Kanälen werden Verfahren mit / ohne Roboterunterstützung angewandt.

Dabei werden Roboter vorzugsweise in nicht begehbaren Dimensionen ab DN 200 eingesetzt. Durch verfahrensbedingte Unterschiede der einzelnen Roboter können Kanäle bestimmter Profilquerschnitte für einige Roboter befahrbar sein, für andere dagegen nicht. Kanäle mit Durchmesser unter DN 200 sind nach heutigem Entwicklungsstand nicht zum Einbau von Glasfaserkabeln mit Robotern geeignet.

Alternative Verfahren stehen u.a. auch für kleinere Durchmesser zur Verfügung.

Bei Kanälen DN 250 und kleiner bedarf der Einbau von Glasfaserkabeln wegen der veränderten hydraulischen Randbedingungen der erhöhten Aufmerksamkeit des Betreibers und des Planers (siehe auch 2.2/2.3).

#### 1.1.2 Non man-accessible sewers/ installation using robots

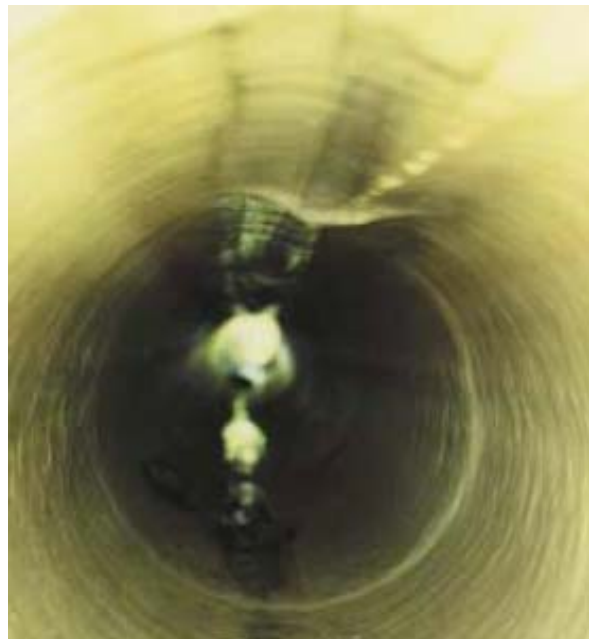
*Installations in non man-accessible sewers are carried out with or without help of robots.*

*Here, robots are preferentially used in non man-accessible dimensions greater than ND 200. Dependent upon the robots offered on the market in future there will probably be overlaps with the man-accessible dimensions. For example, robots are currently capable of working in pipes with DN 200 to DN 1,200.*

*Due to differences in the individual robots that are dependent upon the different techniques used, sewers with certain section profiles are accessible for some robots and not for others.*



Abb. 3b/c: Kabelverlegung unter  
inlinersanierten Kanalstrecken  
*Fig. 3b/c: Cable-laying by using tube liners*  
(Fotos: Insituform)



## 1.2. In Betrieb befindliche Gasleitungsnetze

Ein Hauptteil der – innerstädtischen – Gasleitungsnetze basiert auf Stahlrohren gemäß der nationalen Normen und oder Richtlinien. Ersatz und Neuinstallationen werden zunehmend mit Kunststoffrohren auf PE – Basis realisiert.

Die Gasnetze beinhalten eine Vielzahl von Service und Steuerungs-Armaturen, die in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden dürfen und somit von der zu installierenden Kabelanlage mittels eines Bypass umgangen werden, d.h. die Kabelanlage wird vor der Armatur aus dem Gasrohr geführt, um danach wieder in dasselbe geführt zu werden. Hierdurch ist gleichzeitig in einfachster Art und Weise ein Zugangspunkt zum LWL-Kabel bzw. den Glasfasern definiert.

## 1.2 Gas pipelines in operation

*A main part of the -innercity- gas network is based on steel pipes acc. to national standards and guidelines. New installations and replacements are increasingly carried out with plastic pipes on PE basis.*

*Gas networks have a large number of service- and steering fittings, which ought not be disturbed in function. These fittings therefore have to be circumvented during cable installation via bypass. This means, in front of the fitting, the cable is led out of the gas pipe to be led back into the same behind the fitting.*

## 1.3. In Betrieb befindliche Wasserleitungsnetze

Ein Hauptteil der – innerstädtischen – Trinkwasserleitungsnetze basiert auf Rohren aus metallischen Werkstoffen gemäß der nationalen Normen und oder Richtlinien.

Ersatz und Neuinstallationen werden zunehmend mit Kunststoffrohren realisiert.

Die Trinkwasserleitungsnetze beinhalten eine Vielzahl von Service- und Steuerungs-Armaturen, die in Ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden dürfen und somit von der zu installierenden Kabelanlage mittels eines Bypass umgangen werden, d.h. die Kabelanlage wird vor der Armatur aus der Trinkwasserleitung geführt, um danach wieder in dieselbe zurückgeführt zu werden.

## 1.3 Water networks in operation

*A main part of the -innercity- water line network is based on pipes made of metallic material acc. to national standards and/or guidelines. Replacement and new installations are increasingly realized with plastic pipes.*

*Water line networks have a large number of service- and steering fittings, which ought not be disturbed in function. These fittings therefore have to be circumvented during cable installation via bypass. This means, in front of the*

*fitting, the cable is led out of the water pipe to be led back into the same behind the fitting.*

#### 1.4. Stillgelegte Netze

Als stillgelegte Netze sind solche zu verstehen, die nicht mehr betrieben werden und keine Verbindung an das übrige noch in Betrieb befindliche Netz aufweisen.

Vor dem Einbau von Kabeln in stillgelegte Netze ist deren Zustand auf die Eignung zum Einbau zu prüfen. Die Art des Einbaus ist mit dem Eigentümer des stillgelegten Netzes auf eventuelle Wiederinbetriebnahme oder Umnutzung abzustimmen.

#### 1.4 Cables in disused sewer networks

*Disused networks means those that are no longer operated and are no longer connected to the rest of the network, which is still in operation.*

*Before cables are installed in disused networks, the condition of the networks must be checked for suitability for installation. The type of installation must be agreed with the owner of the disused network due to possible recommissioning or change in usage.*

#### 1.5. Rechtliche Konstellation zwischen Infrastruktur- und Kabelnetzbetreiber

Bei der Installation von Kabelanlagen in Rohrleitungen treffen Bereiche mit unterschiedlichen Geschäftsaufträgen zusammen

Für die Planung und den Entwurf von Kommunikationsnetzen aus Glasfaserkabeln die in vorhandene Rohre verlegt werden sollen, ist die genaue Kenntnis der rechtlichen Randbedingungen, d.h. der vertraglichen Vereinbarungen zwischen den Vertragspartnern die Grundvoraussetzung. Besonders wichtig ist hierbei die Frage wer Eigentümer, Betreiber oder Nutzer des Kabels ist. Hinweise zur Vertragsgestaltung können der GSTT-Information Nr. 10 (Mai 1999) entnommen werden (siehe Anhang A).

#### 1.5 Legal constellation between infrastructure- and cable network operator

*Various kinds of tasks meet while laying cables in existing pipelines.*

*Exact information of the boundary legal conditions, i.e. the contractual agreements between the contract partners, is the basic prerequisite for the planning and design of communications networks made of optical fiber cables that are to be laid in existing pipes. The question as to who is the owner, operator or user of the cable is of particular importance. Information about the form of contracts is available in GSTT Information No. 10 (May 1999), see appendix A.*

## 2. Planung / Bau- und Betriebsaspekte

## 2. Planning / construction and operating aspects

### 2.1 TV-Inspektion, Auswertung

Die genaue Kenntnis des baulichen Zustandes der zur Aufnahme von Kabeleinbauten vorgesehenen Netzen ist aus zwei Gründen als Grundvoraussetzung anzusehen.

1. Es muß geklärt werden, ob die Rohre statisch und vom baulichen/betrieblichen Zustand her in der Lage sind, ein Glasfaserkabel aufzunehmen.
2. Es muß weiterhin festgestellt werden, ob diese für den Einsatz einzelner Verfahren überhaupt geeignet sind. So würden beispielsweise erhebliche Lageveränderungen der Kanäle (Versackungen) oder hereinragende Stützen den Einsatz von Robotern behindern oder sogar unmöglich machen, soweit nicht andere Maßnahmen Abhilfe schaffen können.

Im Rahmen der Trassenplanung ist der bauliche Zustand der Rohrnetze in jedem Fall durch eine aktuelle Untersuchung (z.B. Kanal-TV-Inspektion entspr. ATV M143 und M149) zu überprüfen oder zu beurteilen.

Die Auswertung der vorgenannten Zustandsdokumentation hat durch erfahrenes Personal zu erfolgen.

Die Untersuchung bzw. deren Auswertung des Rohrnetzzustandes ist Voraussetzung, um Festlegungen über die genaue Trassenführung und eventuelle Sanierungsmaßnahmen treffen zu können. Die Entscheidung über eine eventuell durchzuführende Sanierungsmaßnahme muss sicherstellen, daß die Nutzung für Rohr und Kabel nicht beeinträchtigt wird.

### 2.1 CCTV Inspection, Evaluation

*Exact information about the structural condition of networks in which cable systems are to be installed is to be considered a prerequisite for two reasons.*

1. *It must be clarified whether the pipes are suitable with respect to their structural/operating condition, capable of being used for the installation of an optical fiber cable.*
2. *Furthermore, in the case of non man-accessible sections it must be determined whether these are suitable for the individual techniques. Thus, for example, significant structural changes in the sewers (collapses) or promontory pipe junctions can hinder the use of robots or even make their use impossible, if other remedial measures are unable to solve the situation.*

*The structural condition of the sewers must be checked or assessed within the scope of the route planning by means of an up-to-date CCTV-recording (video assessment) according ATV M 143 and M149.*

*The evaluation of the aforementioned documentation must be carried out by experienced staff.*

*The inspection or the assessment of the condition of the pipe network is a prerequisite in order to be able to make decisions about the exact route of the cables and possible rehabilitation measures. Decisions about any rehabilitation measures which may be required must ensure that use of the pipe and cable are not affected.*

## 2.2 Leitungsstatik / Hydraulik (Kanäle)

Aus den Ergebnissen der Auswertung sind die statische Tragfähigkeit der Leitungen und Kanäle und deren Sanierungsfähigkeit einzuschätzen. Ist die Tragfähigkeit akut gefährdet oder ist die Sanierungsmaßnahme in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht durchzuführen, so ist die Trasse zu verwerfen. Sind die Kanäle zwar derzeit tragfähig, weisen jedoch geringfügige Schäden auf, so ist zu entscheiden, ob vor oder nach dem Einbau des Kabels der Kanal in geeigneter Form saniert werden muss.

Gleichbedeutend mit der Einschätzung der statischen Tragfähigkeit ist die Hydraulik im Hinblick auf die Querschnittsverengung durch den Einbau der Kabel zu überprüfen. Hiervon hängt entscheidend ab, ob ein oder gegebenenfalls sogar mehrere Kabel in einer Leitung oder einem Kanal eingebaut werden können. Dabei empfiehlt es sich, nicht nur die der ursprünglichen Dimensionierung zugrundegelegten Bemessungswerte, sondern auch die nach neuesten Erkenntnissen zu erwartenden Durchflussmengen zu berücksichtigen. Für die Planung der Kabeltrassen sind die Erfahrungen des Kanalnetzbetriebes über die Auslastung und die strategischen Planungen hinsichtlich zukünftiger, zusätzlicher Einleitungen mit heranzuziehen.

## 2.2 Pipe structural calculations/ Hydraulics (sewers)

*The static bearing capacity of the pipes and sewers and their suitability for rehabilitation measures must be estimated using the results of the assessment. If the bearing capacity is acutely endangered, or if the rehabilitation measures cannot be carried out in the time available, then the chosen cable route is to be rejected. If the sewers currently have sufficient bearing capacity but display minor damage, then it must be decided whether the sewer is to be rehabilitated in a suitable form before or after the installation of the cable.*

*Equally important to the assessment of the static bearing capacity, the hydraulics must be checked with respect to the reduction of the section caused by installation of the cable. This will decide whether one or if necessary, even several cables can be installed in a pipe or sewer. It is advisable that not only the*

*original dimension calculation values be used, but that the most recent information with respect to expected flows is also taken into account. In planning the cable routes, the experience of the sewer network operator with respect to loading and strategic planning for the future, additional discharges into the sewer must be taken into account.*

### 2.3 Betriebsaspekte

Der Betrieb der Rohrnetze darf durch den Einbau von Kabeln nicht beeinträchtigt werden. Hierbei ist grundsätzlich eine Zustimmung von der Abteilung für den Betrieb und vom Sicherheitsingenieur des Netzbetreibers vor Beginn der ersten Projekte einzuholen

Für Freispiegelleitungen gilt: Die Kabel müssen soweit möglich ohne Abstand vom Rohrscheitel befestigt werden und dürfen zwischen den Befestigungspunkten nicht durchhängen. Die Kabel sind im Bereich der Einstiegsschächte so zu führen, daß das Festsetzen von Stoffen vermieden und die sichere Begehbarkeit der Einstiegsschächte gewährleistet werden

Für Druckrohrleitungen gilt: Die Kabel sind im Bereich der Ein- und Ausföhrstutzen so zu führen, daß eine Beschädigung des Kabels ausgeschlossen wird. Hierzu werden die Kabel mittels eines Föhrungsrohres auf den Boden des Druckrohres geföhrt.

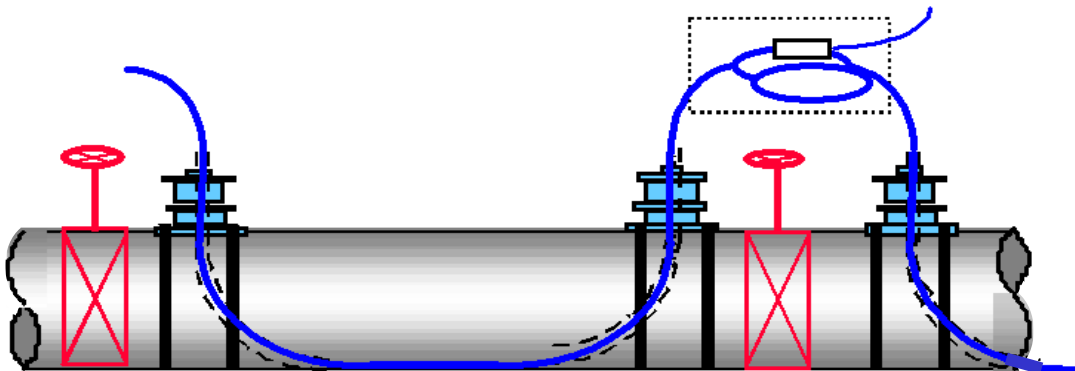


Bild 4: Schematische Darstellung  
Fig. 4: schematic figure  
(DRAKA Comteq)

### 2.3 *Operating aspects*

*The operation of the pipe networks must not be affected by the installation of cables. Agreement must be obtained from the department responsible for operation and from the safety engineer of the sewer network operator before commencement of the initial projects.*

*Regulation for gravity lines: as far as possible, the cables must be fixed without a space between them and the pipe soffit, and must not hang between the fixing points. In the area of the manholes, the cables must be laid so that solids cannot be caught on them and in such a way as to ensure safe accessibility of the manhole.*

*Regulation for delivery pipes: The cables have to be fixed in the area of the input- and outputports in that way, that a damage of the cable gets excluded. Therefore the cables are guided by a guiding pipe on the bottom of the delivery pipe.*

### 2.4 *Sanierungsverfahren vor und nach dem Kabeleinbau*

Bei den Sanierungsverfahren ist zwischen Reparatur- und Renovierungsverfahren zu unterscheiden (GSTT Informationen Nr. 1).

In der beigefügten Tabelle (Anlage Nr. 1) sind die derzeit gebräuchlichsten Kanal-Sanierungsverfahren ausschließlich im Hinblick auf ihre technische Anwendbarkeit vor bzw. nach Einbau von Kabeln aufgeführt.

Bei der Auswahl ist das jeweilige Sanierungsverfahren mit den physikalischen Eigenschaften der Kabel und der Kabelbefestigungen (Querdruck, Temperaturen, chemische Beständigkeit etc.) abzustimmen.

Vor Einsatz eines Sanierungsverfahrens nach Einbau der Kabel ist die Eignung des Sanierungsverfahrens entsprechend nachzuweisen (siehe Anhang 1, Tabelle1).

### 2.4 *Rehabilitation procedure before and after the cable installation*

*A differentiation must be made between repair and renovation methods (GSTT Information No. 1) during the rehabilitation process.*

*The attached table (Appendix No. 1) lists the most common sewer rehabilitation techniques used at the present time, solely with respect to whether they are technically suitable for use before or after the installation of cables.*

*In selecting a technique, the respective rehabilitation method is to be matched to suit the physical properties of the cable and the cable fixings (transverse pressure, temperatures, chemical resistance, etc.).*

*Before the use of a rehabilitation method after installation of the cable, the suitability of the rehabilitation method must be proven accordingly (Appendix 1, Table1).*



## 2.5 Planauslegung, Kennzeichnung, Belegung

Nach dem Einbau von Kabeln sind die Bestandszeichnungen mit der Angabe der Lageposition der Kabel bzw. der Ein- und Ausführstutzen dem Rohrnetzbetreiber zur Verfügung zu stellen. Weitere Angaben, wie die Art, Anzahl der eingebauten Kabel der Verbindungsstellen etc. sind in einem gesonderten Plan darzustellen.

## 2.5 Plan lay out, identification, and occupancy

*After cables have been installed, as-built drawings with details of the location of the cables resp. the input- and outputports must be made available to the pipe network operator. Additional details, such as type, number of the installed cable and the connection points etc, are to be shown in a separate drawing.*

## 2.6 Eigenschaften der einzubauenden Kabel

Die optischen bzw. sonstigen Übertragungseigenschaften der Kabel sind auf die Bedürfnisse des Kabelnetzbetreibers abzustimmen. Bei der Auswahl des Kabels sind die nachrichtentechnischen Belange ebenso wie die des Rohrnetzbetreibers zu berücksichtigen.

Für den Rohrnetzbetrieb sind die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Kabel entscheidend. So müssen die Kabel und Schutzrohre ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen Zugkräfte und Biegungen, aber auch gegen erhöhte Temperaturen beim Einbau von Inlinern aufweisen (siehe Abschn. 2.4). Weiterhin sind ggf. Nagetierschutz, Korrosionsschutz sowie die Einhaltung von hygienischen Belangen erforderlich.

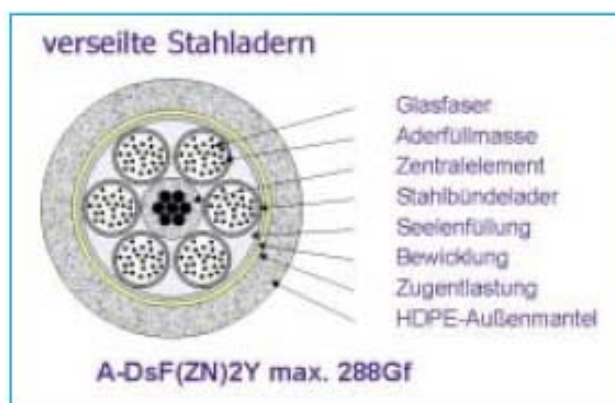


Bild 5, Bild 6 Typische Kabel für den Einsatz im Kanal

*Fig. 5, Fig. 6: Typical cables for use in sewers (DRAKA Comteq, Corning)*

## 2.6 *Properties of the cable to be installed*

*The optical or other transmission properties of the cables are to be matched with the needs of the cable network carrier. When selecting the cable, the communications needs are to be taken into account as well as those of the pipe networks operation.*

*For the pipe network operation, the mechanical and thermal properties of the cable and protection pipes are decisive. Thus, the cable must have adequate resistance to tensile forces and bending, but also against increased temperatures during the installation of inliners (see section 2.4). In addition, if need be protection against rodents and possibly corrosion and the keep of hygienic aspects is required.*

## 2.7 Installation von Kabelanlagen in Kabel- und Kanalschächten

In Schachtbauwerken müssen grundsätzlich Einrichtungen zum Schutz des Kabels installiert werden. Insbesondere beim Übergang von der Haltung zum Schacht ist immer ein Knickschutz für das Kabel vorzusehen. Für die betrieblichen Belange der Kanäle ist der Scheitelpunkt im Einmündungsbereich der Schächte freizuhalten.

Außerdem können Kabelvorräte und Kabelmuffen (Verbindungs- oder Abzweigmuffen) in Abhängigkeit von der Netzplanung in die Kabel-Schächte eingebaut werden. Für die Einbauten sind Festlegungen mit dem Rohrnetzbetreiber zu treffen.

Einbauten dürfen nicht die betrieblichen Belange (Abwasserentsorgung, Spülen, Inspizieren, Sanieren) beeinträchtigen und müssen den Sicherheitsvorschriften (z. B. Berufsgenossenschaft) genügen. Außerdem müssen die Kabelanlagen hinreichend geerdet werden.

Für Kanäle gilt besonders:

Im Bereich von Anschlüssen sind Kabelanlagen in ausreichendem Abstand um die Anschlüsse, d. h. den freien Querschnitt, herumzuführen. Wichtig ist, daß der freie Querschnitt des Anschlusses erhalten bleibt, damit spätere Ablagerungen in diesem Bereich verhindert werden. Als ausreichender Abstand werden derzeit ca. 4 cm zwischen Außenkante Kabelanlage und nächst gelegener Innenkante des freien Anschlußquerschnittes angesehen. Mit diesem Abstand wird die spätere Wahl von gegebenenfalls einzusetzenden Sanierungsverfahren nicht eingeschränkt. In begründeten Ausnahmefällen kann ein geringerer Abstand in Abstimmung mit dem Kanalnetzbetreiber gewählt werden.

Ein- und Austrittsstellen der Kabelanlagen in das Kanalsystem haben nach derzeitigem Stand der Technik grundsätzlich im Bereich der Schächte zu geschehen. Aufgrund der Wanddicke der Schächte sowie der Mindestbiegeradien der Kabel ist nur im Bereich der Einsteigeschächte eine geordnete Kabeldurchführung unter Gewährleistung der Dichtheit des Abwassersystems nach

derzeitigem Stand der Technik möglich. Die Kabeldurchführungen sind mit handelsüblichen Formteilen (Dichtungen) oder geeigneten Spachtel- oder Vergussmassen dauerhaft und analog EN 1610 wasserdicht zu verschließen.

Die Anordnung der Kabeldurchführungen ist mit dem Kanalnetzbetreiber abzustimmen.



Bild 7: Beispiel für einen Schachteinbau  
*Fig.7: Example of manhole installation*  
(Foto: Corning)

## 2.7 Installation of cable systems in cable and sewer manholes

*Cable protection must be installed in manholes. In particular, protection of the cable against bending must be provided in the area of the cross over from the pipe to the manhole. The soffit area in the junction between the pipes and manhole must be kept free for the operating needs of the sewers.*

*In addition, cable supplies and cable sleeve couplings (connection or branch sleeve couplings) can be installed in the manholes, dependent upon the network planning. Approval must be obtained from the sewer network operator for the installations.*

*Installations must not affect the operating needs (wastewater disposal, flushing, inspecting, rehabilitation) and must comply with the safety regulations*

*(e.g. employer's liability insurance association). In addition, the cables must be adequately earthed.*

*Special rules for sewers:*

*Cable installations are to be laid around pipe connections at an adequate distance from them, i.e. around the free cross-section. It is important that the free cross-section of the connection is maintained so that subsequent deposits in this area can be prevented. 4 cm is currently accepted as sufficient distance between the outer edge of the cable installation and the nearest inner edge of the free cross-section of the connection. This distance does not limit subsequent selection of rehabilitation methods that may be required. In exceptional cases a smaller spacing can be selected with the approval of the sewer network operator, provided adequate justification is given.*

*Entry and exit locations of the cable installations in the sewer system have, according to the current practices, primarily to occur in the area of manholes. Due to the wall thickness of the manholes and the minimum bending radii of the cables, controlled cable jointings whilst guaranteeing the water tightness of the wastewater system are only possible in the area of the manholes with the current practices. The cable jointings are to be closed in a watertight manner, durably and conforming to EN 1610, using proprietary fittings (seals) or suitable stopper or grouting compounds.*

*The location of the cable openings must be agreed with the sewer network operator.*

## 2.8 Nachträgliche Herstellung von Anschlüssen an Rohre

Vor dem Anbohren der Rohrleitungen zur späteren Herstellung von Anschlüssen ist unbedingt die genaue Lage der Kabelanlage im Bereich der Bohrstelle zu ermitteln. Hierzu sind die Planunterlagen beim Rohrnetzbetreiber einzusehen.

## 2.8 Subsequent connections to pipes

*Before drilling of the pipes using drill crowns for subsequent house connections, it is imperative that the exact position of the cable installation in the area of the drilling location is determined. To this end, the planning documents held by the network operator are to be consulted.*

## 2.9 Sicherheitsvorschriften

Für Arbeiten an Rohrleitungsnetzen sind die geltenden Unfallverhütungsvorschriften und örtliche Betreibervorschriften ausnahmslos zu beachten. Wesentlich ist dabei unter anderem, dass die Zugänglichkeit gesichert ist und Rettungsgeräte für den Notfall bereitstehen. Die Betriebssituation des Rohrnetzes ist vor Beginn der Arbeiten zu klären. Deshalb sind die betreffenden

Betriebsstellen bei anstehenden Arbeiten und während der Ausführungszeit zu beteiligen. Vor Beginn der Ausführung der Arbeiten hat das beauftragte Unternehmen die Sach- und Fachkunde dem Rohrnetzbetreiber nachzuweisen. Schachteinbauten sind so anzuordnen, daß Rettungsmaßnahmen dadurch nicht behindert werden.

Sofern durch die Einbauten Gefährdungen durch Funkenbildung oder andere Zündquellen gegeben sind oder künftig nicht auszuschließen sind, sind entsprechend ihrer Klassifizierung nach Ex-Schutzzonen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

## 2.9 Safety regulations

*For works in pipe systems, the accident prevention regulations valid for these structures and local operator regulations are to be complied with, without exception. Amongst other things, it is important that access is secured and rescue equipment is to hand in case of emergency. The operating situation of the pipe networks must be clarified before the works are commenced. Therefore, the respective pipe network operations offices are to be involved in forthcoming works and during the execution period. Before the works are started, the contractor concerned must prove to the network operator that they are capable of working professionally and have the required specialist experience.*

*Manhole installations must be so arranged that they do not hinder rescue measures.*

*Wherever the installations may cause hazards due to the formation of sparks or other ignition sources, or hazards cannot be precluded at a later date, safety measures must be taken dependent upon their classification according to ex-protective zones.*

## 2.10 Austauschbarkeit der Kabel

Generell ist zu fordern, daß die eingebauten Kabel jederzeit wieder ausgebaut bzw. gegen neue Kabel ausgetauscht werden können, sofern nicht durch zwischenzeitlich erfolgte Sanierungsmaßnahmen das Kabel dauerhaft eingebettet ist.

## 2.10 Replaceability of the cables

*In general, it is a requirement that the installed cables can be removed at any time, or can be replaced by new cables, as long as rehabilitation measures have not been carried out in the meantime, which cause the cable to be permanently embedded.*

## 2.11 Reparaturen von Kabel-, Leitungs- und Kanalschäden

### 2.11 *Repair of cable, pipe and sewer damage*

#### 2.11.1 Kabelschäden

Kabelschäden können nach Abnahme der Baumaßnahme im wesentlichen durch außergewöhnliche netzbetriebliche Einflüsse oder Fremdeinwirkungen auftreten. Unter Fremdeinwirkungen sind beispielsweise das unsachgemäße Herstellen von nachträglichen Anschlüssen sowie Versackungen oder Rohrbrüche zu verstehen.

Kabelschäden im Rohr erfordern in der Regel mindestens das Auswechseln des Kabels innerhalb des betroffenen Abschnitts. Äußere Kabelbeschädigungen in nicht begehbaren Rohrbereichen können nur über TV-Untersuchungen festgestellt werden.

Kabelschäden in Schächten können gegebenenfalls mit konventionellen Methoden der Kabeltechnik repariert werden, soweit ein darüber hinausgehender Austausch nicht erforderlich wird. Wenn nur der Kunststoffmantel verletzt wurde, kann dieser mit einer Schrumpfmanschette repariert werden. Dafür sind im Handel geeignete Lösungen vorhanden.

Knicke oder Ausbeulungen sowie andere Schäden am Kabel können die Funktion der Kabelanlage beeinträchtigen und sind, soweit vertraglich geregelt, dem Kabelnetzbetreiber zu melden.

#### 2.11.1 *Cable damage*

*Damage to cables can become evident after the acceptance test of the construction works, primarily due to extraordinary network operational influences or external effects. External effects can be, for example the improper manufacture of subsequent connections and sags or pipe breaks.*

*Cable damage in the pipes usually requires at least the replacement of the cable within the pipe sector affected. External cable damage in non man-accessible pipe areas can only be determined using CCTV inspections.*

*If required, repairs to cable damage in the manholes can be carried out using conventional cabling methods provided a more extensive replacement is not required. If only the plastic sleeve has been damaged, this can be repaired using a shrink-wrap collar. Suitable solutions are available from trade suppliers.*

*Bends or bulges and other damage to the cable can affect the function of the cable system and must be reported to the cable network carrier in as far as it is stipulated in the contract.*

## 2.11.2 Schäden an Rohrleitungen

Rohrleitungen unterliegen während ihrer langen funktionellen Nutzungsdauer unterschiedlichen inneren und äußeren Belastungen. Auftretende Schäden sind zu unterscheiden nach Einzel- und Streckenschäden. Die Sanierungen sind vorzugsweise so durchzuführen, daß der Betrieb des Kabels nicht beeinträchtigt oder unterbrochen werden muß. Derartige Maßnahmen sind mit dem Kabelnetzbetreiber rechtzeitig abzustimmen.

### 2.11.2 Damages in pipes

*Pipes are subjected to different internal and external loadings during their long functional period of use. A distinction should be made between point and extended damage. Rehabilitation works are preferably to be carried out so that operation of the cable is not affected or does not have to be interrupted. Such measures are to be coordinated with the cable network carrier at sufficient prior notice.*

#### 2.11.2.1 Einzelschäden

Nach der Feststellung eines Schadens ist die Sanierung, unabhängig von rohrbetrieblichen Erfordernissen, dann umgehend vorzunehmen, wenn eventuelle Beeinträchtigungen für den Kabelnetzbetrieb nicht auszuschließen sind. Das eingesetzte Sanierungsverfahren muß sicherstellen, daß der zukünftige Betrieb des Rohr- und Kabelnetzes ohne Nachteile möglich ist.

Bei der Sanierung von Einzelschäden in offener Bauweise muß das beschädigte Rohrstück vollständig ersetzt werden. Dies kann z. B. schrittweise wie folgt geschehen:

- Ermitteln der genauen Lage des Kabels im zu sanierenden Bereich
- Herstellen eines Fensters im Rohrschaft außerhalb der Kabeltrasse zum Lösen der Kabelbefestigung
- Beschädigtes Rohr in Teilen vollständig entfernen unter Berücksichtigung des nun freihängenden Kabels.

Einbau eines unteren Rohrsegmentes ggf. unter Einhaltung des Gefälles und sachgerechter Sohlübergänge

- Aufsetzen des oberen Rohrsegmentes und Herstellen einer dichten Verbindung
- Dichter Anschluß des sanierten Abschnitts an das vorhandene Rohr
- Wiederbefestigung des Kabels, falls erforderlich

Diese Vorgehensweise ist auch beim nachträglichen Einbau von Formstücken anzuwenden.

Das Verfahren zur Sanierung von Einzelschäden in geschlossener Bauweise hängt ab vom Schadensbild und seiner Lage zum Kabel. Bei diesen Verfahren müssen Beschädigungen am Kabel sicher vermieden werden.

Die Sanierung muß deshalb in Abhängigkeit von der Gefährdung des Kabels durch das gewählte Verfahren festgelegt werden. Zu beachten ist dabei auch

die Prüfung der Reparaturstelle auf Dichtheit und Belastbarkeit nach der Sanierung.

#### 2.11.2.1 Point damage

*After damage has been established, the rehabilitation, independent of the pipe operating requirements, is to be carried out immediately if possible negative effects cannot be precluded for the cable network operations. The rehabilitation method used must ensure that no negative effects arise for future operation of the pipe and cable network.*

*In the case of rehabilitation of point damage using open construction methods, the damaged pipe section must be completely replaced. This can be carried out e.g. successively as described in the following:*

- *Determination of the exact location of the cable in the area to be renovated*
- *Production of a window in the pipe barrel outside of the cable route to loosen the cable fixing*
- *Completely remove the damaged pipes in sections if need be under consideration of the now freely hanging cable*
- *Installation of a lower pipe segment under maintenance of the longfall and proper invert transitions*  
*Placing the upper pipe section and production of a watertight connection*
- *Sealed connection of the renovated section to the existing pipe*
- *Refixing of the cable, if necessary*

*This approach is also to be used in the subsequent installation of fittings.*

*The method for the rehabilitation of point damage using closed construction methods depends upon the extent of the damage and its position relative to the cable. In these methods, damage to the cable must be avoided (see also table Appendix 1 / Section 2.4).*

*The renovation must therefore be determined dependent upon the hazard arising for the cable due to the selected method. Testing of the sealing and the load bearing capacity of the repaired location following the renovation works must also be taken into account.*

#### 2.11.2.2 Streckenschäden

Bei diesem Schadensbild kann bei der Sanierung in offener Bauweise so verfahren werden, dass der Rohrleitungsabschnitt komplett entfernt wird und daß sich in der Rohrleitung befindliche Kabel anschließend oberhalb des Rohrscheitels in einem geschlitzten Schutzrohr entlang geführt werden. Auch eine Bypasslösung ist möglich. Die Schachteinbindungen bzw. Rohrdurchführungen sind so auszubilden, dass sie zu keinen Undichtheiten führen. Wo durch die Trassenbelegung bereits die Baufreiheit eingeengt ist, sollte die unterirdische Sanierung bei Streckenschäden empfohlen werden.

Vor dem Hintergrund, daß das Kabel in seiner Funktion in keiner Weise beeinträchtigt werden darf, können bei der Sanierung von Streckenschäden gemäß Abschnitt 2.4 (Tabelle Anhang 1) geeignete Verfahren empfohlen werden.



Das zahlreiche Auftreten von Einzelschäden, wie zum Beispiel Lageveränderungen im Bereich der Rohrverbindungen durch Absenkungen oder Hebungen sollte ebenfalls als Streckenschaden behandelt werden.

Voraussetzung für den Einsatz von Sanierungsmaßnahmen sowohl für die Behebung von Strecken- als auch von Einzelschäden ist, daß vorab eine Inspektion des Schadens erfolgt ist, die gesicherte Aussagen über die Einsatzmöglichkeit der verschiedenen Sanierungstechniken zweifelsfrei zulässt.

#### 2.11.2.2 Sectional damage

*In this type of damage, using open methods of construction for the rehabilitation works, the pipe sector can be completely removed and the cable located in the pipe can subsequently be fed along the pipe soffit in a slit protective duct. Also bypass solutions are possible. The connections to the manholes resp. the pipe culverts are to be carried out so that they do not lead to leaks. Where space for construction works is already limited due to the route already being occupied, underground rehabilitation works should be recommended for sectional damage.*

*Against the background that the function of the cable must not be affected in any way, suitable methods for the rehabilitation works can be recommended in accordance with section 2.4 (Table Appendix 1).*

*The frequent occurrence of point damage, such as for example changes in position in the area of the pipe connections due to sagging or lifting should also be treated as sectional damage.*

*Prerequisite for the use of rehabilitation measures, not only for the removal of sectional but also for point damage, is that an inspection of the damage is carried out first, which allows an assured statement about the indubitable feasibility of use of different renovation techniques to be made.*

#### 2.12 Wirtschaftliche Aspekte

Die Wirtschaftlichkeit von Kabeleinbauten in Netzen hängt projekt- und regionalbezogen wesentlich von der Gesamtnetzplanung und den Vertragsbedingungen zwischen Kabel- und Rohrnetzbetreiber ab.

In die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gehören im wesentlichen folgende Kostenansätze, die bei konventionell verlegten Kabelanlagen ähnlich auftreten:

##### 1. Baukosten der Kabelanlage

Hierunter sind nicht nur die reinen Verlegekosten der Kabel in den Netzen zu verstehen, sondern darüber hinaus die zusätzlichen Anbindepunkte (Übergabepunkte, Hausanschlüsse etc.), sowie die Endtechnik.

## 2. Die Betriebskosten der Kabelanlage

Hierunter sind solche Kosten zu verstehen, die bei Wartung von Muffen und eventuellen Reparatur- oder Umschaltarbeiten an der Kabelanlage entstehen, einschließlich eventueller Beistellkosten für Mitarbeiter des Rohrnetzbetriebes.

## 3. Eventuelle Kosten für erhöhten Aufwand beim Betreiben der Rohrnetze

In Abhängigkeit von der Verlegeart der Kabelanlage kann ein erhöhter Aufwand für Reinigung und Betrieb entstehen. Bei sorgfältiger Planung und Ausführung kann dieser zusätzliche Reinigungsaufwand minimiert beziehungsweise vermieden werden.

## 4. Späterer Aufwand für eventuell erforderliche Auf- und Umrüstungen der Kabelanlagen

Hierunter sind Netzverstärkungen, Austausch von Kabeln, Anbindung zusätzlicher Knotenpunkte und Hausanschlüsse zu verstehen.

## 5. Erhöhter Aufwand für Umbauten und Nachrüstungen am Rohrnetz

Hierunter sind die zusätzlichen Kosten beim Austausch von Halteungen/Rohrleitungsabschnitten bzw. beim nachträglichen Anschließen von Hausanschlüssen zu verstehen.

## 6. Erhöhter Aufwand bei der Sanierung der Rohrleitungen und Reparatur von Kabelanlagen

Hierunter sind die gegenüber Rohrleitungen ohne Kabeleinbauten eventuell erhöhten Sanierungskosten zu verstehen, bei Schäden an der Rohrnetzanlage oder damit verbundenen Schäden an der Kabelanlage (Rohreinbrüche etc.).

## 7. Mietkosten / Nutzungsentgelt / Sondernutzungskosten

Diese Kosten sind abhängig von der Vertragsgestaltung zwischen Kabel- und Rohrnetzbetreiber.

Als positive Faktoren der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung müssen für den Kabelnetzbetreiber folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Erhöhter Schutz der Kabelanlagen gegenüber Verlegung im Erdreich mit geringer Überdeckung
- 
- Leichte Zugänglichkeit der Kabelanlage im Bereich der Schächte
- Schnellere Bauzeit durch weitgehenden Verzicht auf Aufgrabungen

- Verkürztes Planungsverfahren durch Verzicht auf Genehmigungsverfahren für entsprechende Tiefbauarbeiten
- Geklärte Wegerechte
- In der Regel geringere Verlegekosten je Meter installierten Kabels gegenüber der offenen Aufgrabung in Verbindung mit Aufnehmen und Wiederherstellen der Oberflächenbefestigung
- Ganzjährige Verlegemöglichkeit
- Verlegung unabhängig von Bodenklassen
- Umfangreiche Nutzungsmöglichkeiten flächendeckender Infrastruktur
- Keine wesentlichen Verkehrsbeeinträchtigungen

Vorteile für den Rohrnetzbetreiber sind die zu erzielenden Entgelte (Mieteinnahmen). Die finanziellen Vorteile des Rohrnetzbetreibers können sich sowohl in Form von Zahlungen als auch in Form von Kompensationen (Überlassung von Gesprächseinheiten etc. ohne Vergütung durch den Kabelnetzbetreiber) ausdrücken.

Eine generelle Aussage in Form einer wirtschaftlichen Bewertung der verschiedenen marktüblichen Einbausysteme kann im Rahmen dieses Leitfadens nicht gegeben werden, da diese im wesentlichen von der Netzstruktur des Kabelnetzbetreibers und der geplanten Betriebssituation und rechtlichen Situation des Kabelnetzbetreibers abhängt.

Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, daß in den meisten Fällen die Verlegung in Rohrnetzen nach dem heutigen Stand der Kenntnis, als wirtschaftlicher gegenüber der offenen Aufgrabung anzusehen ist, dies insbesondere vor dem Hintergrund der erheblich verkürzten Realisierungszeiten.

## 2.12 Economic aspects

*The profitability of cable installations in networks with respect to the project and the region primarily depends upon the planning of the whole network and the contract conditions between the cable and pipe network operators.*

*The following primary cost considerations are included in the economic feasibility considerations, which arise for conventionally laid cable installations too:*

1. *Construction costs of the cable installations*

*These do not only include the pure costs of laying cables in the networks but also the additional connection points (handover points, house connections, etc.), and the end technique.*

2. *The operating costs of the cable system*

*These include costs such as those that occur during the servicing of collars and possible repairs or switch over works to the cable system, including possible costs for attendance by pipe network operation employees.*

3. *Possible costs for increased expense in operating the networks*

*Dependent upon the type of laying technique used for the cable system, increased expenses for cleaning and operation can arise. By careful planning and execution, this additional cleaning cost can be minimized or rather avoided*

4. *Subsequent costs for possible upgrading and re-equipping of the cable installations required*

*These include network reinforcements, exchange of cables, and connection of additional junctions and house connections.*

5. *Increased cost for conversions and reequipping of the pipe network*

*These include the additional costs for the replacement of pipe lengths / pipe sectors or for the subsequent connection of house connections.*

6. *Increased costs for the renovation of pipes and repair of cable installations*

*These include the possible increased renovation costs compared with the pipes without cable installations, in the case of damage to the sewer system or related damage to the cable installations (pipe bursts, etc.).*

7. *Rental costs/ usage fees / Special usage costs*

*These costs are dependent upon the terms of the contract between the cable and pipe network operator.*

*The following items must be considered as positive factors for the profitability assessment for the cable network carrier:*

- Increased protection of the cable installations compared with being laid in the earth with little cover*
- Easy access to the cable installation in the area of the manholes*

- *Faster construction times due to almost complete waiving of trench works*  
*Shortened planning process due to waiving of approvals procedures for related underground works*
- *Clarified way leaves*
- *Generally, low laying costs per meter length of cable installed compared to the open excavation in connection with digging up and reinstatement of the surfacing*
- *Laying possible the whole year round*
- *Laying independent of soil types*
- *Extensive usage possibilities of wide ranging infrastructure*
- *No significant traffic effects*

*Advantages for the pipe network operator are the income that can be achieved (rental income). The financial advantages to the pipe network operator can be not only in the form of payment but can also be expressed in the form of compensation (transfer of call units, etc. without payment by the cable network carrier).*

*A general statement in the form of an economic assessment of the different installation systems generally available on the market cannot be given within the scope of this guide, as this primarily depends upon the network structure of the cable network carrier, the planned operating situation and the legal situation of the cable network carrier.*

*However, in principal, it can be assumed that in most cases cable laying in pipe networks according the present day knowledge, can be considered to be more economic compared to open excavations, especially against the background of the significantly reduced realization times.*

### **3. Grabenlose Einbauverfahren**

Bei der Auswahl der Einbauverfahren ist die Beachtung der im Abschnitt 2 beschriebenen Randbedingungen wichtig. Insbesondere gilt dies bei der Lage vorhandener und künftiger Anschlüsse am Kanal sowie der Kabelführung im Schacht.

### **3. Trenchless Deployment**

*In the selection of the installation method it is important that the boundary conditions described in Section 2 are taken into consideration. This is especially true for the location of existing and future connections to the sewer as well as cable laying in the manhole.*

#### **3.1 Einbauverfahren ohne Roboterunterstützung in nicht begehbaren Kanälen** **3.1 Installation method without robot support in non man-accessible sewers**

##### **3.1.1 Einbau von LWL-Kabeln mittels Spannvorrichtung – MCS Drain**

Bei dieser Methode werden Spezialkabel von Schacht zu Schacht gespannt ohne die Abwasserrohre zu beschädigen. Das Kabel wird dabei lediglich mit einer Befestigungs- und Zugaufnahmeeinheit in den Schächten befestigt.

Zum Schutz des Kabels wird im Übergangsbereich von Schacht und Oberkante des Abwasserrohres ein Führungsbogen installiert. Dieser führt das Kabel später vom Schacht in das Abwasserrohr. Oberhalb vom Führungsbogen wird eine Zugaufnahmeeinheit angebracht, um die Zugkräfte des Kabels aufnehmen zu können. Zugspiralen und Wantenspanner übertragen dabei die Kraft des Kabels auf die Zugaufnahmeeinheit.

So wird das Kabel von Schacht zu Schacht über die gesamte Kabelroute abgespannt.

Der resultierende Durchhang des Kabels ist dabei so gewählt, dass eine Verstopfung des Abwasserrohres ausgeschlossen werden kann.

Die komplette Installation kann ohne Einschränkung des Abwasserbetriebes erfolgen.

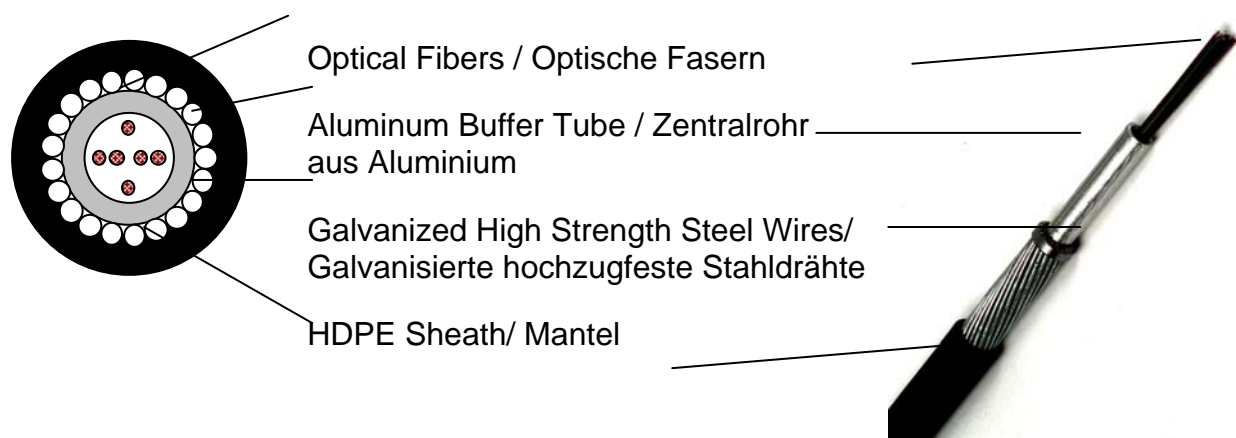


Abb. 8: Kabelspiegel MCS Drain Kabel

Fig. 8: Cross section of MCS Drain cable

### 3.1.1 Installation of FO Cables with tension device – MCS Drain

A free hanging specially developed fiber optic cable installed in sewer pipes between the entrances without any impact for the pipe system. The cable is secured only at the entrance of the pipe with a fixing / tension unit.

In order to secure the cable, a reversible bend/sliding arch (curved guide) is mounted in the entrance on the transition point from the main sewer to the entrance, along the curvature of the main sewer. The cable is guided into the entrance using this bend/arch. Above the sliding arch, a pulling eye is placed in the shaft wall to gather the high tension on the cable using anchoring spirals and turnbuckles.

Thus, the cable is clamped from entrance to entrance in the same way throughout the entire pipe.

The sag of the cable is minimized so that a blockage of the sewer pipe is unlikely.

The entire assembly is done during sewer operation, i.e. the sewer need not be closed.

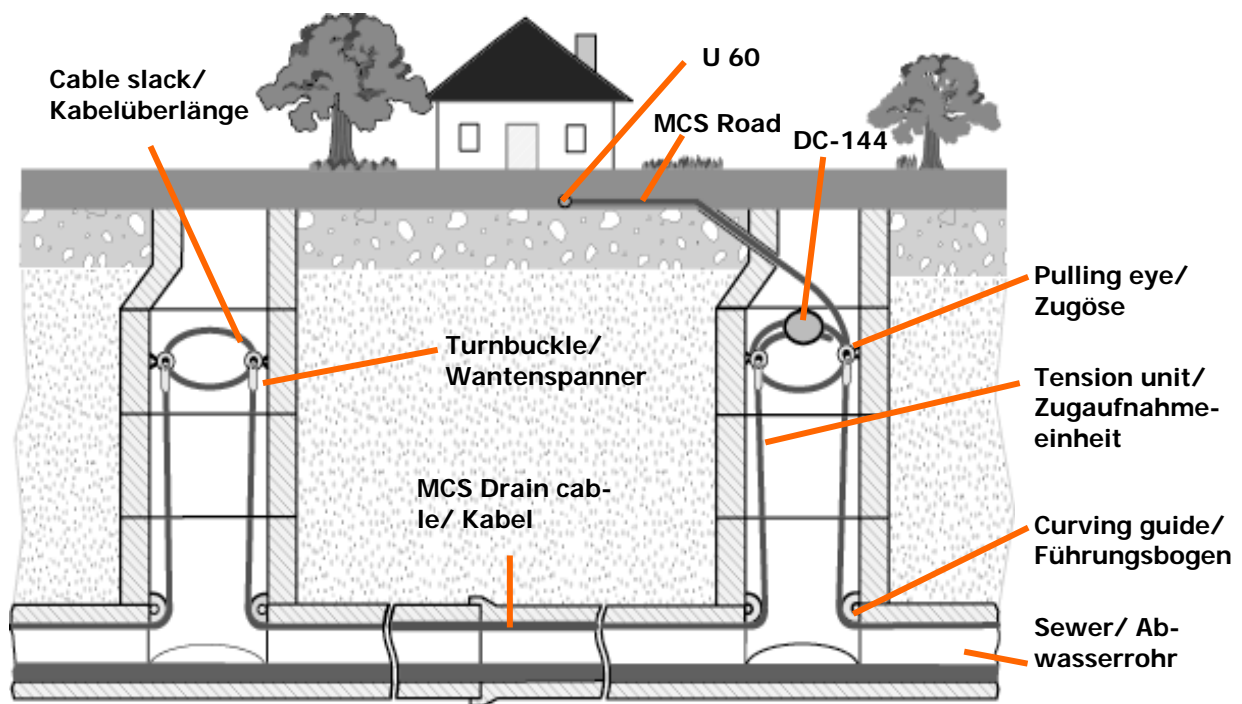


Abb. 9 / Fig. 9: MSC Drain cable system (Corning)

### 3.1.2 Einkleben von Kabeln oder Leerrohrsystemen

Hierbei werden die Kabel oder Leerrohrsysteme mittels chemisch aushärtender Masse form- und kraftschlüssig auf der Kanalinnenwand verklebt. Der Nachweis der dauerhaften Verklebung erscheint aus heutiger Sicht schwierig.

### 3.1.2 *Gluing of cables or duct systems*

*Here the cables or duct systems are glued to the inner wall of the sewer using chemically hardening interlocking and non-positive substances. Proof of permanent gluing appears difficult from today's point of view.*

### 3.1.3 Einbau von Kabeln oder Leerrohrsystemen mittels Schlauchlinern

Allen derzeit angebotenen Verfahren gemeinsam ist eine Doppelfunktion des Schlauchliners. Einerseits enthält dieser Kabel oder Leerrohre in seinem Wandaufbau bzw. Kabel oder Leerrohre liegen hinter dem Schlauchliner an der Kanal-Innenwand. So übernimmt der Schlauchliner die Befestigung von Kabeln oder Leerrohren an der Kanal-Innenwand. Andererseits erfolgt mit dieser Art der Befestigung auch eine gleichzeitige Renovierung des Kanals, ob nötig oder nicht nötig. Die Verfahren unterscheiden sich in den Arbeitsabläufen beim Einbau, in der Flexibilität Anschlüssen auszuweichen und im grundsätzlichen, strukturellen Aufbau des Systems bestehend aus Trägermaterial, Harz und Leerrohren / Kabeln. Sofern diese Einbau-Art mit dem Zweck gewählt wurde, eine gleichzeitige nötige Renovierung durchzuführen, ist für Schlauchliner mit integrierten bzw. dahinterliegenden Leerrohren der Nachweis der statischen Integrität (nach ATV M 127-2) zu erbringen. Im Grunde sind auch partielle Inliner als reine Befestigungselemente für Kabel und Leerrohre denkbar, sofern diese den Beweis der Unverrückbarkeit erbringen

### 3.1.3 *Installation of cables or duct systems by means of tube liners*

*All procedures currently offered are very similar unlike tube liners which have a double function, they are not only used for fixing the cables or ducts to the inner wall of the sewer, but also provide a simultaneous renovation of the sewer. In this method of cable fixation the sewer gets renovated, if necessary or not. The techniques differ in their working procedures during installation, in their flexibility of avoiding connections and in the principle structural design of the systems consisting of bearer material, resin and cables. Proof for all tube liners must be provided in accordance with ATV M 127-2. In principal, partial in-liners are feasible as fixing elements for cables and ducts.*

### 3.1.4 Einbau von Kabeln oder Leerrohren in Noppenbahn-Systeme

Mit Einsatz des Noppenschlauchverfahrens wird bei der Sanierung von Rohrleitungen das Glasfaserkabel oder Leerrohrsystem mit installiert. Der Einbau erfolgt durch die vorhandenen Schachtbauwerke mit dem gleichzeitigen Einzug des Inliners. Der Inliner besteht aus PE-HD mit auf der Außenseite extrudierte Ankernoppen, die einen



definierten Ringraum bilden. Die Lage des Glasfaserkabels ist im gesamten Umfangbereich des Ringraumes frei wählbar. Der Ringraum zwischen Inliner und dem zuvor eingezogenen Preliner® wird mit einem hochfesten Injektionsmaterial verfüllt.

Die Statik des eingebauten Systems ist durch die ATV-DVWK M 127, Teil 2 – wie für alle Linersysteme – nachzuweisen.

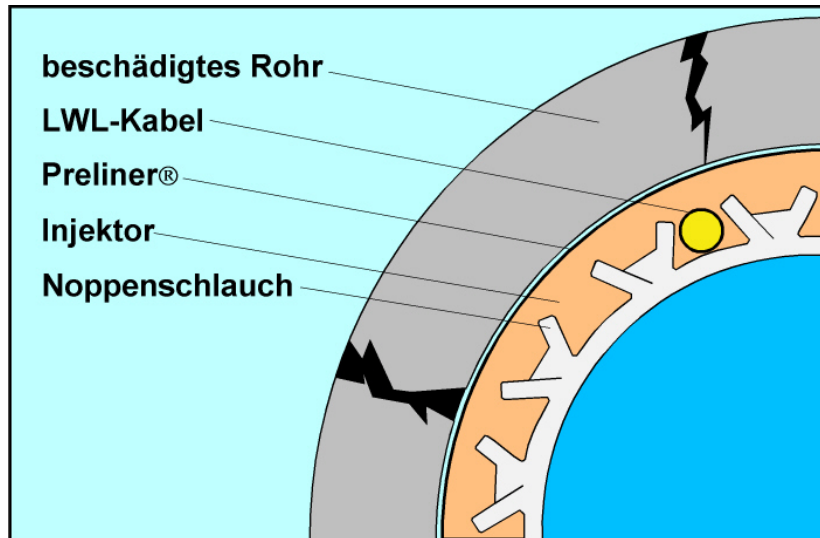


Abb.10:Kabel im Noppenbahn-System

#### Vorteile:

- Kein Mehraufwand bei den Rohrsanierungsarbeiten für die Installation des Kabels
- Problemlose Wartung der Glasfaserkabel nach der Installation möglich
- Schutz vor mechanischen Beschädigungen, Temperaturwechsel und Belastungen bei unveränderter Profilform

Der Anschluss an die Datenleitung ist über jedes Schachtbauwerk durch druckwasserdichte Verbindungs- und Abzweigmuffen möglich.

#### 3.1.4. *Insertion of fiber optic cables or cable races by means of studded lining systems*

*On occasion of pipe renovations with the studded liner technique it is possible to simultaneously install fiber optic cables or cable races/tubes together with the inliner through the available manhole shafts into the pipes. The HD-PE liner contains externally extruded anchor studs who create a defined annular void. Position of the fiber optic cable is free chooseable in the entire annular void. The annular void between inliner and the priorly inserted Preliner® will be filled with a high-strength injection material.*

*Statics of the inserted system has to be proven by ATV-DVWK M 127, part 2 - similar to all liner systems.*

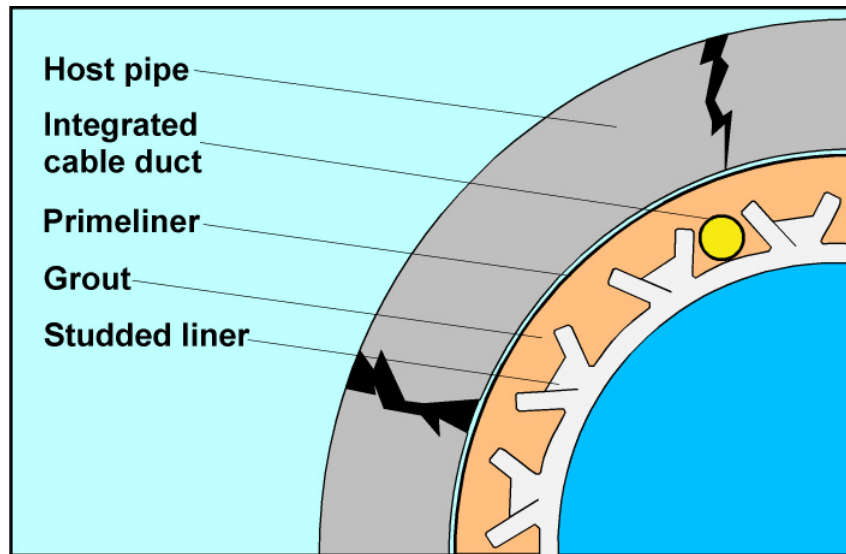


Fig. 10: Cable in studded liner system

#### Advantages:

- No considerable extra efforts for installation of the fiber optic cable during the renovation process
- Problem-free maintenance of the installed fiber optic cable
- Protection from mechanical damages, changes in temperature and loads with unchanged profile form

Connection to the data conduit is possible via each shaft with specially designed pressure watertight branch and coupling sleeves.

### 3.2 Robotergestützte Einbauverfahren

Zur Zeit sind im wesentlichen zwei verschiedene robotergestützte Einbauverfahren im Einsatz. Die Verfahren unterscheiden sich im wesentlichen in der Art der Kabelbefestigung. Es handelt sich hierbei um:

- das Bohr- und Dübelverfahren
- das Bridenverfahren (Spannschellenverfahren)

### 3.2 Robot supported installation techniques

At present, there are two main different robot supported installation techniques in use. The techniques differentiate primarily in the type of cable fixing used. These are:

- The drilling and dowel technique
- The bridle technique (rapid tensioned clamps technique)

### 3.2.1 Bohr- und Dübelverfahren

Das Bohr- und Dübelverfahren wird seit Ende der 80er Jahre in Tokio zum Einbau von Glasfaserkabeln in Abwasserkanälen angewandt. Hier wurden entsprechende Roboter entwickelt. Nach zunächst losem Einziehen des Kabels in die Kanäle wird mit Hilfe eines Roboters beim Vorfahren das Kabel vorzugsweise an den Rohrscheitel gehoben. Anschließend wird an dem geplanten Befestigungspunkt ein Bohrloch mit 6 mm Durchmesser und maximal 15 mm Bohrlochtiefe mittels eines diamantbesetzten und wassergekühlten Werkzeuges unter hohen Umdrehungen in die Rohrwand gefräst. Hierbei bleibt die Rohrwandung dicht, da die Rohrwand nicht durchbohrt wird. Danach wird ein J-förmiger Anker (Dübel) in das vorbereitete Bohrloch geführt und im selben Arbeitsgang das Kabel mit dem Anker an der Rohrwand befestigt. Die Roboter sind in der Lage bei auftretenden Hausanschlüssen im Scheitelbereich der Rohre beidseitig zu verschwenken, so daß das Kabel um die Hausanschlüsse herumgeführt werden kann. Für ein später eventuell erforderliches Entfernen des Kabels wurden spezielle Fräsköpfe bzw. Schneidwerkzeuge entwickelt, um die Anker bündig an der Rohrwand abzuschneiden, ohne das Kabel zu beschädigen.

Außer den in Japan entwickelten Robotern werden derzeit auch in Deutschland entwickelte Roboter eingesetzt, die ebenfalls nach dem Bohr- und Dübelverfahren arbeiten. Unterschiede ergeben sich lediglich in der Handhabung der Geräte.

Der Einsatzbereich der Bohr- und Dübelroboter reicht derzeit von DN 200 bis DN 1200.

### 3.2.1 *Drilling and dowel technique*

*The drilling and dowel method has been used in Tokyo for the installation of optical fiber cables in wastewater sewers since the end of the 80's . Suitable robots were developed for this purpose. After the cable has been first loosely pulled through the sewer, it is lifted with the assistance of a robot to, preferably, the soffit of the pipe. Then a borehole with 6 mm diameter and maximum 15 mm drill depth is drilled at the planned fixing point and cut into the pipe wall using a diamond studded and water cooled tool with a high number of revs. The pipe wall remains water proof as it is not completely drilled through. Then a J-shaped anchor (dowel) is fixed in the prepared drill hole and in the same working step, the cable is attached to the pipe wall by means of the anchor. The robots are capable of moving to both sides if house connections occur in the area of the pipe soffit, so that the cable can be led around the house connections. Should removal of the cable be required at a later date, special milling heads or cutting tools have been developed to cut the anchor flush with the wall of the pipe, without damaging the cable.*

*Apart from the robots developed in Japan, robots developed in Germany are also currently being used which also work according to the drilling and dowel method. The differences are purely in the handling of the equipment.*

*The area of use of the drilling and dowel robots currently ranges from DN 200 to DN 1200.*

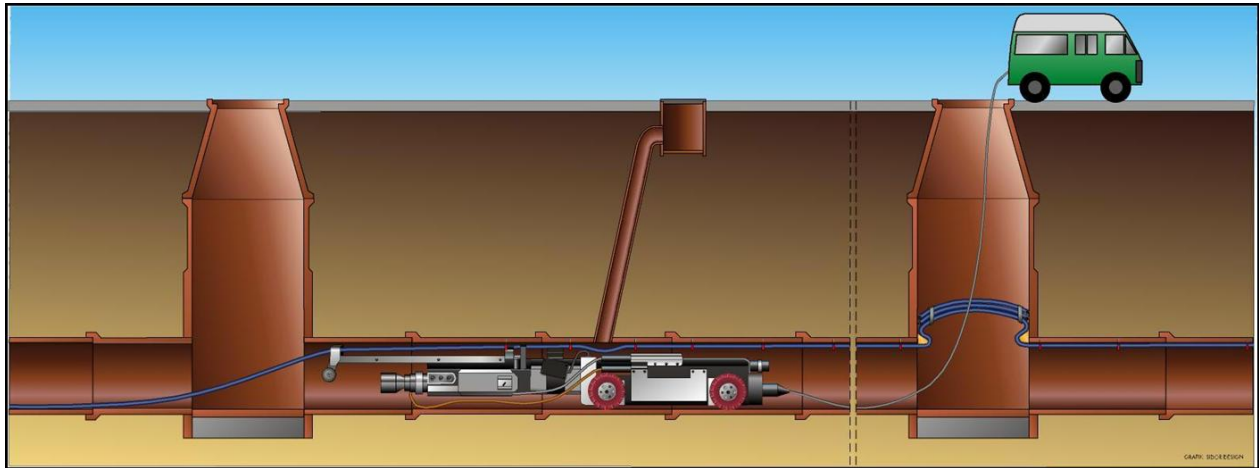


Bild 11: Verfahrensübersicht Kabellegeroboter

*Fig. 11: Overview of the method of cable-laying (robotics cabling)*

(Grafik: RCC)

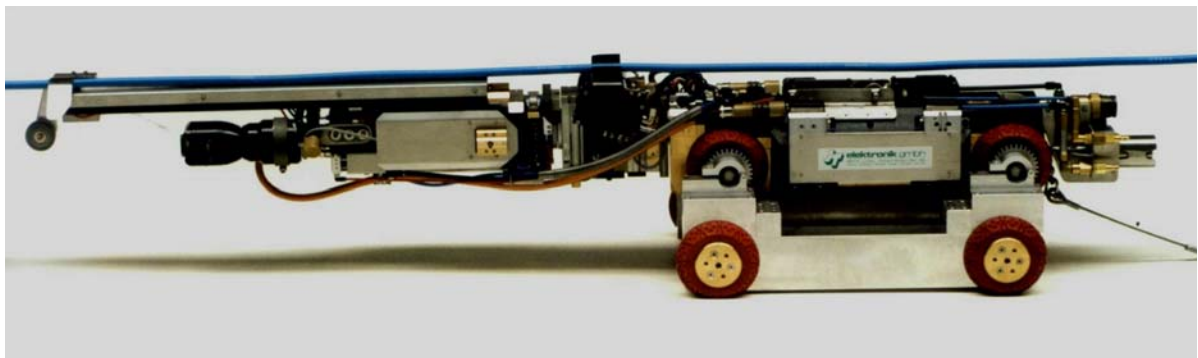


Bild 12: JT-Roboter 500 (JT-Elektronik, Lindau)

*Fig. 12: JT-Robot 500*

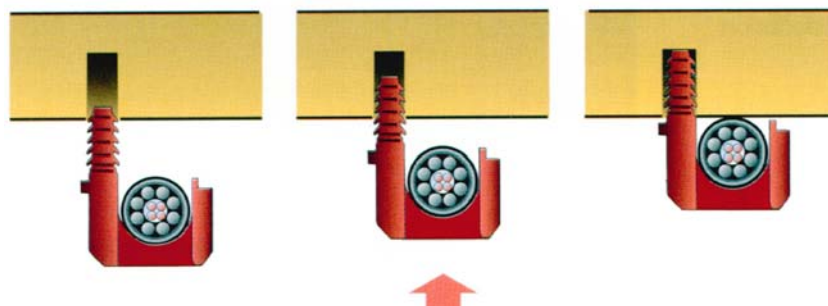


Bild 13: J-Anker (TOX Anker)

*Fig. 13: J-anchor (TOX anchor)*

### 3.2.2 Bridenverfahren (FAST-Technologie)

Das einzige derzeit markteingeführte Bridenverfahren wurde in der Schweiz entwickelt. Hierbei setzt ein Roboter Spannschellen (in der Schweiz "Briden" genannt) in die Abwasserkanäle. Die Spannschellen - vorzustellen als dünnes Stahlband - sind mit einem Spannschloß und Rohraufnahme-Clips versehen und werden im zusammengezogenen Zustand in die Kanäle mittels Roboter eingeführt und an der geplanten Einbaustelle ausgefahren und dauerhaft an die Kanal-Innenwand angedrückt. Hierzu wird das Spannschloß entriegelt. In einem zweiten Arbeitsgang werden ein oder mehrere Kabelschutzröhrchen (Leerrohre) in die auf der Bride vorhandenen Rohraufnahme-Clips eingedrückt. Anschließend werden das oder die Glasfaserkabel in die Röhrchen eingebracht (eingeblassen/angezogen). Dies kann auch zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt erfolgen. Vor und nach Anschlüssen werden die Briden so aus dem Scheitel verdreht, daß die Kabelschutzröhrchen schlangenartig optimal um die Anschlüsse herumgeführt werden.

Der Einsatzbereich der nach dem Bridenverfahren arbeitenden Roboter reicht derzeit von DN 200 bis DN 725.

Mit speziellen Werkzeugen sind die FAST-Roboter, aber auch andere Kanalroboter in der Lage, die Leerrohranlage (Leerrohre und Briden) praktisch spurlos aus dem Kanal zu entfernen, sollte dies aus einem nicht vorhersehbaren Grund zukünftig nötig werden. (vgl. Abschnitt 2.10).

Das Verfahren wurde mittlerweile so ergänzt, dass einzelne Leerrohre aus dem Hauptkanal durch die Hauszuleitung bis zu Häusern / Gebäuden hochgeführt werden können und so den Glasfaser-Hausanschluss (Fibre to the Building / Fibre to the Home) durch den Kanal ermöglichen. Bei diesen Lösungen wird eine Kombination von zwei Technologien verwendet, nämlich im Hauptkanal das Bridenverfahren und in der Hauszuleitung Leerrohre hinter Schlauchliner (Abschnitt 3.1.3.)

Alle mit der FAST Technologie im Schacht und im Kanal eingebauten Teile sind aus höchst-korrosionsresistentem V4A-Stahl gefertigt.



Bild 14: : Bride (Foto: KA-TE)  
Fig.14: Bridle



Bild 15: Roboter mit Röhren-  
setzmodul (Foto: KA-TE)

*Fig. 15: Robot with pipelet /  
conduit set module*



Bild 16: Baustellensituation (Foto: DRAKA Comteq, KA-TE)

*Fig. 16: Site situation*



### 3.2.2 Briden (clamp) method - FAST Technology

*The only briden (clamp) method currently introduced to the market was developed in Switzerland. A robot places tensioned clamps in the wastewater sewer. The tensioned clamps are fitted with a tension lock and are introduced into the sewer by the robot in a contracted condition and expanded at the planned location of installation. At the same time, the tension lock is locked. In a second work stage, one or more cables or cable protecting pipes (ducts) are pressed into the previously installed tensioned clamps. Finally, the optical fiber cable(s) are introduced (blown) into the small pipes. This can also be carried out at any time in the future. Before and after the connections, the clamps are turned out of the way so that the cable or cable duct is optimally fed around the connections.*

*Use of robots working according to the briden (clamp) method currently ranges from DN 200 to DN 725.*

*Special tools are being developed for the robots in case the cable have to be removed at a later date (c.f. section 2.10).*

*In the meantime the method has been further developed to allow to install conduits from the manhole up to the buildings fully through the sewer and the laterals (fiber to the building , fibre to the home). For this purpose two complementary technologies are applied, i.e. the clamp method in the main sewer and conduits behind inliners in the lateral.*

*All components used with FAST in the manholes and in the sewers are manufactured of V4a steels of high corrosion resistance.*

### 3.3 Einbauverfahren in Gasrohranlagen

Bei der Auswahl der Einbauverfahren in Erdgasrohranlagen ist die Beachtung der im Abschnitt 2 beschriebenen Randbedingungen wichtig. Insbesondere gilt dies bei der Lage vorhandener und künftiger Anschlüsse am Gasrohr sowie der Kabelführung im Kabel-Schacht.

#### 3.3 Deployment procedure within gaspipes ( Fiber-in-Gas )

*For the deployment of o.f. cables within gaspipes the boundary conditions described in section 2 have to be taken into account. This is especially true for the location of existing and future connections to the gaspipes ( branching points and / or input- / outputports ) as well as the cable laying within in branching- / closure boxes.*

##### 3.3.1 Direkter Einbau von LWL-Kabeln

Spezialkabel werden von Kabeleinfür- bis Kabelausführstutzen gelegt. Hierbei liegt das Kabel kräftefrei in der Sohle des Gasrohres wohin es in den jeweiligen Stutzen mittel integrierten Rohrbögen geführt wird.



Bild. 17: Ein- / Ausführ-Kabel-Stutzen mit integrelem Dichtsystem

Fig. 17: *Input- / Outputport with integrated sealingsystem (DRAKA Comteq)*

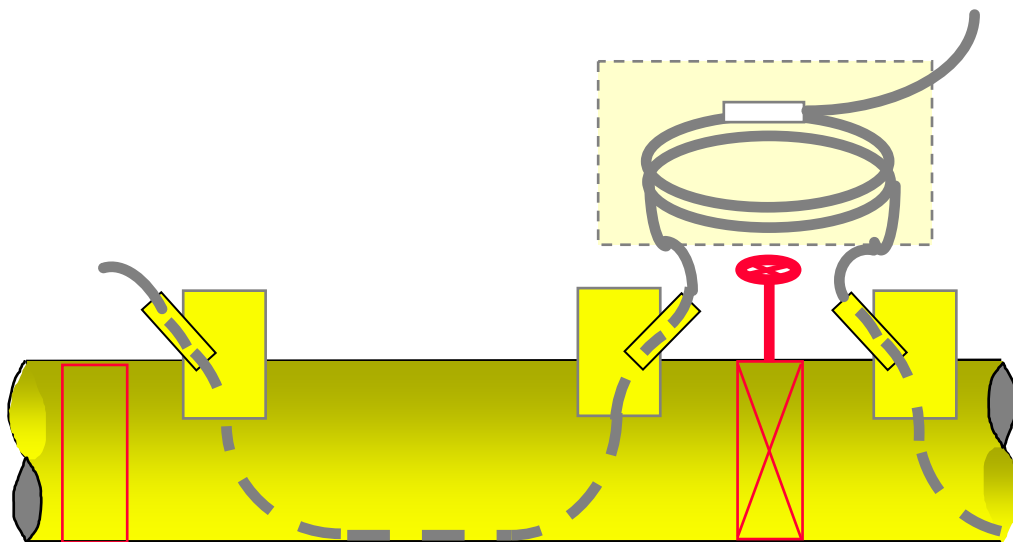


Bild 18: Legeverfahren für 'Fiber-in-Gas'

Fig.18: *Laying procedure for 'Fiber-in-Gas (DRAKA Comteq)'*

### 3.3.1 Direct deployment of cables within gaspipes

*Special designed cables with low friction coefficient of the outer sheeth and low abrasion coefficient, highly filled in order to withstand the inside gaspressure are layed into the gaspipe from input- to outputport and vice versa the cables being guided to the bottom of the gaspipe by means of an integrated guiding tube, the outlets being the natural accesspoints to the o.f.cable.*

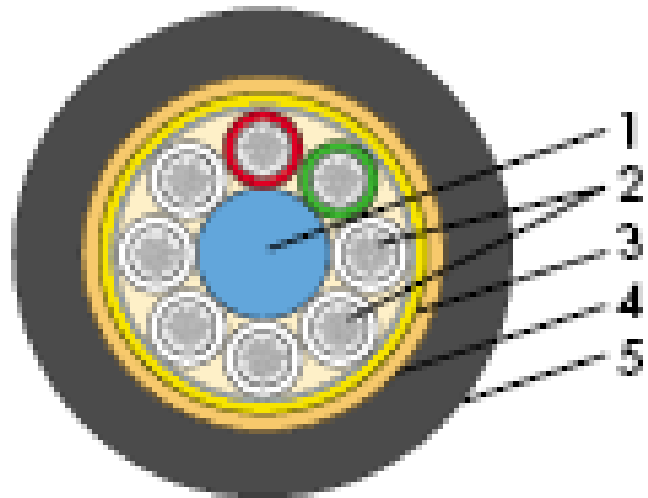


Bild 19: Kabelquerschnitt für Typ Gasleitung

Fig.19: cross section of the o.f.  
cable type Gaspipe MiniTube  
TM AJD1 6x24/7x24+1x(22+4)  
(DRAKA Comteq)

- 1 = Zentralelement
- 2 = Bündeladern mit Fasern
- 3 = Zugentlastung
- 4 = beschichtetes Alu Band
- 5 = HDPE Mantel

- 1 = *central element (FRP)*
- 2 = *buffer tubes with fibers*
- 3 = *strain bearing elements*
- 4 = *copolymer-coated aluminum tape*
- 5 = *high density polyethylene sheath*



### 3.3.2 Einbau eines Lehrrohrsystems

Anstelle eines Kabels ( Direkteinbau ) können auch ggf Leerrohre innerhalb der Gasrohre – in Anlehnung an den Direkteinbau des Kabels – eingebaut / eingeführt werden, in die zu einem späteren Zeitpunkt dann Kabel eingezogen bzw eingeblasen werden können.

### 3.3.2 Deployment of a cable conduit

*Instead of a cable ( direct deployment ) the deployment of an empty conduit prior to the pulling and / or blowing in of an o.f. cable inside the said conduit into the gaspipe – comparable to the direct deployment procedure of an o.f. cable – is possible and has been exercised. This indirect deployment has advantages and disadvantages in comparison to the direct deployment depending on the circumstances.*

### 3.3.3. Nutzung des LWL-kabels resp einer Faser als / in Verbindung mit einem

#### Leckage-Detektions-Systems

Neben der rein nachrichtentechnischen Nutzung des LWL-Kabels resp seiner einzelnen Fasern kann eine Faser zum Beispile auch als/ in Verbindung mit einem Leckage-Detektionssystem genutzt werden.

Diese Nutzung basiert auf der RAMAN-Streuung des in der Faser eingekoppelten Lichtes, deren Intensität – zumindest einer der beiden rückgestreuten ,Satelliten-Linien – eine starke Abhängigkeit von der Temperatur der Faser resp seiner Umgebung abhängt. Die so beschaltete Faser stellt somit einen Temperatursensor mit hoher räumlich und zeitlich Auflösung dar, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt. Die in Verbindung mit einer Gasrohr-Leckage auftretende Temperaturänderung / -erniedrigung auf Grund des Joule-Thomson-Effektes ( abhängig von den bekannten Daten: Gasdruck, Gasgeschwindigkeit, Rohrdimensionen, .. ) kann detektiert und somit der Ort und die

Größe der Leckage mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung nachgewiesen werden.

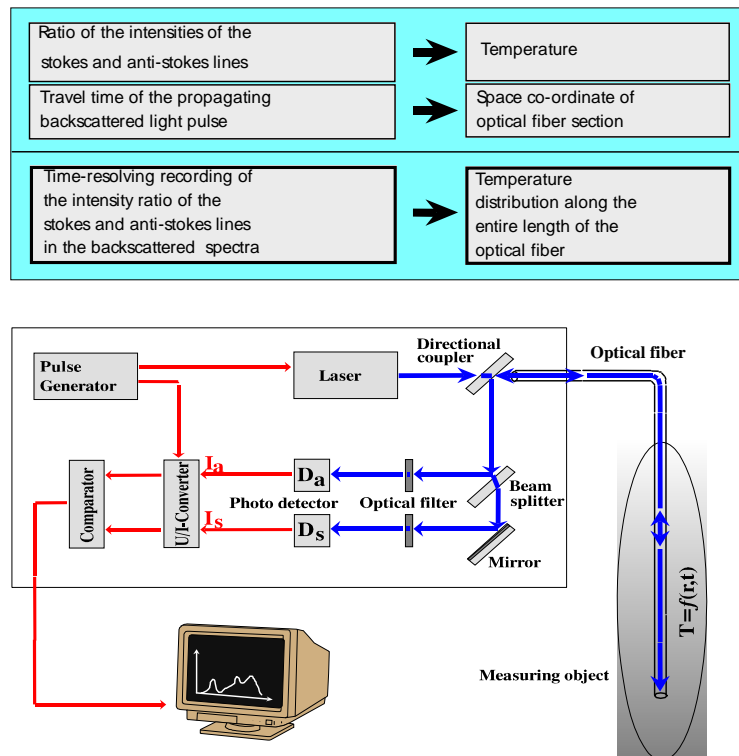


Bild 20: Schematische Darstellung des RAMAN-Spektrometers zur hochauflösenden Temperaturmessung entlang der Faser als Basis eines Leckage-Detektions-Systems (DRAKA Comteq)

Fig 20: Schematic Layout of an RAMAN-Spektrometer for high resolved temperature- measurement along the fiber path as a basis for a leakage-detection-system within a gaspipe. (DRAKA Comteq)

### 3.3.3 Utilisation of optical fiber cables and optical fibers within gaspipes as leakage-detection system. Besides the telecommunicational aspects optical fibers and optical fiber cables installed within gaspipes can easily be used as an leakage-detection-system.

This is based on the RAMAN backscattering of incident laser light having two backscattered satellites, one of them ( anti-stokes-line ) exhibiting a strong dependence on temperature whereas the other one ( stokes-line ) none or a very weak one

The installed fiber in conjunction with an RAMAN - spectrometer is used as an temperature sensor along the fiber path with high spatial and time resolution; this taken into account in combination with the Joule-Thompson-Effect ( temperature decrease depending on leak size, gas pressure, gas velocity, tube dimensions, etc.. ) not only a gaspipe leak can be detected with respect to leaking rate but also to the location of the leak with high spatial and time resolution.

### 3.4 Einbauverfahren in Trinkwasserrohranlagen

Bei der Auswahl der Einbauverfahren ist die Beachtung der im Abschnitt 2 beschriebenen Randbedingungen wichtig. Insbesondere gilt dies bei der Lage vorhandener und künftiger Anschlüsse an der Rohrleitung sowie der Kabelführung im Kabel-Schacht und bei Trinkwasserrohranlagen die unbedingte Einhaltung der geforderten Hygienebedingungen.

#### 3.4 *Deployment within drinkingwaterlines*

*For the deployment of o.f. cables within drinkingwaterlines the boundary conditions described in section 2 have to be taken into account. This is especially true for the location of existing and future connections to the drinkingwaterlines ( branching points and / or input- / output ports ) as well as the cable laying within branching- / closure boxes. Besides the essential and most important hygienic conditions have to be fulfilled and here especially during deployment of the cable.*

##### 3.4.1 Direkter Einbau von LWL-Kabeln

Spezialkabel werden von Kabeleinfür- bis Kabelausführstutzen gelegt 7 eingeschwommen. Hierbei liegt das Kabel kräftefrei in der Sohle des Trinkwasserrohres wohin es in den jeweiligen Stutzen mittel integrierten Rohrbögen geführt wird.

##### 3.4.1 *Direct deployment of o.f. cables*

*Special designed cables with low friction coefficient of the outer sheeth and low abrasion coefficient, highly filled in order to withstand the inside water-pressure are layed into the drinkingwaterpipe from input- to output port and vice versa the cables being guided to the bottom of the drinkingwaterpipes by means of an integrated guiding tube, the outlets being the natural accesspoints for the o.f.cable..*

##### 3.4.2 Einbau eines Leerrohrsystems

Anstelle eines Kabels ( Direkteinbau ) können auch ggf Leerrohre innerhalb der Trinkwasserrohranlage – in Anlehnung an den Direkteinbau des Kabels – eingebaut / eingeführt werden, in die zu einem späteren Zeitpunkt dann Kabel eingezogen rsp eingblasen werden können.

##### 3.4.2 *Deployment of a cable conduit Instead of a cable ( direct deployment ) the deployment of an empty conduit prior to the pulling and / or blowing in of an o.f. inside the said conduit into the drinkingwaterline – comparable to the direct deployment procedure of an o.f. cable – is possible and has been exercised.*

*This indirect deployment has ad- and disadvantages in comparison to the direct deployment depending on the circumstances and here especiall depending on the empty space possessed by the cable.*

### 3.5 Grabenloser Bau von Hausanschlüssen: die "letzte Meile" ohne Graben

Die Verlegung breitbandiger Glasfaserkabel in bestehende Leitungsnetze (Gas, Wasser) und speziell auch in Abwasserrohren ist – soweit deren Zustand einwandfrei und deren Funktionssicherheit nicht beeinträchtigt wird – eine sinnvolle Alternative zu offenen Einbauverfahren. Die Vorteile der Doppelnutzung liegen auf der Hand, jedoch gestaltet sich bisher der Hausanschluss zum Nutzer als nicht zufriedenstellend, da robotergestützte Verfahren für den Einbau bei Rohren < DN 200 nicht mehr einsetzbar sind.

Alcatel gab der Tracto-Technik den Anstoß für diese Entwicklung. Es handelt sich hierbei um ein gesteuertes Verfahren, dass je nach Bodenbedingungen sowohl mit als auch ohne Bohrspülung eingesetzt werden kann.

Mit dem hydraulisch betriebenen Grundopit S werden die Bedingungen erfüllt, und es können nun erstmals Glasfaserkabel im Schutzrohr vom Schacht bis in den Keller des Nutzers oder von Schacht zu Schacht verlegt werden.

Vor Bohrbeginn ist in Kenntnis von Fremdleitungen und des Bodens in entsprechender Tiefe eine Bohrtrasse zu erkunden. Die Leitungsdichte in den Innenstädten erfordert dabei eine sehr gründliche Recherche vorhandener Leitungen und unter Umständen den Einsatz darauf spezialisierter Georadarsysteme.

Die Bohrlafette wird auf einer Arbeitsbühne in dem nächstliegenden Schacht installiert. Zuvor wird die hydraulisch ausfahrbare Arbeitsbühne in dem Schacht positioniert und an der Schachtwand abgestützt. Dabei passt sie sich dem Schachttinnendurchmesser an. Zusätzlich sichern Halteseile die Arbeitsbühne.

Zuerst erstellt ein mittels Adapter angeschlossener Kernlochbohrer durch die Schachtwand eine 150 mm Bohrung.

Danach wird das Werkzeug gewechselt und der Standard-Bohrkopf oder die speziell entwickelte Hammerbohrlanze für härtere Böden mit dem 50 cm langen Bohrgestänge verschraubt. Zügig wird nun das Gestänge sukzessiv vorgetrieben und dabei der Bohrverlauf überwacht und falls erforderlich korrigiert. In der Regel ist eine Spülbohrung erforderlich, die in einer dazugehörigen Bohrflüssigkeitsanlage angemischt wird. Die gebrauchte Bohrspülung wird aufgefangen und entsorgt. Die Bohrlanze kann in eine vorgebohrte Kernlochbohrung durch die Hauswand in den Keller "einfahren". Anschließend weitet im Rückwärtsgang ein Backreamer die Pilotbohrung auf. Das Schutzrohr für das Glasfaserkabel wird direkt mit eingezogen. Was dann folgt ist Routine wie z.B. Abdichtungsarbeiten an der Schacht- und Kellerbohrung sowie Installations- und Anschlussarbeiten für die Glasfaserkabel.

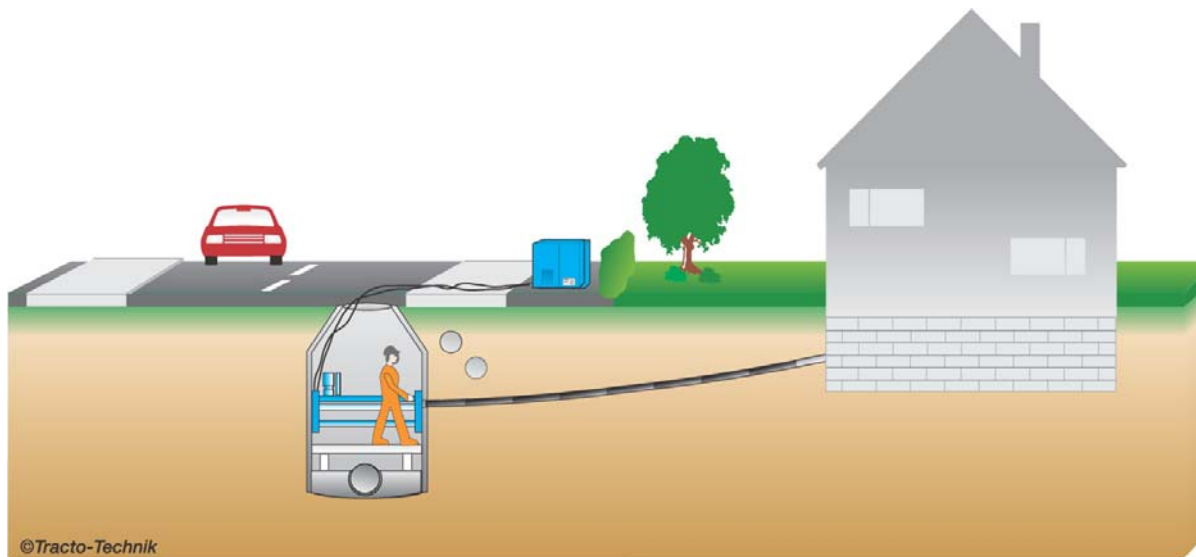


Bild 21: Grabenloser Hausanschluss mit dem GrundoSchachtbohrsystem  
 Fig 21: The trenchless way for house connection: the „last mile“  
 (Tracto-Technik, Lennestadt)

### 3.5. Trenchless solution for fiber-to-the-home

*The installation of broad-band glass-fibre cables in available gas and water networks and especially in sewage pipes is – provided their conditions are perfect and their functional safety is not influenced – a sensible alternative solution to the open trenching method. The advantages of their twin use is there to be seen, but up to now the connection of the 'last mile' has not proved satisfactory for the user, as methods supported by robots are no longer applicable for installing pipes <ND 200.*

*Alcatel proposed to Tracto-Technik to make a machine on this front, which is introduced as GrundoS. It is a steerable method, which depending on the soil conditions can be used with or without drilling fluid.*

*In the preliminary discussions Alcatel laid a great emphasis on a **complete** trenchless installation between transport pipe and the final customer without any head holes in the starting or target pits. It is meant to preserve building or plant areas, as well as preventing any disturbances to home owners and to the traffic flow, which can not be avoided with an open trenching method.*

*Before starting it is necessary to gain information about any adjacent pipes or cables in the ground at the relevant depth of the bore path. The closeness of surrounding pipes in city centres requires very sophisticated research of their whereabouts and, if necessary, the use of specially designed geo-radar systems.*

*The bore rig is installed on a working platform in the nearest pit. Beforehand the working platform, which can be driven-out hydraulically, is positioned inside the pit with supports against the pit wall. It is then adjusted to suit the pit inner diameter. Holding cables additionally secure the working platform.*

*First of all a hole borer with connected adapter produces a 150 mm bore through the pit wall. Then the tool is exchanged for a standard bore head or a specially developed hammer bore head for harder soils and screwed together to a 50 cm length drill rod. The drill rods are pushed forward in quick succession and the bore progress is checked and corrected if necessary. Generally it is necessary to use drilling fluid, which can be mixed in an appropriate drilling fluid mixing system as part of the complete unit. The required drilling fluid is then collected and disposed of. The bore head can drive into a pre-bored core hole bore through a house wall into the cellar. Then a backreamer expands the bore hole in reverse mode and the protection pipe for the glass-fibre cable can be pulled in directly. After that it is all routine work, e.g. sealing work on the pit and cellar bores, as well as installation and connection work for the glass-fibre cable.*



Bild 22: GrundoSchachtbohrgerät (Tracto-Technik, Lennestadt)

Fig. 22: GrundoSchacht shaft drilling unit

#### 4. Abnahmen

Es hat eine zweistufige Abnahme zu erfolgen, die einerseits die kanalspezifischen Belange und andererseits die kabelspezifischen Belange berücksichtigt. Bezüglich der vertragsrechtlichen Aspekte wird auf Abschnitt 1.6 verwiesen.

##### 4.1 Kanalspezifische Abnahme

Neben den Vertragsparteien ist in jedem Fall der Betreiber des Kanalnetzes bei der Abnahme zu beteiligen. Bei der Abnahme der Einbauten in den Kanälen und Schächten sind folgende kanalnetzbetrieblichen Aspekte insbesondere zu beachten

- Zugänglichkeit und ausreichende Bewegungsfreiheit in den Einstiegsschächten
- Fachgerechte und behinderungsfreie Kabelführung
- Dichtheitsnachweis im Rahmen einer Beweissicherung sofern vereinbart
- Sichtung der vertraglich vereinbarten Dokumentation der Einbauten

#### 4.2 Kabelspezifische Abnahme

Bei der Abnahme sind die Einhaltung der Verlegevorschriften für die Kabel und die Kabelspezifikationen zu überprüfen. Die Funktionsfähigkeit der Kabel ist durch geeignete Messmethoden nachzuweisen. Die vollständige Dokumentation einschließlich des kabeltechnischen Teils gemäß Abschnitt 5 ist zur Abnahme zu übergeben.

### 4. **Acceptance inspections**

*A two stage acceptance test must be carried out which on the one hand takes into account the specific needs of the sewer and the specific needs of the cable on the other hand. Attention is drawn to Section 1.6 with respect to the legal contractual aspects.*

#### 4.1 *Specific sewer acceptance inspections*

*Apart from the contract partners, the operator of the sewer network must also always be invited to participate in the acceptance inspections. In the case of acceptance inspection of the installations in the sewers and manholes, the following sewer network operating aspects in particular must be taken into consideration*

- *Accessibility and adequate freedom of movement in the manholes*
- *Proper and hindrance free cable runs*
- *Waterproofing / Seal tests within the scope of securing proof in as far as agreed*
- *sighting of the contractually agreed documentation of the installations*

#### 4.2 *Specific cable acceptance inspections*

*During the acceptance inspection, compliance with the laying regulations for the cables and the cable specifications must be checked. The functionality of the cable must be proven using suitable measuring methods. The complete documentation, including the technical cable part in accordance with Section 5 is to be handed over at the acceptance inspection.*

### 5. **Dokumentation**

Eine Dokumentation der in die Leitungen und Kanäle eingebauten Kabelanlagen ist sowohl für den Kabel- als auch besonders für den Kanalnetzbetreiber unerlässlich. Dies wird deutlich bei dem Wunsch des Kanalnetzbetreibers zu einem späteren Zeitpunkt z.B. Hausanschlüsse durch Anbohrungen herzustellen.

Zur Vermeidung von späteren Schäden und Betriebsausfällen, sowohl an der Kanal- als auch an der Kabelanlage, ist auch darüber hinaus eine Qualitätssicherung erforderlich. Mindestens sind daher zu dokumentieren:

- die Positionen eines jeden Befestigungselementes (Uhrposition und Stationierung innerhalb der Haltung),
- der ordnungsgemäße Einbau.

Die Dokumentation kann in Form von handschriftlichen Protokollen (begehbare Kanäle, Schächte und Bauwerke) oder im Fall von robotergestützten Einbauverfahren (nicht begehbare Kanäle) durch Aufzeichnung der TV-Überwachung und gegebenenfalls mit Dateneinblendung auf Videobändern erfolgen.

Darüber hinaus können, soweit erforderlich und vom Betreiber gewünscht, gegebenenfalls die Einbauten in Verbindung mit den Kanalanlagen auf Koordinatensysteme bezogen werden. Eine Dokumentation in Form von computergestützten Daten ist ebenfalls möglich.

Die genaue Form der Dokumentationen, aber auch die Kriterien an die Qualitätssicherung (z.B. Materialrückstellproben) sind in Abhängigkeit der gewählten Einbauverfahren insbesondere mit dem Kanalnetzbetreiber abzustimmen.

Nach Einbau der Anlagen sind die Informationen über Art und Lage der Kabeleinbauten unverzüglich dem Auftraggeber und, soweit mit diesem nicht identisch, vom Auftraggeber an den Kanalnetzbetreiber zur Bestandsdokumentation zu übergeben.

Unabhängig von der Dokumentation des Kabeleinbaus sind die kabeltechnische Dokumentationen (Kabelplan, Muffenplan, Spleißplan und Messdokumentation der optischen Eigenschaften) nach den Anforderungen des Kanalnetzbetreibers zu erstellen.



## 5. Documentation

*Documentation of the cable systems installed in the pipes and sewers is indispensable, not only for the cable but also for the sewer network operator. This is made clear by the wish of the sewer network operator to produce e.g. house connections at a later date by drilling.*

*To prevent subsequent damage and interruption of operation, not only for the sewer but also for the cable installations, quality assurance is also required. Therefore, the following are to be documented as a minimum:*

- *The positions of each fixing element (clock position and chainage within the pipe length),*
- *Proper installation.*

*The documentation can be in the form of hand written protocols (man-accessible sewers, manholes and structures) or in the case of robot-supported installation techniques (non man-accessible sewers) by recording the CCTV monitoring and if necessary with superimposing of data on video tapes.*

*In addition, as far as necessary and if requested by the operator, the installations can be related to a co-ordinates system in connection with the sewer installations. Documentation in the form of computer supported data is also possible.*

*The exact form of the documentation, but also the criteria of the quality assurance (e.g. retained material samples) are to be agreed dependent upon the selected installation method especially with the sewer network operator.*

*Following installation of the systems, the information about the type and location of the cable installations must be submitted to the client without delay and is, as far as these are not identical to his, to be handed over to the sewer network operator by the client as as-built documentation.*

*Independent of the documentation of the cable installation, the technical cable documentation (cable plan, collar plan, splice plan and metering documentation of the optical properties) must be produced in accordance with the requirements of the cable network carrier.*

## 6. Ökonomie und Ökologie

Die wichtigsten Vorteile des grabenlosen Einbauens in vorhandene Netze sind:

- sehr schnelle technische Realisation der Kabelverlegung
- nachträgliche Ergänzenbarkeit der Kabelstränge und des Kabelnetzes ohne offene Eingriffe

- Austauschbarkeit der Kabelstränge ohne offene Eingriffe innerhalb von Haltungslängen oder ganzen Streckenabschnitten
- ökologisch und ökonomisch sinnvolle Mehrfachnutzung von vorhandenen Leitungssystemen mit großen Querschnittskapazitäten
- erhöhte Sicherheit der Kabelanlage
- jahreszeitenunabhängige Realisierung
- Vorteile bei Wegerechten
- Kosteneinsparung durch Synergien

## 6. **Economy and Ecology**

*The most important advantages of trenchless installation in existing networks are:*

- *Very rapid technical realization of the cable-laying*
- *Subsequent extendibility of the cable strands and the cable network without open intervention*
- *Exchangeability of the cable strands without open intervention within pipe lengths or whole sections of pipe runs*
- *Ecological and economically sensible multiple use of existing pipe systems with large cross sectional capacities*
- *Increased security of the cable installations*
- *Realization independent of the seasons*
- *Advantages in wayleaves*
- *Savings in costs due to synergies*

## 7. **Ausblick**

Innerhalb der kurzen Zeit seit Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes gab es schnelle und umfangreiche grabenlose Technologieentwicklungen zu Legung von Kabeln in Leitungen ( Gas- und Trinkwasserrohren ) neben den schon bekannten Kanälen mit auf- nahmefähigen Querschnitten. Diese schnellen Entwicklungsschritte werden voraussichtlich anhalten und eine kontinuierliche Überarbeitung dieser jetzt neuen GSTT-Schrift erforderlich machen. Ebenso steht zu vermuten, daß künftig in weitaus stärkerem Maße als bisher andere FTTH-Installationen in grabenloser Bauart in vorhandenen Leitungen verlegt werden. Auch abgehangene, derzeit nicht genutzte Leitungsnetze (z.B. ehem. Gas- und Trinkwassernetze) dürften künftig der schnellen Verlegung von Telekommunikationsleitungen dienlich werden. Zu erwähnen ist auch der sich andeutende künftige Einsatz multifunktionaler Rohre, welche in komfortabler Weise den nachträglichen grabenlosen Einzug weiterer Leitungen ermöglichen werden. Auch zu diesen Aspekten, sollten sie marktrelevant werden, wird die Arbeitsgruppe dieser GSTT-Schrift spätere Ergänzungen bzw. weitere Teile beispielsweise zum Thema Qualitätssicherung und Betreibererfahrungen) ausarbeiten. Zusätzlich ist die Nutzung der installierten Kabel beispielsweise für die Sensorik von Leckage-Detektions-Systemen in Gasleitungen ein möglicher weiterer treibender Aspekt für die Nutzung von grabenlosen Kabel-Installationsverfahren. Die Arbeitsgruppe sieht in dem Thema "Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen" eine große Zukunft.

Zu Fragen der Qualitätssicherung wird die Arbeitsgruppe in einem späteren Arbeitspapier Hinweise erarbeiten.

## 7. ***The future***

*Within the short time since the liberalization of the telecom market, there have been rapid and extensive trenchless technology developments in the laying of cables in gaspipes, drinkingwaterlines in addition to that in sewers with suitable cross sections. These very rapid development stages will continue in the foreseeable future and will make a continuous reworking also of this new GSTT paper necessary. Equally, it must be assumed that in future FTTH ( Fiber to the Home ) deployment will be more and more done using trenchless construction method in existing pipes to a much greater extent than to date also for accessnetworks. Even disconnected, currently unused pipe networks (e.g. former gas- and drinking water networks) could serve the rapid laying of telecommunications cables in the future. It should also be mentioned that the foreseeable future use of multifunctional pipes, which enable the subsequent trenchless drawing through in comfortable way of other pipes too. These aspects, should they be market relevant, will also be dealt with by the work group in later supplements to this GSTT paper or in additional parts (for example on the topic of quality assurance and operator experiences). The work group sees a great future for the subject of „cable-laying in existing networks“.*

*In additon the use of the deployed cables for instance for leakage-detection-systems within gas pipes is offering an additional driving mechanism for using such trenchless deployment shemes.*

*Information with respect to questions of quality assurance will be dealt with by the work group in a later working paper.*

## **8. Literatur und ergänzende Hinweise:**

### **8.1 Fachbeiträge:**

BEYER, K. (1999): Kabelinstallation in Abwasserkanälen.- IITH EWPCA Symposium, München.

BEYER, K. (1999): Anbringen von Glasfaserkabeln in Abwasserkanälen unter Berücksichtigung der Qualitätssicherung. 4. Int. Symposium für Leitungsnetze, Lindau/Bodensee u. Weißenberg.

BUNSCHI, H. (1998): Anschlusskabel im Abwasserkanal.- Kommunalmagazin 9/98, S. 39-40.

BUNSCHI, H. (1999): Anbringen von Glasfaserkabeln in Abwasserkanälen unter Berücksichtigung der Qualitätssicherung.- 4. Int. Symposium für Leitungsnetze, Lindau/Bodensee u. Weißenberg.

GREGOR, P.E., KUHN, L., TESCH, J., u. EHRENBACH, G. (1997): Lichtwellenleiterkabelstrecken in Frischwasserrohren. – Elektrizitätswirtschaft, Jg. 96, H. 26.

KÖNIG, H.-J. (2003): Die Zukunft hat begonnen: Datenhighway in der Kanalisation. bbr =8/03, S. 28-30, Bonn.

KNOLLE, J., LIESE, W. (1997):TK- Kabelanlagen in Abwasserrohren, in: „Stadt- und Regionalnetze - Dokumentation 2. Kongreß zu Marktchancen für die neuen Anbieter“, S 333 - 338; 4./5. Nov. 1997; Düsseldorf; ComMunic; Konrad - Celtis Strasse 77, 81 369 München

LEPPERT,H.D., NOTHOFER, K., TESCHNER, W.(2001):,,: Experience from the field installation of optical fiber cables in metro gas pipelines Proceedings of the 50<sup>th</sup> IWCS, Orlando, USA.

LEPPERT,H.D., NOTHOFER, K., TESCHNER, W.,(2001): Erfahrungen über Installation von LWL-Kabeln in Metro-Gas-Leitungs-Systemen 8. ITG-Fachrtagung, Köln.

LEPPERT, H.D., NOTHOFER, K. (2002): The metropolitan and access gas networks being the perfect conduit for deploying optical networks in urban areas with benefits for both parties TRENCHLESS ASIA 2002, HongKong

LEPPERT, H.-D. (2003). Abschnitt 1.1.5 Kabelnetze und –systeme und Abschnitt 2 Variaten der Leitungsverlegung in: STEIN, D. : Grabenloser Leitungsbau, 1144 S., Ernst & Sohn, Berlin.

LEPPERT, H.D. (2002):  
Fulfilling today's and tomorrow's optical network requirements 6<sup>th</sup> ASIA PACIFIC OPTICAL NETWORKING Summit 2002, Singapore.

LIESE, W., HÖG, G. (1998): Low Cost Cable Infrastructure for New Network Carriers; S. 57 - 62 Proceedings First European Conference on Carrier Supply, June 18 / 19, 1998, Berlin, VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik GmbH, Rheinstr.108, 14513 Teltow - Germany.

LIESE, W., TESCHNER, W., WEISS, A. (1998): Kabelanlagen in Abwasserkanälen - Schlüssel zu neuen IT-Zugangsnetzen in den Städten- Tagungsunterlagen der 5. ITG Fachtagung „Zukunft der Kommunikationsnetze“ 3.Dez. 1998, Köln; ITG Geschäftsstelle, Stresemannallee 15, 60595 Frankfurt / Main

LIESE, W. (1998): Nutzung alternativer Erd-Verlegung: Abwasser - Trinkwasser - Gasleitungen; Tagungsunterlagen der Kabelfachtagung , 17. / 18. Juni 1998, Stuttgart, S. VI - 1 bis 11; Alcatel Kabel, Bonnenbroicherstr.2-14, 41238 Mönchengladbach

LIESE, W. (1999): Alternative Kabelverlegetechnik für Zugangsnetze: Luftkabel Lashing Technik, Frischwasser-, Gasleitungen, Abwasser, 18 S, Tagung „Dialog '99 - Ready for Communication“, 14.7.99; Tagungsunterlagen, Kellner Telecom - GmbH, Siemensstr. 28 D-70825, Korntal - Mönchingen.

GREGOR, P.E., KUHN, L., TESCH, J., u. EHRENBACH, G. (1997): Lichtwellenleiterkabelstrecken in Frischwasserrohren. – Elektrizitätswirtschaft, Jg. 96, H. 26.

KÖNIG, H.-J. (2003): Die Zukunft hat begonnen: Datenhighway in der Kanalisation. bbr =8/03, S. 28-30, Bonn.

RÖLING, M. (1999): Kabelinstallation in Abwasserkanälen – Ein neuer Markt, nicht nur für die Berliner Wasserbetriebe -. – Fresenius Wasser- und Abwasser-Tage, Düsseldorf.

RÖLING, M. (1999): Kabel im Kanal – Mechanisch befestigte Glasfaserkabel unter Berücksichtigung der Qualitätssicherung.- JT-Seminar, Lindau/Bodensee.

SANDER, H., SIEVER, W., KUHN, L. u. GREGOR, P.E. (1998): Lichtwellenleiterkabelstrecken in Gashochdruckleitungen.- gwf-Gas/Erdgas 139, H. 10.

SEDEHIZADE, F., RÖLING, M. (2001): Sanierung von Abwasserkanälen nach Einbau von Telekommunikationskabeln. – KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, Jg. 48, H. 11, S. 1565 – 1572.

SCHILDER, H.-J. (1999): Anschluß im Abfluß. – Tele Kommunikation, S.13, Huss-Verlag, München, 4/99.

## 8.2. Fachzeitschriften

1. „Nutzung alternativer Erd-Verlegung: Abwasser - Trinkwasser - Gasleitungen“; Wolfgang Liese, Tagungsunterlagen der Kabelfachtagung , 17. / 18. Juni 1998, Stuttgart, S. VI - 1 bis 11; Alcatel Kabel, Bonnenbroicherstr.2-14, 41238 Mönchengladbach
2. „Alternative Kabelverlegetechnik für Zugangsnetze: Luftkabel Lashing Technik, Frischwasser-, Gasleitungen, Abwasser; Wolfgang Liese, 18 S, Tagung „Dialog '99 - Ready for Communication“, 14.7.99; Tagungsunterlagen, Kellner Telecom - GmbH, Siemensstr. 28 D-70825, Korntal - Mönchingen.
3. Nachrichtenkabel & Netze 1/1999: Lichtwellenleiterkabel in Abwasser-/Trinkwasser- und Gasleitungen.- Kundenzeitschrift der Fa. ALCATEL Kabel, Mönchengladbach

## 8.3 Firmenprospekte:

- „FAST - Das LWL-Kabelsystem für Kabelanlagen in Städtischen Abwasserkanälen“ - 1998, Alcatel Kabel; Bonnenbroicher Str. 2 -14, 41238 Mönchengladbach.
- „FAST - Das schnelle Modulsystem für zukunftssichere Kabelnetze“, 1999 Firmenprospekt der: Alcatel Kabel, KA-TE System AG, IK-T Innovative Kommunikations Technologien.
- „FAST - Fiber Access By Sewer Tubes“, 1998 , CD und Video zur Kabelverlegung in Abwasserkanälen; Alcatel Kabel AG&Co, Bonnenbroicher Str. 2 - 14; 41238 Mönchengladbach
- KA-TE Roboter für Kabel in Abwasserkanälen (1998): Informationsschrift der Fa. KA-TE, Zürich
- KA-TE High-Tech Fibre Networks. Fiber Access by Sewer Tubes (2003): Informationsschrift der Firmen. KA-TE und FAST Opticon, CH-8807 Freienbach.
- Allgemein Systembeschreibung zu FAST (2000): Schrift der Fa. KA-TE.
- Die Philosophie zu FAST (2000): Schrift der Fa. KA-TE.
- Anwendungsempfehlung für die Befestigungselemente des Modulsystems FAST (2002): Schrift der Fa. FAST Opticon. CH-8807 Freienbach.
- Robotics Cabling GmbH (1999): Moderne Kabelverlegung, der Weg in die Zukunft. – Informationsschrift der Fa. RCC, Berlin.
- Corning Cables (1999): S.L.I.M. – Glasfasersystem für Abwasserkanäle. – Informationsschrift der Fa. BICC KWO Kabel GmbH, Berlin.

- Corning Cables (1999): S.L.I.M. - Informationszeitschrift der Fa. Corning, Berlin
- BUNSCHI, H. (1999): Robotersystem für die Montage von Glasfaserkabeln in nicht begehbaren Abwasserkanälen.- Informationsschrift der Fa. KA-TE, Zürich.
- HAAG, H. (1998 ): Die letzte Meile zum Teilnehmer – Chancen, Probleme, neue wirtschaftliche Lösungen. – Informationsschrift der Fa. ALCATEL Kabel AG, Mönchengladbach.
- Alcatel Kabel AG (1998): FAST – das LWL Kabelsystem für Kabelanlagen in städtischen Abwasserkanälen. – Informationsschrift der Fa. ALCATEL Kabel AG, Mönchengladbach.
- Alcatel, KA-TE & IK-T (1998): FAST – Das schnelle Modulsystem für zukunftssichere Telekommunikations-Kabelnetze.- Informationschrift der Fa. ALCATEL Kabel AG, Mönchengladbach.
- Nippon Hume Corp., Tokyo (1998): Optical-Fiber in Sewer Lines .– Informationsschrift der Fa. Nippon Hume
- Tracto-Technik GmbH (2003): TT-Pit-Systeme: Gesteuerte Kleinbohranlagen Grundopit. Starke Typen für Hausanschlüsse: Standard, Power, Schacht, Kompakt. Informationsschrift der Fa. Tracto-Technik, Lennestadt.
- Tracto-Technik GmbH (2003): Horizontalspülbohrungen intelligent gelöst. Drill-Spezial mit innovativen Einsatzbeispielen grabenloser Rohrverlegung aus der Praxis (72 Seiten). Informationsbroschüre der Fa. Tracto-Technik, Lennestadt.
- TRACTUELL 35 (2003): Grabenlose Neuverlegung von Hausanschlussleitungen, S. 28-29: Kundenzeitschrift der Fa. Tracto-Technik, Lennestadt.

#### 8.4 Technische Regelwerke, Empfehlungen

1. DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, Ausgabe Oktober 1997
2. ATV Arbeitsblatt A 127 Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und –leitungen, Ausgabe Dezember 1988
3. ATV Merkblatt M 127 – 2 Statische Berechnung zu Sanierungen von Abwasserkanälen und –leitungen mit Relining- und Montageverfahren, Entwurf 1999
4. ATV-Information Der Zustand der Kanalisation in der Bundesrepublik Deutschland, Ergebnisse der ATV-Umfrage 1997
5. ATV Merkblatt A 149 Zustandserfassung, -klassifizierung und –bewertung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, April 1999
6. ATV Merkblatt M 143-1 – 6 Inspektion, Instandsetzung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen, Dezember 1989
7. GSTT-Information Nr.1 (1998):Gabenlose Verfahren der Schadensbehebung in nichtbegehbaren Abwasserleitungen, 3.Auflage,Hamburg.
8. GSTT-Information Nr. 2 (2000): Qualitätssicherung bei der Sanierung von Abwasserkanälen und –leitungen, 2. Auflage, Hamburg.
9. GSTT-Information Nr. 3 (2000): Verfahren zur Reinigung, Inspektion, Dichtheitsprüfung und grabenlosen Schadensbehebung in Anschlusskanälen und Grundleitungen, 2. Auflage, Hamburg.
10. GSTT-Information Nr. 6 (1997): Bau und Betrieb begehbbarer Leitungsgänge – Statusbericht, Hamburg.

11. GSTT-Information Nr.10 (1999) Leitfaden : Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen – 1.Teil: Allgemeine Grundlage, Hamburg.
12. GSTT-Information Nr. 12 (1999): Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen. Teil 1: Kabelverlegung in Kanalnetzen, Hamburg.
13. GSTT-Information Nr. 13 (2000). Sanierung von begehbaren Abwasserkanälen und Bauwerken der Ortsentwässerung, Hamburg.
14. GSTT-Information Nr. 16 (2002): Leitfaden: Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen, 2. Teil: Betrieb und Instandhaltung von begehbaren Leitungsgängen, Hamburg.
15. GSTT-Information Nr. 18 (2004). Anforderungen an Mörtel für Abwasserkanäle und Bauwerke der Ortsentwässerung. Teil 1: Zementgebundene Mörtel, Hamburg.

#### 8.5 Sicherheitsvorschriften (Auswahl)

1. UVV Allgemeine Vorschriften (VBG 1)
2. UVV Bauarbeiten (VBG 37)
3. Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen –Betrieb-
4. Unfallverhütungsvorschrift Ortsentwässerung (Kanalisationsanlagen) (GUV 7.4)
5. Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten

#### 8.6 Internetadressen:

[www.gstt.de](http://www.gstt.de)  
[www.drakacomteq](http://www.drakacomteq.com) / [alcatel.de](http://alcatel.de)  
[www.corning.com](http://www.corning.com) / [www.nsw.com](http://www.nsw.com)  
[www.eitep.de](http://www.eitep.de)  
[www.fast-system.de](http://www.fast-system.de)  
[www.insituform.de](http://www.insituform.de)  
[www.it-elektronik.de](http://www.it-elektronik.de)  
[www.ka-te.ch](http://www.ka-te.ch)  
[www.steinzeug.com](http://www.steinzeug.com)  
[www.tracto-technik.de](http://www.tracto-technik.de)  
[www.trolining.de](http://www.trolining.de)



## Anhang A

### Rechtliche Aspekte (Beispiel Stadtentwässerung)

Bei der Stadtentwässerung durch ein kommunales oder privates Unternehmen steht als Geschäftsauftrag das öffentliche Interesse einer Entsorgungsleistung im Vordergrund, das dem öffentlichen Recht unterliegt. Hieraus folgt, daß die Entsorgungsleistung kostendeckend erfolgt. Die im Rahmen des Entsorgungsauftrages notwendigen Tätigkeiten müssen ausgeübt werden. Hierzu zählen auch heute bereits die Installation von Kabelanlagen für Steuer-, Meß- und Regelzwecke für den Eigenbedarf. Überschüssige Kapazität an Fasern, Kabeln oder Leerrohren kann abgetreten werden. Der Betrieb eines kommerziellen Kommunikationsnetzes, d.h. für Fremdbedarf und mit Gewinnorientierung, kann nicht von der Stadtentwässerung im Rahmen ihres satzungsgemäßen Auftrages ausgeführt werden. Hieraus ergibt sich, daß das für die Telekommunikation sehr wertvolle Potential der vorhandenen Infrastruktur der Kanalanlagen nur sehr beschränkt genutzt werden kann.

Es kann aber ein öffentliches Interesse im Rahmen der Kommune geltend gemacht werden, durch die Versorgung mit Kommunikation eine Verbesserung der kommunalen Infrastruktur zu erreichen. Dazu haben sich häufig in städtischen Regionen kommunale Einrichtungen mit Telekommunikationsgesellschaften und Finanzinstituten zusammengeschlossen und eine Stadtnetzbetreibergesellschaft gegründet, die alle notwendigen Kompetenzen mit dem lokalen Know-how verbindet ("Ausgründungen"). Diese Gesellschaften unterliegen dem Privatrecht und dürfen daher gewinnorientiert arbeiten. Eine Nutzung der kanaltechnischen Einrichtungen kann so voll ausgeschöpft werden. Zusätzlich ist die Wertschöpfung für Netzdienstleistungen wesentlich höher als für Trassenrechte, Kabel oder Fasern und kann für andere Aufgaben, wie z.B. die Kanalstandhaltung verwendet werden.

Der Entsorgungsauftrag kann einer privatrechtlichen Einrichtung übertragen werden (Privatisierung). Die Einrichtungen des Privatrechtes sind gewinnorientiert.

Nach der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes wurden zahlreiche Telekommunikationsgesellschaften gegründet, die eigene Netze aufbauen und betreiben. Solche Betreiber sind mögliche Kunden für Kabelanlagen in den Abwasserleitungen und -kanälen und entrichten Gebühren.

Sowohl der Aufbau von Kabelnetzen als auch der Betrieb von Sprachdiensten unterliegen dem Telekommunikationsgesetz.

Wesentliche Unterschiede bestehen darin, ob einzelne Fasern oder ganze Kabel vermietet werden oder andererseits Übertragungskapazitäten. Ausgehend von dieser Grundsatzentscheidung sind verschiedene Konstellationen zwischen Kanal- und Kabelnetzbetreiber denkbar, die zu unterschiedlichen rechtlich in Verträgen zu regelnden Randbedingungen und wirtschaftlichen Ergebnissen führen.

Eine Auswahl der derzeit zur Diskussion stehenden Konstellationen ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

### Konstellationsmöglichkeiten zwischen Kanal- und Kabelnetzbetreiber

Variante	Kanalnetzbetreiber				Aspekte, Regelungsbedarf und Absprachen zwischen Kanal- und Kabelnetzbetreiber
	Vermietung** der Kanalanlage	Vermietung** von installierten Kabeln / Fasern	Vermietung** von Übertragungskapazitäten	Eigener Kabelnetzbetreiber*	
1	X				Zugangsrechte Haftung für Bau- und Kanalbetrieb Kanalunterbrechung Bauliche Veränderungen und / oder Sanierung
2		X			Zugangsrechte Verfügbarkeit des Kabels (Betriebssicherheit) Übergabepunkte
3			X		siehe Variante 2 Zulassung als Kabelnetzbetreiber
4				X	siehe Variante 1 Zulassung als Kabelnetzbetreiber
5	X			X	siehe Varianten 1 und 4
6		X		X	siehe Varianten 2 und 4
7			X	X	siehe Varianten 3 und 4

\*Verbindung zum Fernnetz ist notwendig

\*\*gilt sinngemäß auch für andere Formen der Überlassung

Zwischen Kanal- und Kabelnetzbetreiber sind vor allem die nachfolgend aufgeführten Punkte zu regeln :

- Laufzeit, Kündigung
- Rückbau, Zugänglichkeit der Kanalanlagen
- Übergabepunkte / Zugangsrechte
- Unterbrechung des Kabelbetriebes
- Verfügbarkeit des Kabels / Betriebssicherheit
- Haftung für Bau- und Kanalbetrieb
- Bauliche Veränderung und Sanierung des Kanalnetzes
- Mietgebühren
- Dokumentationen, Abnahmen
- Reinigung und Kontrolluntersuchungen bzw. Dichtheitsprüfungen des Kanalnetzes
- Erweiterung und Umbau des bereits eingebauten Kabelnetzes

### **Appendix A:**

#### ***Legal variations, sewer or sewer network operator***

*Exact information of the boundary legal conditions, i.e. the contractual agreements between the contract partners, is the basic prerequisite for the planning and design of communications networks made of optical fiber cables that are to be laid in existing sewers. The question as to who is the owner, operator or user of the cable is of particular importance. Information about the form of contracts is available in GSTT information No. 10 (May 1998).*

*When cable systems are installed in wastewater pipes and sewers, two areas with different business purposes meet.*

*In the case of town drainage provided by a municipal or private company, the primary purpose of business is in satisfying public interest in a disposal service that is subject to public law. This means that the disposal service must cover its costs. The activities required within the scope of a proper disposal service must be carried out. At the present time, this already includes the installation of cable systems for control, measuring and regulating purposes for the operator's own use. Surplus capacities of fibers, cables or ducts can be transferred. Commercial exploitation of this communications opportunity, usually lies outside the scope of the sewer operators. The result is that a very valuable potential of the existing sewer system for telecommunications can only be used to a very limited extent.*

*However, a public interest can be justified within the framework of the municipalities, by achieving improved communal infrastructure through the supply of communications. For this reason, municipal establishments have frequently joined together with telecommunications companies and financial institutions to form an urban network operator company, which combines all of the necessary experience with local know how („disincorporations“). These companies are subject to private law and therefore may operate with a profit. Full utiliza-*

*tion of the sewer installations can thus be realized. In addition, value creation for the network services is significantly higher than for way leave rights, cables or fibers and can be used for other purposes, such as e.g. sewer maintenance.*

*The provision of the disposal service can be transferred to a private law establishment (privatization). The private law establishments are profit orientated.*

*Following the liberalization of the telecommunications market, numerous telecommunications carriers were founded which are developing and operating their own networks. Such carriers are potential fee paying customers for cable systems in the wastewater pipes and sewers.*

*Not only the organization of cable networks but also the operation of speech services are subject to the telecommunications law.*

*Important differences exist in whether single fibers or whole cables are let, or on the other hand surplus transmission capacities. Starting with this principle decision, different variations between the sewer and cable network carriers are possible, which lead to different boundary conditions that must be legally regulated in contracts and to different economic results.*

*A selection of the variations currently under discussion is listed in the following table.*

**Possible variations between sewer and cable network carriers**

<b>Variant</b>	<b><u>Sewer network operator</u></b>				<b>Aspects, need for regulation and arrangements between sewer and cable network carriers</b>
	<b>Letting** of the sewer installations</b>	<b>Letting** of installed cables / fibers</b>	<b>Letting** of transmission capacities</b>	<b>Own cable network carrier*</b>	
1	X				Access rights Liability for construction and sewer operation, sewer disruption, structural changes and / or renovation
2		X			Access rights Availability of the cable (operating security) Handover points

3			X		See variant 2 Permit as cable network carrier
4				X	See variant 1 Permit as cable network carrier
5	X			X	See variants 1 and 4
6		X		X	See variants 2 and 4
7			X	X	See variants 3 and 4

*\*Connection to national telecommunications network is required*

*\*\*Is also valid in the general sense for other forms of transfer*

*In particular, the following list of points must be regulated between the sewer and cable network carriers:*

- *Duration, termination*
- *Reinstatement, accessibility of the sewer installations*
- *Handover points/ rights of access*
- *Disruption of the sewer operation*
- *Availability of cable/ operating security*
- *Liability for construction and sewer operation*
- *Structural alterations and rehabilitation of the sewer network*
- *Rental charges*
- *Documentation, acceptance inspections*
- *Cleaning and control inspections or leak tests of the sewer network*
- *Extension and conversion of the cable network already installed*

**Tabelle 1: Mögliche Kanalsanierungsverfahren vor beabsichtigter und nach einer Kabelinstallation**  
**(analog: ATV Merkblatt M143-1, Ausgabe: 12.89)**

			Einschränkung von Kabeleinbau	nach:	Begründung
Reparatur	Ausbesserungs- verfahren	Ersatz in offener Bauweise		b	nur Einsatz von Halbschalen möglich
		Partielle Ausbesserung (begehrbar)			ja
		Roboter		b	nur außerhalb des Kabelstranges
	Injektions- verfahren	Außen		ja	
		Innen punktuell (Gele)		n	kein formschlüssiges Setzen der Packer möglich
		Innen punktuell (Harze)		n	kein formschlüssiges Setzen der Packer möglich
		Flutungsverfahren		ja	Chem. Verträglichkeit mit Kabelanlagen ist zu prüfen
	Abdichtungs- verfahren	Außen		ja	
		Innen (Manschetten)	Querschnittsreduzierung behindert Kabeleinbau	n	Kabelbefestigung
		Innen (Kurzschläuche kalth.)		b	mögl. thermische Belastung auf das Kabel <sup>1)</sup> + <sup>2)</sup>
		Innen (Kurzschläuche warmh.)		b	mögl. thermische Belastung auf das Kabel <sup>1)</sup> + <sup>2)</sup>
		Innen (Kurzschläuche lichth.)		n	thermische Belastung der Kabel kritisch <sup>1)</sup> + <sup>2)</sup>
Renovierung	Beschichtungs- verfahren			b	nur in begehrbaren Kanälen
	Relining- Verfahren	Rohrstrangrelining		b	Einbauverfahren kritisch
		Kurzrohrrelining		b	
		Close-fit PE	nur bis DN 400	n	
		Close-fit PVC/PE Copolymere	nur bis DN 400	n	
		Wickelrohr	Kabelbefestigung nicht sichergestellt	n	Kabel wird mit Einzug des Liners eingezogen
		Noppenschlauch-Relining	Kabelbefestigung nicht sichergestellt	ja	
		Schlauchrelining/Warmwasserhärtung		ja	
		Schlauchrelining/Dampfhärtung		ja	
		Schlauchrelining/UV-Lichthärtung		n	
		Schlauchrelining/Kalthärtung	Dimension und Länge	b	
	Montage- verfahren	Teilauskleidung		ja	begehrbarer Bereich
		Vollauskleidung ohne Außendruck		ja	ggf. mit Neubefestigung des Kabels
		Vollauskleidung mit Außendruck		ja	
Erneuerung	In offener Bauweise	ohne Entfernung der alten Leitung		ja	
		mit Entfernung der alten Leitung		ja	
	In geschlossener Bauweise	ohne Entfernung der alten Leitung		ja	
		mit Entfernung der alten Leitung		n	Kabel verhindert Verlegetechnologie

Legende: ja = möglich / n = nein / b = beschränkt bzw. mit Vorbehalt möglich

<sup>1)</sup> Reaktionstemperatur des Harzes = < Kabelbetriebstemperatur

<sup>2)</sup> Übergänge sind im Zwickelbereich der Kabel abzudichten

Die Bewertung erfolgte zum 31.5.1999 nach den zu diesem Zeitpunkt bekannten Kriterien und aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen.

Appendix 1 (to section 2.4): Possible sewer rehabilitation methods before and after cable installation (analogue: ATV Advisory Sheet M143-1, Issue: 12.89)					
			Reason	After	Reason
Repair	Improvement techniques	Replacement using open method of construction		b	Only use of bisectional pipes possible
		Partial improvement (man-accessible)		yes	
		Robots		b	Only outside of the cable run
	Injection techniques	External		yes	
		Internal – partial (gels)		n	No positive interlocking of the packer possible
		Internal – partial (resins)		n	No positive interlocking of the packer possible
		Flooding method		yes	Chem. compatibility with cable installations must be checked
	Sealing techniques	External		yes	
		Internal (collars)	Reduction in section hinders installation of cable	n	Cable fixing
		Internal (short tubes cold hardening)		b	Possible thermal loading of the cable 1)+ 2)
		Internal (short tubes warm hardening)		b	Possible thermal loading of the cable 1)+2)
		Internal (short tubes light hardening)		n	Possible thermal loading of the cable critical 1)+2)
Renovation	Coating techniques			b	Only in man-accessible sewers
	Relining techniques	Pipe length relining		b	Installation technique critical
		Short pipe relining		b	
		Close-fit PE	Only up to DN 400	n	
		Close-fit PVC/PE Copolymers	Only up to DN 401	n	
		Roller laminated tube	Cable fixing not secured	n	
		Knobbed matting-relining	Cable fixing not secured	n	
		Tube relining/warm water hardening		yes	Possible thermal loading1)
		Tube relining/steam hardening		yes	Possible thermal loading1)
		Tube relining/UV-light hardening		n	Thermal loading of the cable critical1)
		Tube relining/cold hardening	Dimension and length	b	Thermal loading of the cable critical1)
	Assembly techniques	Partial lining		yes	Man-accessible area
Full lining without external pressure			yes	If necessary with refastening of the cable	
Full lining with external pressure			yes		
Renewal	Using open method of construction	Without removal of the old pipe		yes	
		With removal of the old pipe		yes	
	Using closed method of construction	Without removal of the old pipe		yes	
		With removal of the old pipe		n	Cable hinders laying technology
Key: <b>yes = possible / n = no / b = limited or possible with reservation</b> 1) Reaction temperature of the resin = < cable operating temperature 2) transitions are to be sealed in the filler area of the cables The evaluation was carried out up to 31.5.1999 according to the criteria known at this point of time and based on the information available.					

**Authors:****Dr. Hans-Joachim Bayer**

Tracto-Technik Spezialmaschinen GmbH  
Reiherstrasse 2  
57368 Lennestadt  
Tel. : 07025 / 843704  
Fax.: 07025 / 843705  
Mobile : 0170 / 9670421  
E-Mail: [hj-bayer@tracto-technik.de](mailto:hj-bayer@tracto-technik.de)

**Dr.-Ing. Klaus Beyer**

Marburger Str. 15  
10789 Berlin  
Mobile: 0172 / 3144443  
E.-Mail: [klaus-beyer@arcor.de](mailto:klaus-beyer@arcor.de)

**Dipl.-Ing. Michael Röling**

Meyer Rohr + Schacht GmbH  
Otto-Brenner-Str. 5  
21337 Lüneburg  
Tel.: 04131 / 953210  
Fax.: 04131 / 953255  
Mobile : 0172 / 316 11 16  
E-Mail: [roeling@meyer-polycrrete.com](mailto:roeling@meyer-polycrrete.com)

**Dipl.-Ing. Detlef Mähler**

Insituform Rohrsanierungstechniken GmbH  
Potsdamer Straße 48  
14513 Teltow  
Tel.: 03328 / 39 82-0  
Fax.: 03328 / 39 82-34  
Internet: [www.insituform.de](http://www.insituform.de)  
E-Mail : [maehler@insituform.de](mailto:maehler@insituform.de)

**Dipl.-Ing. Ulrich Jöckel**

JT-elektronik GmbH  
Robert-Bosch-Str. 26  
88131 Lindau / Bodensee  
Tel. 08382 / 967360  
Fax.: 08382 / 9673666  
E-Mail: [info@jt-elektronik.de](mailto:info@jt-elektronik.de)

**Ms Fereshte Sedehizade, Dipl.-Ing.**

Berliner Wasserbetriebe  
Department: TNB-EN  
Neue Judenstr. 1  
10179 Berlin  
Tel.: 030 / 8644-5538  
E-Mail: [jacobi@compuserve.com](mailto:jacobi@compuserve.com)

**Dipl.-Ing. Stefan Girod**

Steinzeug Abwassersysteme GmbH  
Max – Planck – Str. 6  
50858 Köln  
Tel.: 02234 / 507 – 0  
Fax.: 02234 / 507 – 207  
E-Mail: [stefan.girod@steinzeug.com](mailto:stefan.girod@steinzeug.com)

**Dr. Hans Bunschi**

KA-TE Holding – AG  
Schwerzistr. 4  
CH – 8807 Freienbach  
Tel.: 0041 55 / 4155858  
Fax.: 0041 55 / 4155857  
E-mail: [hbunschi@ka-te.ch](mailto:hbunschi@ka-te.ch)

**Dr. Hans-Detlef R. Leppert**

DRAKA Comteq Mönchengladbach  
vormals: Alcatel Optical Fiber GmbH.  
Bonnenbroicher Str. 2-14  
41048 Mönchengladbach  
Tel.: 02166 / 134-1772  
Fax.: 02166 / 134-1086  
Mobile.: 0171 / 5854540  
E-Mail: [hans-detlef.leppert@alcatel.de](mailto:hans-detlef.leppert@alcatel.de)

**Dipl.-Phys. Heiko Dirks**

Corning Cable Systems  
Norddeutsche Seekabelwerke GmbH & Co.  
KG  
26944 Nordenham  
Tel.: 04731 / 821861  
Fax.: 04731 / 821526  
Mobile.: 0170 / 4551761  
E-Mail: [heiko.dirks@corning.com](mailto:heiko.dirks@corning.com)

**RegBmstr. Arnulf Gekeler**

Tiefbauamt Stuttgart  
Abt. Entwässerung  
Hohe Str. 25  
70176 Stuttgart  
Tel.: 0711 / 216 – 25 12  
Fax.: 0711 / 216 – 26 61  
E-Mail: [Arnulf.Gekeler@stuttgart.de](mailto:Arnulf.Gekeler@stuttgart.de)

**Dipl.-Ing. Hans-Jürgen König**

Trolining GmbH  
Mülheimer Str. 26  
53840 Troisdorf  
Tel. 02241 / 853125  
Fax.: 02241 / 853125  
E-Mail: [info-trolining.de](mailto:info-trolining.de)





GERMAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY E.V.

Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e.V.

Messedamm 22, D – 14055 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 3038-2143, Fax: 49 (0)30 3038-2079  
E-Mail: [info@gstt.de](mailto:info@gstt.de), Internet: <http://www.gstt.de>