



Information

Nr. 24

Offensive für alternative Bauverfahren im Leitungsbau
grabenlos – kostengünstig – sicher

November 2010

AK 12 Sichere Bauverfahren und Leitungssysteme

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

Offensive für alternative Bauverfahren im Leitungsbau, grabenlos – kostengünstig – sicher

November 2010

INHALT

	Seite
1. Einleitung	3
2. Historie, Entwicklung und Einteilung der grabenlosen Systeme	3
3. Überblick über die grabenlosen Verfahren	4
4. Voraussetzungen für sicheres Arbeiten	7
4.1 Bestimmungen aus dem Arbeitsschutzgesetz (Auszug)	8
4.2 Andere Bestimmungen und weitere staatliche Verordnungen und berufsgenossenschaftliche Regelungen	8
4.3 Pflicht zur Einsichtnahme und Planeinholung	9
4.4 Ursachenforschung von eingetretenen Schadensfällen	11
5. Wahrung der Umwelt	11
5.1 Baumschutz	12
5.2 Bodenschutz	13
5.3 Grundwasserschutz	13
5.4 Ressourcenschutz	13
5.5 Emissionsschutz	15
6. Unterirdische Nutzungsräume	16
6.1 Schnittflächen und Volumina, Einbaugeschichten	16
6.2 Leitungsbeeinflussungszone	17
6.3 Nutzung alter Trassen	18
7. Kosten und Wirtschaftlichkeit	19
8. Gefährdungs- und Unfallpotentiale	19
9. Fazit und Ausblick	22
10. Quellenangaben	23
11. Anschriften aller Mitwirkenden	24

1. Einleitung

Beim Bau von unterirdischer Infrastruktur werden Gelände und Boden durchörtert, d.h. der gewachsene Boden wird durch Herstellung von Baugruben und Rohrgräben in seiner Beschaffenheit gestört. Derartige innerstädtische und innerörtliche Baumaßnahmen finden zumeist dort statt, wo bereits Infrastruktur in Form von bestehenden Leitungen, Kabeln, Rohren oder Kanalbauwerken im Boden vorhanden sind.

Immer wieder kommt es dabei zu Schäden an den bestehenden Leitungen, die mit Gefahren für das ausführende Personal, unbeteiligte Dritte, die Betriebssicherheit des Netzbetriebes sowie mit zusätzlichen Kosten einhergehen.

Schäden durch Bagger an Fremdleitungen gehören zum Baualltag. Sie werden wie Autounfälle kaum noch wahrgenommen. Es sind Massenereignisse, die in der Fülle der täglichen Informationen untergehen. Obwohl Erfahrungen und Schadensaufarbeitung belegen, dass bei der offenen Bauweise deutlich mehr Schäden entstehen als beim grabenlosen Leitungsbau, ist die öffentliche Wahrnehmung eine gänzlich andere.

Durch Darstellung und Vergleich der alternativen Bauverfahren mit der herkömmlichen, offenen Bauweise, wird ein realistisches Bild der aktuellen und tatsächlichen Bausituation aufgezeigt. In dieser Informationsschrift sind umfangreiche Fakten, Informationen und Zahlen zusammengetragen, die eindeutig für unsere Offensive für alternative Bauverfahren im Leitungsbau sprechen, da sich diese als grabenlose, kostengünstige, wirtschaftliche und sichere Varianten erweisen.

2. Historie, Entwicklung und Einteilung der grabenlosen Systeme

Grabenlose Systeme wurden für den Neubau, die Sanierung bzw. Erneuerung von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie für die Verlegung und den Austausch von Kabeln entwickelt und in Anwendung gebracht.

In der Entsorgungstechnik wurden alle Systeme zur Ableitung von Schmutzwässern regelmäßig gereinigt beziehungsweise gespült, um einen einwandfreien Abfluss zu gewährleisten. Anfänglich wurde das mit einfachsten Mitteln wie Schwallspülungen erreicht, später entwickelte sich durch Einsatz mobiler Druckkesselsysteme und Spüldüsen eine überall einsetzbare Wasserstrahlreinigung, die mit Weiterentwicklung der Düsenform und Strahlrichtungen sogar die Kanäle räumen konnte. Um die Ergebnisse der Reinigungen begutachten zu können, wurden Kameraeinheiten konstruiert, die selbstfahrend im Kanal auch Schäden am Rohr erkennen und dokumentieren konnten.

Basierend auf solch einfachen Fahrwagen wurden die ersten dreidimensional arbeitenden Fräskörper, Frä-/Spachtelroboter und Verpresseinheiten auf dem Markt angeboten. Damit waren die meisten Arten von Einzelschäden zu reparieren.

Weiterführend wurden Forderungen nach Systemen laut, die ganze Haltungen grabenlos instandsetzen konnten. Anfang der 70er Jahre wurde der erste Nadelfilzliner, mit UP-Harzen getränkt, im Londoner Untergrund eingebaut und mit

Warmwasser ausgehärtet. Erst 15 Jahre später, 1985, folgte der erste GFK-Liner, der mit UV-Licht-Technik in Schweden eingebaut wurde.

Mit dem Berstlining und Pipe-Eating wurden Techniken und Verfahren zur Erneuerung von nicht zu ertüchtigenden Leitungen in den frühen 80er Jahren vorgestellt. Die Palette der ursprünglich eingesetzten Langrohrvarianten wurde in den 1990er Jahren durch neu entwickelte, längskraftschlüssige Kurzrohrformen ergänzt.

Parallel zu den Verfahren zur Wiederherstellung von Rohrsystemen entwickelten sich bereits ab 1960 Bodendurchschlagshämmer (Erdraketen) im osteuropäischen Raum zur Neuverlegung von Leitungen. Diese wurden nachfolgend in Deutschland wesentlich weiterentwickelt und ermöglichen die grabenlose Verlegung von Leitungen über kurze Distanzen. In den 80er Jahren kamen bohrtechnische Systeme für größere Strecken hinzu.

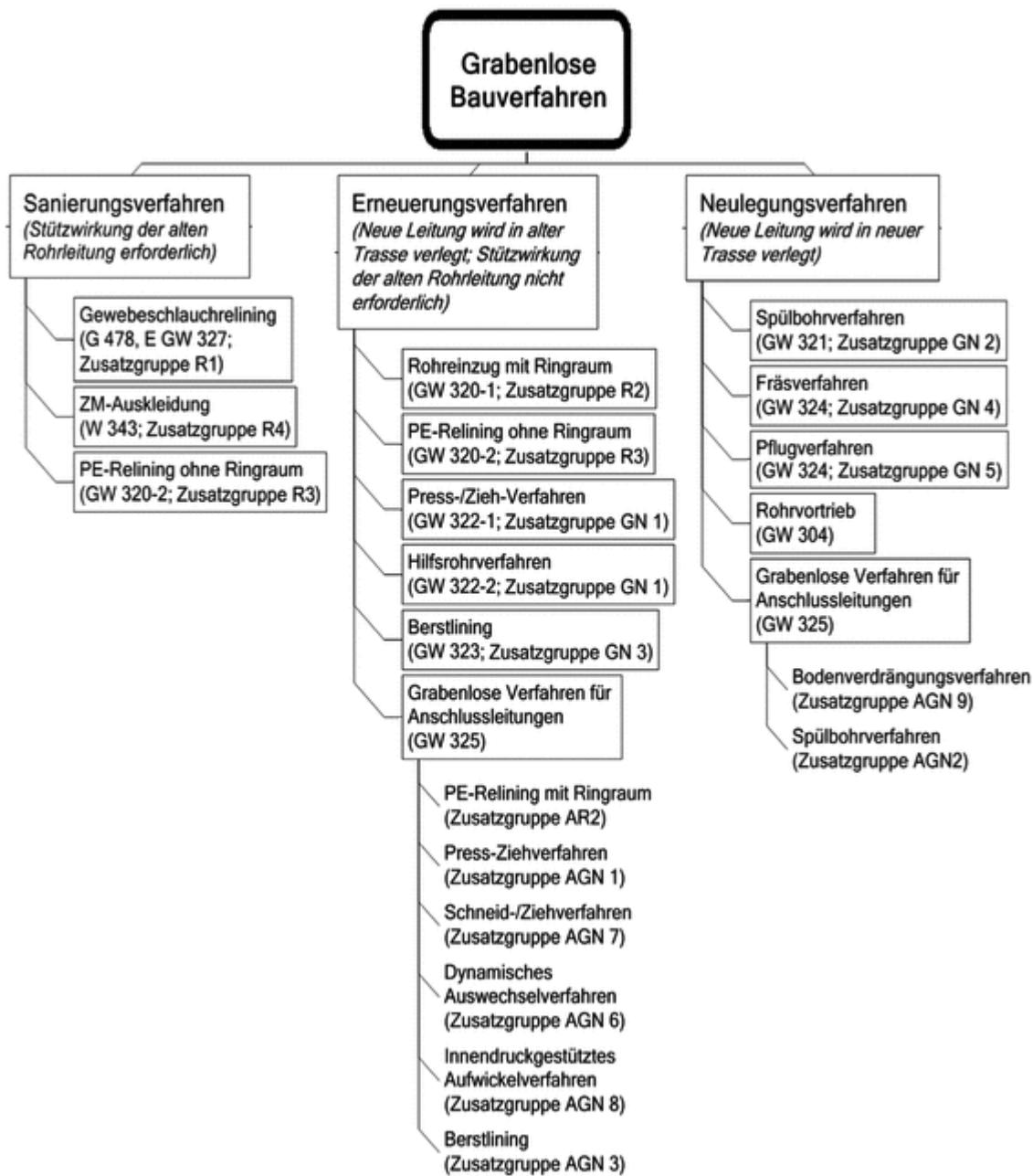
Zur Neuverlegung von Rohren werden hauptsächlich Bodendurchschlagsraketen (für kleinere Strecken und Durchmesser) und verlaufsgesteuerten Spülbohr-Anlagen (HDD-Verfahren für jedes Gestein, für jede Länge und jeden Durchmesser) sowie auch hydraulische Bohr-Press- und Ziehgeräte eingesetzt (für Hausanschlüsse).

Daraus ergibt sich für die grabenlosen alternativen Bauverfahren eine Einteilung der Systeme in **Neubau** und **Sanierung**. Unter beiden Oberbegriffen finden sich wiederum die unterschiedlichsten Verfahren zur Wiederherstellung der Betriebssicherheit von Rohrsystemen, die im folgenden Abschnitt getrennt nach Ver- und Entsorgung dargestellt werden.

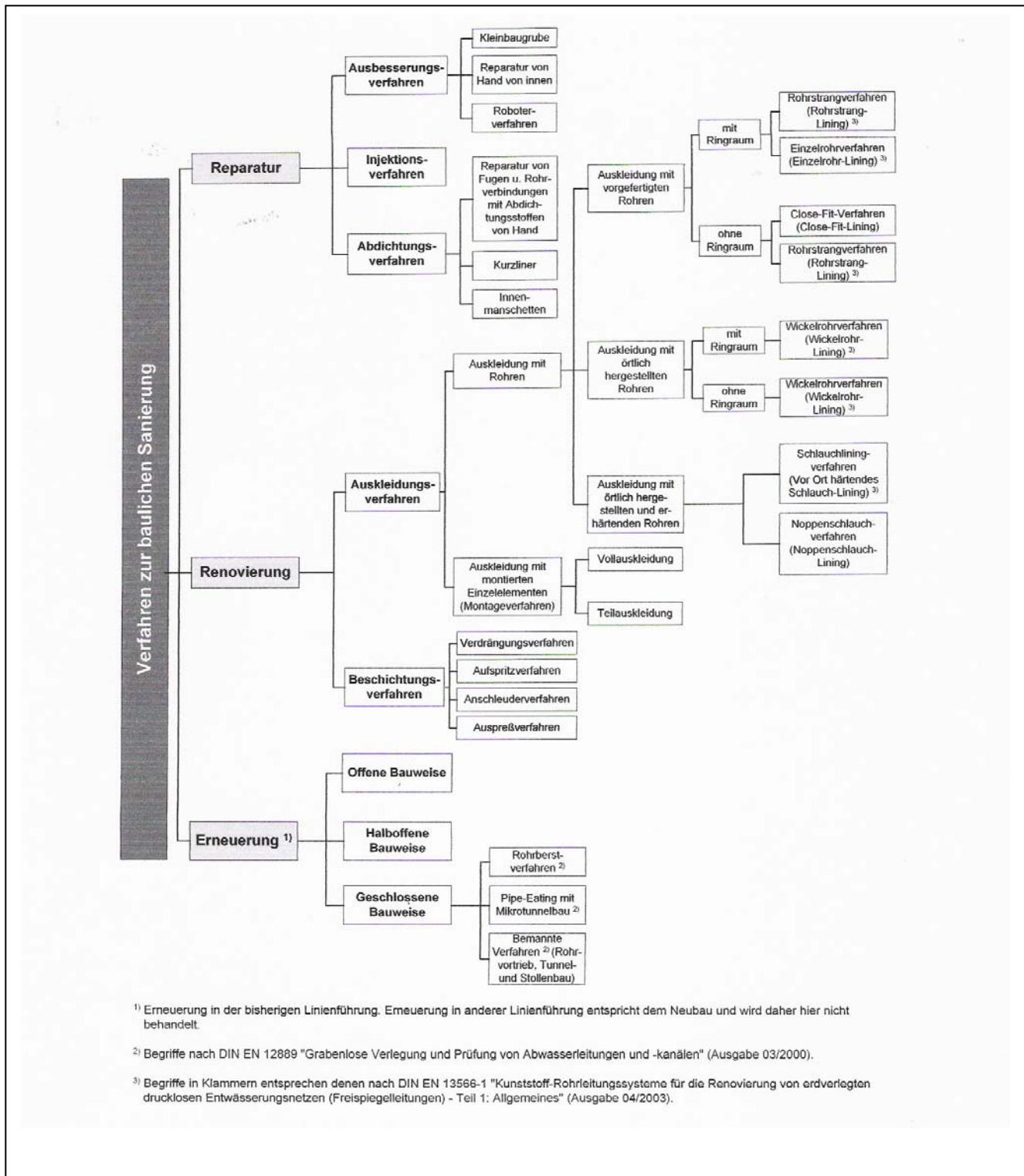
3. Überblick über die grabenlosen Verfahren

Die technischen Arbeits- und Merkblätter für die Rehabilitation und den Neubau von Rohrnetzen für die Versorgung sind unter dem Dach des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) angesiedelt und ausschließlich auf den Bereich der Druckrohrleitungen ausgerichtet. Merkblätter und Richtlinien für das grabenlose Bauen von Fernwärmeleitungen werden von der AGFW herausgegeben. Die Gestaltung von Richtlinien und technischen Arbeitsblättern für die Sanierung von Entsorgungsnetzen ist maßgeblich geprägt durch die Schirmherrschaft der ATV (Abwassertechnische Vereinigung), die 2004 später in die DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) umbenannt wurde. In beiden Vereinigungen entwickelte sich ein eigenes Vokabular für teilweise dieselben technischen Vorgänge und Verfahren. Bis heute gibt es in der Verwendung dieser technischen Bezeichnungen keine einheitliche Sprachregelung.

Nachfolgend sollen die offiziellen Tabellen der DWA und des DVGW in der Gegenüberstellung die Gemeinsamkeiten, aber auch die Unterschiede aufzeigen.



3.1 Tabelle des DVGW, W 403



3.2 Tabelle der DWA (aus ATV-DWK-M 143-1)

Darüber hinaus werden ständig neue grabenlose Verfahren entwickelt, die z.T. erst zeitversetzt in solche Übersichtsdarstellungen der Verbände aufgenommen werden.

3.3 Begriffserklärungen

Die gezeigten Übersichten des DVGW oder der DWA zeigen die unterschiedlichsten Verfahren der grabenlosen Bautechniken zur Wiederherstellung eines betriebssicheren Rohrnetzes jeweils für die Bereiche der Ver- und Entsorgung.

Inhaltlich zeigen die verschiedenen Tabellen teilweise dieselben Verfahren, da diese gleichermaßen im Freigefällekanal wie auch für Druckrohrleitungen Anwendung finden. Naturgemäß gibt es natürlich auch einzelne Verfahren oder Verfahrensgruppen, die nur speziell in ihrem Bereich angewandt werden. Besonders ist jedoch zu erwähnen, dass die Benennung der Verfahrensgruppen von den Verbänden unterschiedlich gesehen wird.

Der DVGW benennt unter dem Oberbegriff "Grabenlose Bauverfahren" die "Saniierung" als Stützwirkung einer alten Leitung, das "Erneuerungsverfahren" als Einzug einer Leitung in alter Trasse und das "Neuverlegungsverfahren" als echten Neubau.

Die Definitionen finden Sie in den Tabellen abgedruckt.

Auf eine einheitliche Benennung hat man sich bisher nicht einigen können, aber das soll dem Vormarsch der grabenlosen Techniken auf allen Gebieten nicht hinderlich sein.

Ergänzend sind Erneuerungs- und Neulegungsverfahren zu Leitungen in begehbarer und nicht begehbarer Versorgungskanälen anzuführen, die hier zwar nicht betrachtet werden, für die die Vorteile grabenloser Technologien jedoch ebenso zutreffen.

4 Voraussetzungen für sicheres Arbeiten

Unterirdische Baumaßnahmen finden zumeist dort statt, wo bereits Infrastruktur in Form von bestehenden Leitungen (Kabel, Rohre, Kanalbauwerke etc.) im Boden vorhanden ist. Immer wieder kommt es dabei zu Schäden an den bestehenden Leitungen, die mit Gefahren für das ausführende Personal, unbeteiligte Dritte und die Betriebssicherheit einhergehen. Um die Sicherheit im Rahmen solcher Baumaßnahmen durch spartenübergreifende Kenntnisse und umsichtiges Handeln zu erhöhen, sollte bei Bauarbeiten in Leitungsnähe nur Personal zum Einsatz kommen, das nach DVGW-Hinweis GW 129 qualifiziert ist.

Die BG Bau trägt mit ihren arbeitssicherheitsrechtlichen Anforderungen und Vorgaben für sicheres Arbeiten und Bauabwicklung grundlegend bei.

Durch die Initiative BALSibau (Bundesweite Arbeitsgemeinschaft der Leitungsbetreiber zur Schadensminimierung im Bau) wurde hierzu ein spartenübergreifendes Qualifizierungskonzept auf Basis des DVGW-Hinweises GW 129 etabliert, das aufgrund von Schadensanalysen praxisnah spartenübergreifende Kenntnisse vermittelt. Ein personenbezogener Ausweis wird bundesweit als Qualifikationsnachweis nach erfolgreicher Teilnahme einer GW 129-Schulung für im Tiefbau Tätige ausgegeben.

Qualifiziertes Personal und sichere Bauverfahren tragen zur Unfallvermeidung bei.

Weitere Voraussetzungen für sicheres Arbeiten sind:

- Maschinentechnische Kenntnisse
- Der richtige Einsatz technischer Geräte
- Der Einsatz von „befähigten“ ausführenden Personen
- Fundierte, technische Kenntnisse der eingesetzten Bauverfahren bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeiten und -grenzen
- Kenntnisse von Baugrund, Grundwasserverhältnissen und Besonderheiten des Umfeldes des Bauabschnittes
- Kenntnisse der eigenen Trassenführung und der querenden fremden Leitungen und Kabel
- Anforderungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und deren Einhaltung, Kontrolle und Dokumentation
- Vorgabe der arbeits-, sicherheitstechnischen und bautechnischen Spezifikationen und deren regelmäßige Überprüfung und Einhaltung bei Planung und Ausführung unter Einbeziehung aller notwendigen Maßnahmen im Umfeld des Bauabschnittes
- Genaue Kenntnis über die Art und Besonderheit des Bauabschnittes
- Beachtung der Vorschriften und Regelwerke
- Kenntnisse über Maßnahmen im Schadensfall

4.1 Bestimmungen aus dem Arbeitsschutzgesetz (Auszug):

§ 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

(1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

(2) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.

(3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes, physikalische, chemische und biologische Einwirkungen, die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen und deren Umgang damit, die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken, unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

§ 6 Dokumentation

(1) Der Arbeitgeber muss über die je nach Art der Tätigkeiten und der Zahl der Beschäftigten erforderlichen Unterlagen verfügen, aus denen das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die von ihm festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes und das Ergebnis ihrer Überprüfung ersichtlich sind (...).

4.2. Andere Bestimmungen und weitere staatliche Verordnungen und berufsgenossenschaftliche Regelungen (z.B. BGB, VOB /C oder Sicherheit und Gesundheitsschutz)

Arbeiten in der Kanalisation bergen bei Untersuchung, Erstellung, Sanierung und auch beim Unterhalt immer Risiken in sich.

Es genügt in keinem Falle, Sicherheitsüberlegungen erst beim Bau anzustellen. Sicherheitsbelange sind in allen Phasen von Planung und Entwurf zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 8 der EN 752-3:1996). Bereits bei den Voruntersuchungen sowie bei der Planung des Baus und des Unterhalts sind diese Aspekte der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes besonders zu beachten.

Bezüglich der grundsätzlich durchzuführenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen wird auf die einschlägigen Vorschriften der Berufsgenossenschaften und der Unfallkassen verwiesen, u. a. auf:

Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1),

Arbeitsmedizinische Vorsorge (BGV A 4)

- Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (BGV C 22),
- Unfallverhütungsvorschrift „Abwassertechnische Anlagen“ (BGV C 5),
- BGR „Rohrleitungsbauarbeiten“ (BGR 236),
- BGR „Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen“ (BGR 126),
- Explosionsschutz-Regeln (BGR 104),
- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen – Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen – Biostoffverordnung (BioStoffV),
- Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV),
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen – Baustellenverordnung (BaustellVV),
- „Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen“ TRBA 220.

4.3. Pflicht zur Planeinholung und Einsichtnahme zur Erkundung von Fremdleitungen

4.3.1 Arbeitsvorbereitung, Antragstellung, Netzauskunft

Rechtzeitig vor Baubeginn hat sich der Tiefbauunternehmer über die Lage von Leitungen und Anlagen im Baubereich zu erkundigen.

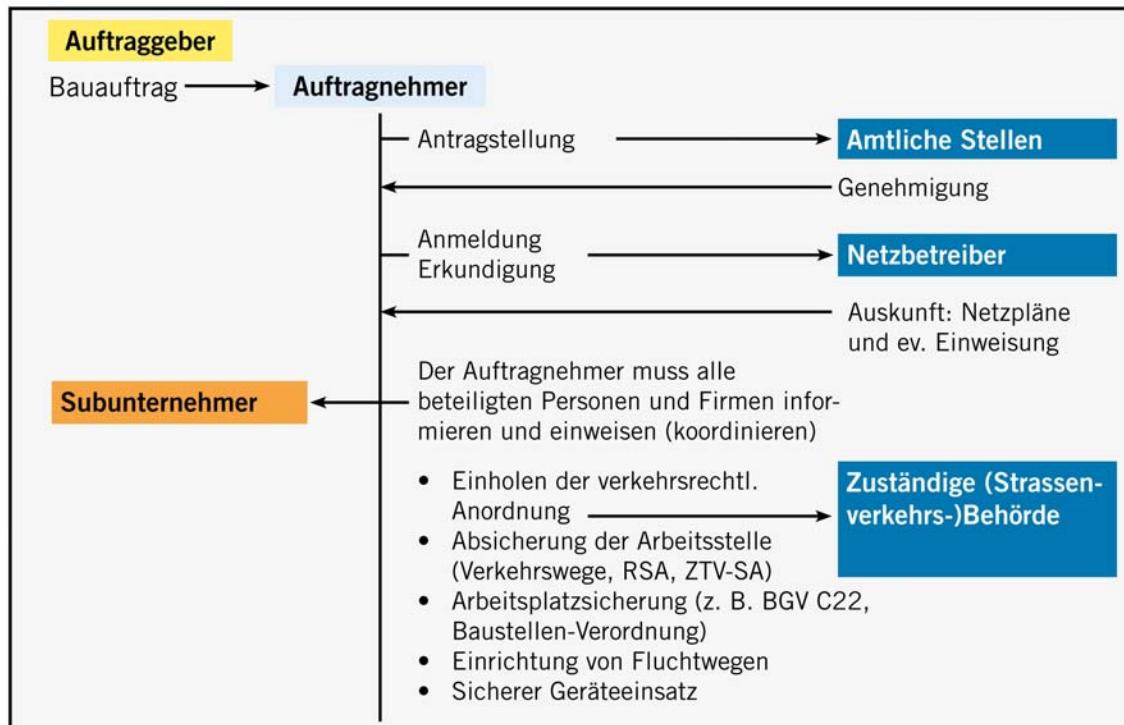
Eine Verletzung der Erkundigungspflicht kann gravierende Folgen haben – vor allem, wenn es um die Haftung geht. Die Verletzung der Erkundigungspflicht wird mit einer Verletzung der Sorgfaltspflicht gleichgesetzt.

Bei Baubeginn müssen auch beim Bauausführenden Planunterlagen vorliegen, die sich auf dem aktuellsten Stand befinden.

Wird von der Bauplanung abgewichen oder erweitert sich der Bauauftrag, so hat das Unternehmen erneut Erkundigung und auch eine erneute Freigabe des Ver- oder Entsorgungsunternehmens einzuholen.

Der Tiefbauunternehmer ist verpflichtet, das Bauvorhaben bei den zuständigen Stellen anzumelden.

Beim Zusammenwirken mehrerer Gewerke besteht die Verpflichtung, diese zu koordinieren mit der Zielsetzung, eine gegenseitige Gefährdung zu vermeiden (ggf. mit Koordinator BGV A1 § 6, SiGe-Koordinator nach BaustellIV, Bauleiter der anderen Gewerke).



Auch der Bauherr hat Plichten gegenüber dem Bauauftragnehmer (siehe BGB). Diese betreffen z.B. die Erkundung und Information über den Baugrund, der sehr wechselhaft sein kann, oder z.B. die sicherheitsrelevanten Informationen über unterirdische Anlagen und Strukturen im geplanten Baubereich, die der Bauherr bisher errichten ließ.

4.3.2 Arbeiten im Bereich von Erdleitungen

Vor der Ausführung von Bauarbeiten mit Maschinentechnik ist durch den Unternehmer zu ermitteln, ob im vorgesehenen Arbeitsbereich Erdleitungen vorhanden sind, durch die Personen gefährdet werden können.

Erdleitungen sind z. B. Kabel, Gas-, Wasser- und Kanalisationsleitungen. Gefährdungen können auftreten insbesondere durch:

- Beschädigung der Leitung durch die Arbeitsausrüstung der Maschine,
- Leitungsbruch infolge von Erschütterungen.

Sind Erdleitungen vorhanden, so sind in Absprache mit dem Eigentümer oder Betreiber der Leitung deren Lage und Verlauf zu ermitteln sowie die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen festzulegen und durchzuführen.

Betreiber von Erdleitungen sind z. B. Gas-, Wasser-, Elektrizitäts- und Fernwärme-Versorgungsunternehmen sowie Bundeswehr, Post, Telekom, Kommunen, öffentliche und private Betriebe.

Die Lage und der Verlauf von Erdleitungen kann z. B. durch Anlegen von Suchgräben ermittelt werden.

Sicherungsmaßnahmen sind z. B.:

- eindeutiges Kennzeichnen des Leitungsverlaufs vor Beginn der Arbeiten,
- Verlegen gefährdeter Leitungen,
- Befestigen, Unterstützen oder Abfangen freigelegter Leitungen,
- schwingungsgeschütztes Aufhängen erschütterungsgefährdeter Leitungen.

4.4 Ursachenforschung von eingetretenen Schadensfällen

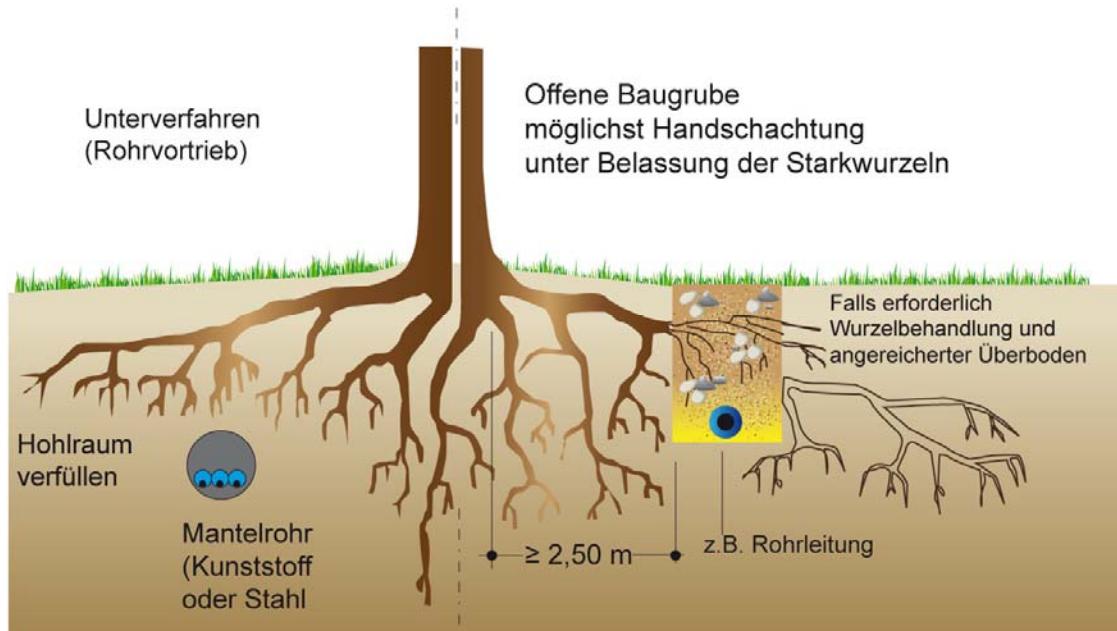
Um sich Gewissheit zu verschaffen, welche Ursachen zu einem Schaden geführt haben, sind die jeweiligen Schadensfälle nachträglich zu untersuchen und zu hinterfragen:

- Kommen menschliches Versagen und mangelnde Sachkenntnis als Schadensursachen in Betracht?
- Hat technische Fehleinschätzung schon im Planungsstadium zu dem Schaden geführt?
- Sind alle Vorschriften und Regeln beachtet worden?
- Hat man sich von der tatsächlichen Lage der Leitungen und Kabel im Arbeitsbereich – Ortung vor Ort – überzeugen können?
- Wurde durch Fehlverhalten im Havariefall der Schaden vergrößert?
- Wie hoch war der Schaden im Umfeld und welche Reaktion haben die in unmittelbarer Nähe Betroffenen gezeigt?

5. Wahrung der Umwelt

Der offene Leitungseinbau hat Einfluss auf Bäume und Gehwegsbepflanzungen durch Bodenverdichtungen und durch ungewollte Dränwirkung im Boden zum Nachteil der Vegetation und der Umwelt. Darüber hinaus wird der Wurzelraum der Bäume durchschnitten, mit weitgehenden Folgen für die Standsicherheit und die Wurzelgesundheit der Bäume (DWA M 162)

5.1 Baumschutz



Quelle: R. Köhler (1997), Graphik : Tracto-Technik, Lennestadt

5.1.1 Baumschutz während der Leitungsbauarbeiten

Im Vergleich zu den herkömmlichen offenen Bauverfahren, die naturgemäß hohe Verdichtungswerte für die Wiederherstellung von Gräben und Baugruben erfordern (siehe Abschnitt 6.2), treten bei den grabenlosen Bautechniken eine geringe oder gar keine Beeinflussung der umliegenden Bodenzone auf, da das Bodengefüge im Bereich des Leitungsverlaufs nicht oder nur minimal angetastet wird. Verfahrensbedingt können bei bodenverdrängenden Verfahren Bodenverdichtungen in der direkten Rohrumgebungszone auftreten, die sich in Abhängigkeit von Rohrdurchmesser, Bodenart und Bodenwassergehalt in geringem Maß in darüber liegende Bodenschichten fortpflanzen können.

Der umfängliche Bodenbereich oberhalb der alten Trasse wird dadurch jedoch in der Regel nicht berührt.

5.1.2 Auswirkung von Leitungsbauarbeiten auf den Baumbestand

Nach Beendigung der Bauarbeiten kann es bei offenen Verlegungen entsprechend der verwendeten Verfüllmaterialien zu Veränderungen in der Bodenfeuchte und durch Drainagewirkungen zu negativen Wirkungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt von Bäumen kommen. In der GSTT-Information Nr.8 „Baum- und Bodenschutz“ sowie im „DWA Merkblatt M 162 „Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle“ sind solche Folgewirkungen mit möglichen Baumschäden aufgezeigt.

5.2 Bodenschutz

5.2.1 Bodenverdichtung

Die Wiederverfüllung von Baugruben und Gräben erfordert verfahrensbedingt hohe Verdichtungswerte (Detailerläuterungen unter 6.2), die für die neue Leitung selbst, für angrenzende Bauwerke und vorhandene Anlagen, aber auch Flora und Fauna abträglich sein können.

Bei den grabenlosen Bauverfahren tritt nur eine geringe oder gar keine Beeinflussung der umliegenden Bodenzone auf, da das Bodengefüge im Bereich der Leitungszone in der Regel nicht angetastet wird. Verfahrensbedingt können geringe Bodenverdichtungen in der direkten Rohrumgebungszone auftreten. Der gesamte Bereich oberhalb der vorhandenen Leitungstrasse wird auch hier nicht berührt und damit bodenmechanisch nicht beeinflusst.

5.2.2 Bodendrainage

Die Drainagewirkung bei Gefällstrecken, das Fließpotential im Sandbett (mögliche Sandverlagerung) und die Beeinträchtigung durch die veränderte Bodenporosität durch Austauschböden können bei der offenen Bauweise erheblich sein.

Der grabenlose Leitungsbau vermeidet diese Effekte in der Regel. Nur selten sind hier Beeinflussungseffekte gegeben, die Begleitmaßnahmen erfordern.

5.3 Grundwasserschutz

Für offene Leitungsverlegungen in Böden mit hohem Grundwasserstand sind aufwändige, kosten- und zeitintensive Maßnahmen zur Wasserhaltung für eine technisch einwandfreie Ausführung der Bauvorhaben erforderlich.

Bei Grundwasserhaltungsmaßnahmen sind zusätzliche arbeits- und sicherheits-technische Aspekte zu beachten.

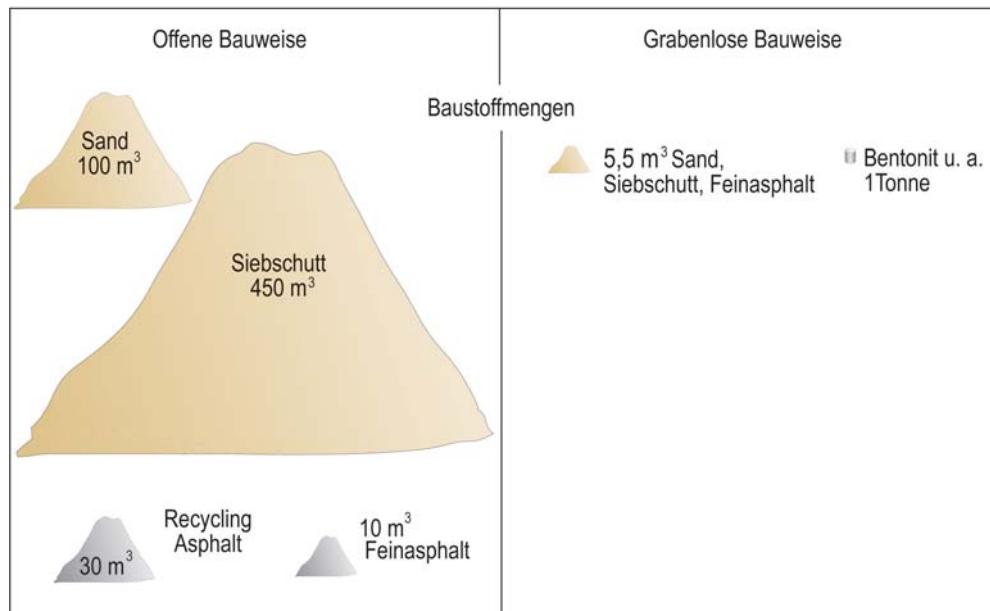
Grabenlose Bauweisen kommen ohne Grundwasserabsenkungen und deren Folgewirkungen aus.

5.4 Ressourcenschutz

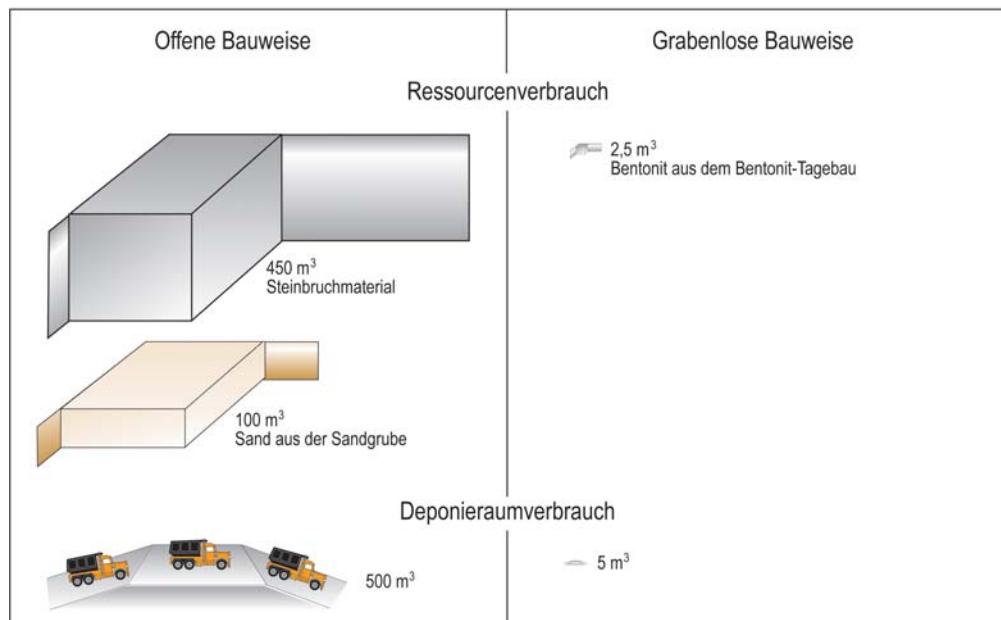
Beim offenen Leitungsbau werden erhebliche Erdmassen bewegt. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich die 50-fache Menge gegenüber einer grabenlosen Ausführung. Je nach Tiefenlage und Leitungsart kann dieser Wert um das bis zu 250-fache ansteigen. Im gleichen Verhältnis steigen der Umfang an Transportbewegungen sowie der Bedarf an Rohstoffen und Deponieraum.

Nachstehende Graphiken der Tracto-Technik, Lennestadt, beziehen sich auf ein Berechnungsbeispiel „Offener Graben“ mit 1.000 m Länge, 1,0 m Tiefe und 0,5 m Breite.

Vergleich Leitungsbau: Beispiel 1000 m 110 Ø PE-HD



Vergleich Leitungsbau: Beispiel 1000 m 110 Ø PE-HD

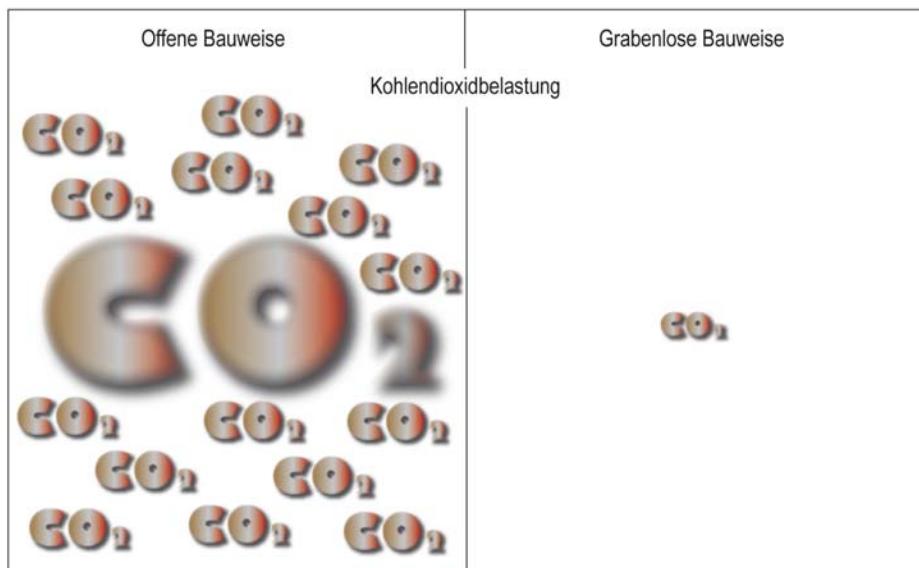


5.5 Emissionsschutz

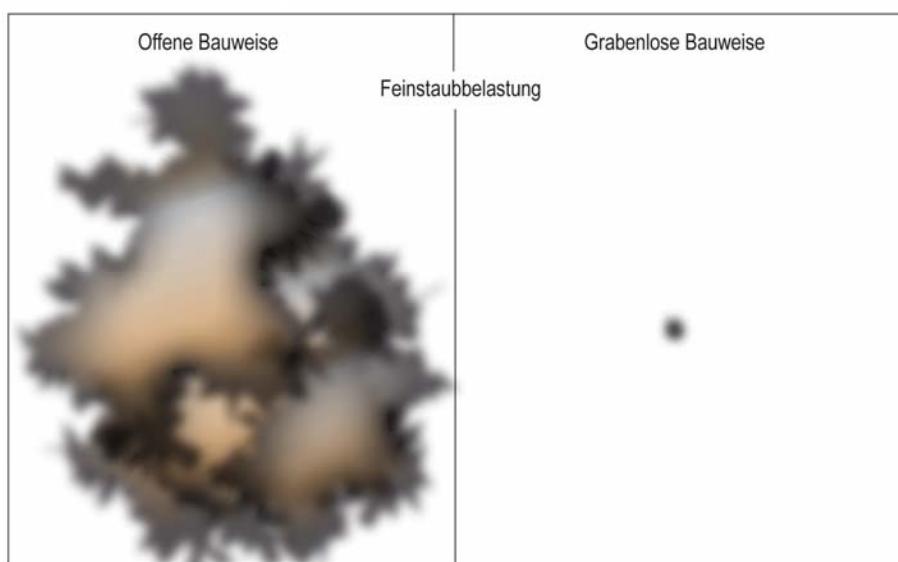
Die Bewegung großer Erdmassen bei der offenen Verlegung erfordert eine Vielzahl an Transporten mit Baufahrzeugen und einen erheblichen Baumaschineneneinsatz. Im Vergleichsbeispiel beträgt der CO₂-Ausstoß das 50-fache, beim Feinstaub sogar das 100-fache gegenüber einer Ausführung in grabenloser Bauweise.

Die geringeren Emissionen der alternativen Bauweisen tragen in erheblichem Maße zu einem verbesserten Umweltschutz bei, der vor dem Hintergrund einer verschärften Haftungssituation wie z.B. einer neuen Anspruchsgrundlage nach dem aktuellen Umweltschadensgesetz (USchadG) immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Vergleich Leitungsbau: Beispiel 1000 m 110 Ø PE-HD

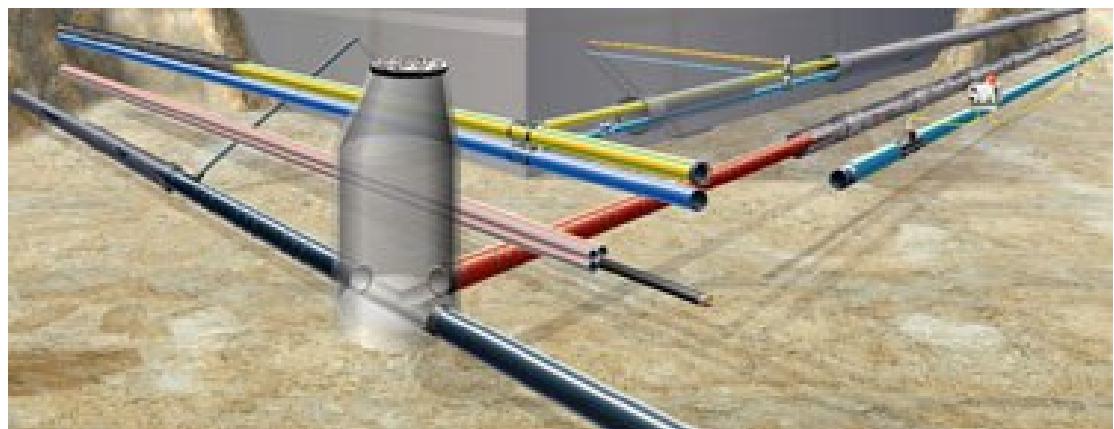


Vergleich Leitungsbau: Beispiel 1000 m 110 Ø PE-HD



6. Unterirdische Nutzungsräume

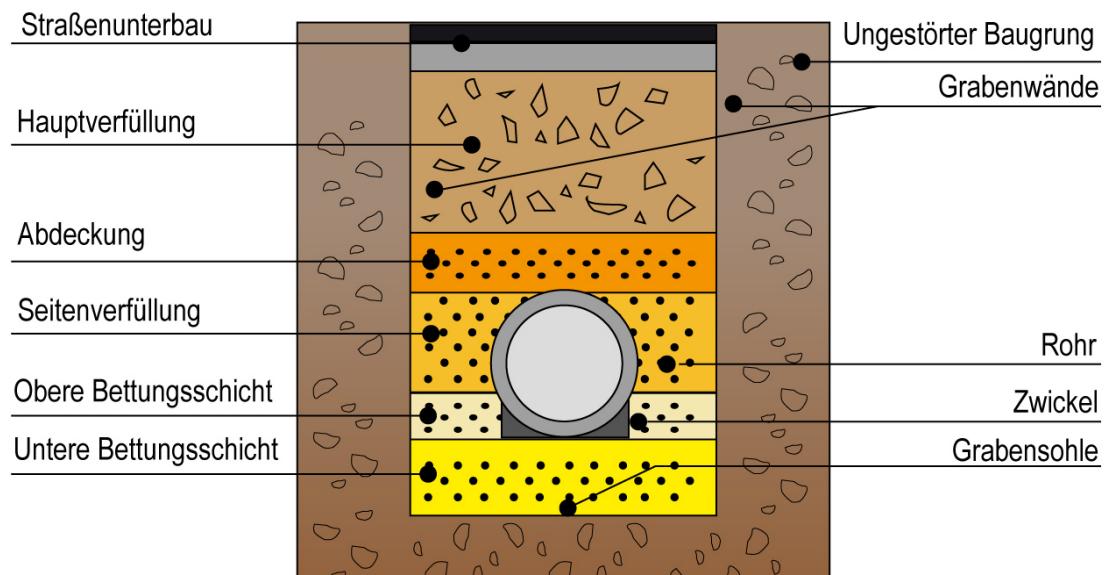
Unterirdische Nutzungsräume lassen sich nicht unbegrenzt in Anspruch nehmen. Durch mehr Infrastrukturleitungen im innerstädtischen Bereich werden die Spielräume enger, ggf. müssen Leitungen tiefer verlegt werden. Hier bieten grabenlose Techniken kostengünstigere und sicherere Alternativen.



Graphik: Fa. egeplast, Greven

6.1 Schnittflächen und Volumina, Einbaugeschehnisse

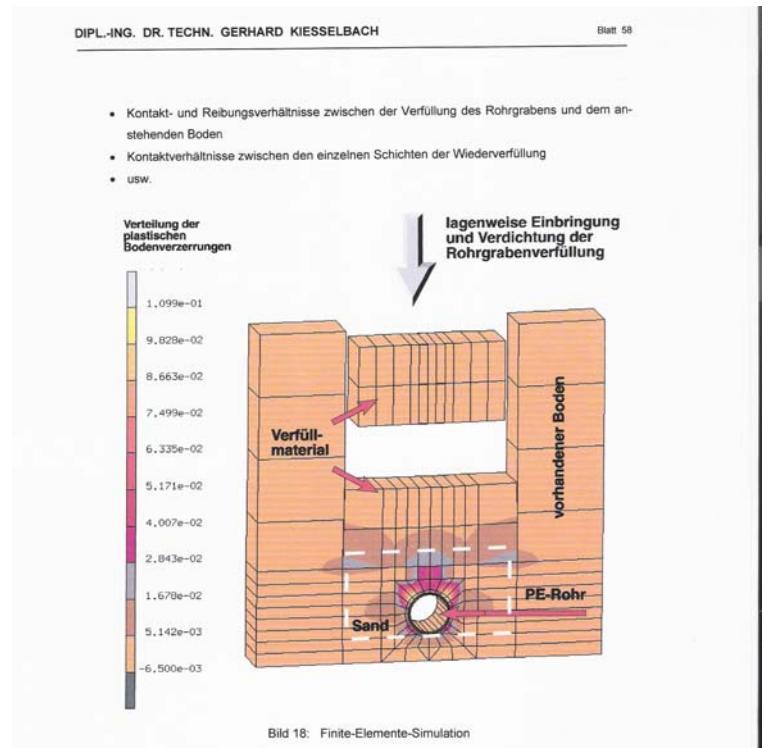
Bei der Verlegung von Leitungen in offener Bauweise wird auf wesentlich mehr Oberflächen eingewirkt und es werden größere Bodenvolumina bewegt als bei der grabenlosen Bauweise. Letztere beansprucht lediglich den Leitungsquerschnitt und gegebenenfalls einen geringen Bereich des umgebenden Bodens.



Quelle: IRO Oldenburg, Graphik: Tracto-Technik, Lennestadt

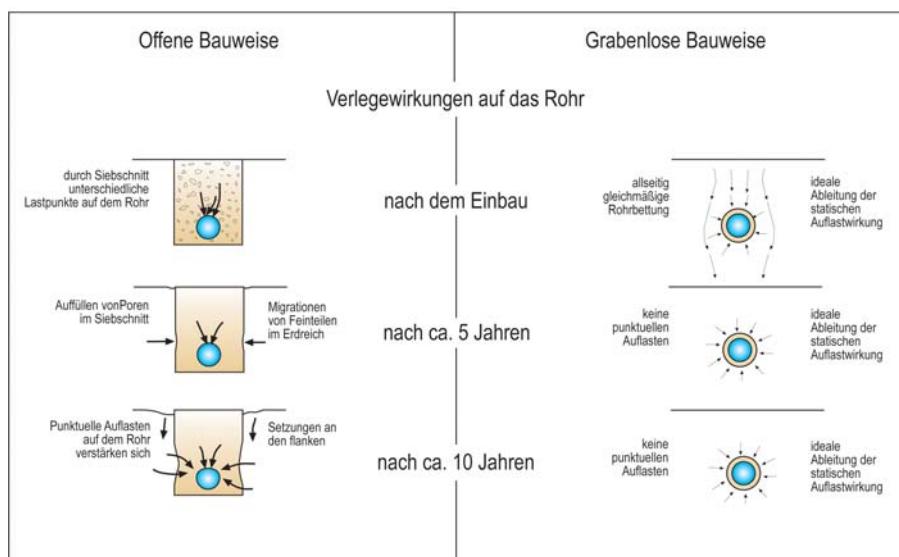
6.2 Leitungsbeeinflussungszonen

Viele Rohre erfahren beim Einbau im offenen Graben bereits erhebliche einseitige und sehr ungleiche Drucklasten [Dr. Kiesselbach, Wien], dies verkürzt die geplante Lebensdauer der Rohre deutlich. Grabenlos verlegte Rohre sind erdstatisch in einer günstigeren Situation, und eine höhere Lebensdauer kann daher erwartet werden.



Quelle: G. KIESSELBACH (1997)

Vergleich Leitungsbau: Beispiel 1000 m 110 Ø PE-HD



Graphik: Tracto-Technik, Lennestadt

Bei einer offenen Leitungsverlegung findet bis zur Einbautiefe eine physikalische Trennung des Untergrundes in zwei Hälften statt. Nach Wiederverschließung des Grabens reagieren physikalisch drei Raumkörper unterschiedlich weiter, da auch die Wiedereinfüllung des Grabens selbst als Reaktionskeil ein physikalisches Eigenleben führt, welches bei einem kompletten Bodenaustausch mit anderem Material am größten ist und bei gleichmäßig verdichtetem Wiedereinbau des ehemaligen Aushubes in der Regel am geringsten ausfällt.

Man hat somit nach der Wiederverschließung des Grabens drei unterschiedlich reagierende Straßensegmente, die sich je nach äußeren und inneren physikalischen Parametern (Temperatur, Feuchtigkeit, Haftwasserbindung im Boden, Wasserdurchlässigkeit, Kornstrukturen, Rauhigkeit, Erschütterungsempfindlichkeit, u.a.) unterschiedlich verhalten.

Besonders nach stärkeren klimatischen Wechselwirkungen, z.B. vom Winter zum Frühjahr, führen diese physikalischen Reaktionsunterschiede zu Wechselwirkungen im Bereich der ehemaligen Grabenwände, die den besagten Feinmaterialaustausch erfahren und sich entsprechend durch Kantenabrisse und Kantenbrüche zur Straßenoberfläche hin „durchpausen“. Ursache sind echte Materialwanderungen im Feinkornbereich, die durch die unterschiedlichen Porenraumangebote zwischen Grabenfüllung und Grabenflankung bedingt sind. Feinkornanteile können bei vibrierenden Auflasten zum größeren hydraulischen Gefälle und zur größeren Porenstruktur hin migrieren. Je nach Unterschiedlichkeit oder Porosität finden Setzungen im ehemaligen Graben oder im direkt benachbarten Straßenraum daneben statt.

Zunächst äußern sich die Schäden an der Straßen- oder Gehwegoberfläche meist nur durch feine, offene Risse, selten durch größere Niveaunterschiede. Diese ergeben sich erst nach Eindringen von Frost oder anhaltender Verkehrsbelastung. Es entstehen Kantenbildungen, Abrisse, Asphaltbrüche und partielle Ablösungen. Ist dieses Stadium erreicht, so besteht Reparaturbedarf, um eine weitere exponentielle Schadenszunahme zu vermeiden.

Grundsätzlich ist bei der grabenlosen Bauweise die genaue Lage der Leitungen und ihre Bettung bekannt. Der Verlauf dieser Leitungen wird beim Neubau permanent beim Leitungsbau dokumentiert (spätestens immer nach 3 Meter im Längsverlauf), und die tatsächliche Tiefenlage wird jederzeit erfasst. Die Leitungsbettung wird bei sachgemäßer Bauweise (z.B. gemäß Richtlinien des DCA oder der GW 321) schlüssig umhüllend in einem Bentonitbett vorgenommen, welches sich zur Rohrleitung schonender verhält als Sand. Die erdstatischen Lastverhältnisse sind Dank der ableitenden Gewölbeftragfunktion des umhüllenden Erdreiches sogar deutlich günstiger als im offenen Graben, was der Langlebigkeit der grabenlos verlegten Leitungen zugutekommt. Bei den grabenlosen Reparatur- und Erneuerungsverfahren wurden der Zustand und die Statik des Altrohres vorab exakt erfasst. Die Erneuerung und Reparatur ist so ausgelegt, dass sie die Statik in sehr guter Weise verbessert, die Leitung für die nächsten Jahrzehnte ertüchtigt und die Lebensdauer relativ stark verlängert.

6.3 Nutzung alter Trassen

Nur die grabenlose Bauweise bietet den erheblichen Vorteil, alte Trassen aufgrabungsfrei nutzen zu können. Alte Rohre können von innen entweder repa-

riert, ertüchtigt, verstärkt, mit neuen Einbaurohren versehen oder komplett grabenlos ausgetauscht werden. Letzteres gilt auch für Kabel.

7. Kosten und Wirtschaftlichkeit

Hierzu wird auf die GSTT-Information Nr. 11 „Kostenvergleich offener und geschlossener Bauweisen unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Kosten beim Leitungsbau und der Leitungssanierung“ verwiesen.

8. Gefährdungs- und Unfallpotentiale

Auch bei korrekter Planung und intensiver Vorbereitung von Baumaßnahmen gibt es bei deren Realisierung immer wieder Beeinträchtigungen, Gefährdungen oder gar Unfälle. Für die offene und geschlossene Bauweise werden hinsichtlich der wesentlichen Arbeitsvorgänge das Gefährdungs- und Unfallpotential betrachtet.

Es werden Bewertungskriterien genannt und mit dem Ampelverfahren vergleichend – und nicht wertend – dargestellt:

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Baustelleneinrichtung		
Arbeitsplatzeinflüsse (Baufeld)	auf gesamter Grabenlänge	örtlich begrenzt, vereinzelt
Herab fallende Gegenstände	auf gesamter Grabenlänge	örtlich begrenzt
Absturzkanten	auf gesamter Grabenlänge	örtlich begrenzt
Lastaufnahmemittel	Einsatzpunkte lokal, häufiger	Einsatzpunkte vereinzelt
Bewegliche Baumaschinen	auf gesamter Grabenlänge	örtlich begrenzt
Verkehrsführung	auf gesamter Grabenlänge	vereinzelt
Umsetzvorgänge	kontinuierliche Umsetzung	örtlich begrenzt

GSTT AG Sicherheit

Tab 1 Bewertungskriterien „Baustelleneinrichtung“

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Erdarbeiten		
Oberflächen aufbrechen	gesamte Trasse	einzelne Gruben
Aushubarbeiten (Volumina)	erheblich	sehr gering
Einsturzgefahr von Baugruben	erheblich	sehr gering
Wasserhaltung (bei Grundwasser)	erheblich	örtlich begrenzt
Gesamtmenge Transportbewegungen	erheblich	sehr gering
Fremdleitungen * quer verlaufend	gering	gering
Fremdleitungen * parallel verlaufend	erheblich	gering
Verfüllung und Verdichtung	erheblich	sehr gering
Oberflächen schließen	gering	sehr gering

GSTT AG Sicherheit

Tab 2 Bewertungskriterien „Erdarbeiten“

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Rohr- und Kabelverlegearbeiten		
Verlegen	Unsachgemäße Handhabung bei Transport und Absenken der Rohre	Unvorhersehbare Seitenbewegungen des ausgelegten Rohrstranges beim Einzug
Verbinden	Vorgang findet meist Leitungsgraben statt (Quetschgefahr)	Verbindung der Leitungsstränge außerhalb des Leitungsgrabens (Rückstellkräfte)
Handling, Transport und Lagerung	Gefahren beim Umsetzen (Rohrstapel) und erschwertes Handling (Rohrgewichte)	gering
Schlauchliningarbeiten		gering

GSTT AG Sicherheit

Tab 3 Bewertungskriterien „Rohreinbau- und Kabelverlegearbeiten“

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Indirekte Auswirkungen		
Bauzeiten	Längere Bauzeiten erhöhen Gefährdung - und Unfallpotential	Kürzere Bauzeiten verringern Gefährdung - und Unfallpotential
Verkehr	Erhöhtes Transportvolumen (Kubatur Aushub) und Stauaufkommen	Geringes Transportvolumen, nur punktuelle Eingriffe in den Straßenraum
Ressourcen	Hoher Verbrauch an Materialien , vom Abbau bis Einbau	Geringe Inanspruchnahme von Materialien
Oberflächenfolgeschäden	Stolper-, Sturzgefahren, Gefahren für Fahrzeuge	Nur punktuell in Grubenbereichen oder verfahrensbedingt keine

GSTT AG Sicherheit

Tab 4 Bewertungskriterien „Indirekte Auswirkungen“

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Personen		
Beschäftigte	Vorgangsbedingt erheblich	Vorgangsbedingt gering
Bevölkerung	In direktem Umfeld der Baustelle gegeben	Wesentlich geringere Gefährdung durch kleinere Baustellen und kürzere Bauzeit

Tab 5 Bewertungskriterien „Personen“

Gefährdungs- und Unfallpotentiale	Offene Bauweise	Grabenlose Bauweise
Umwelt		
Emissionen (insbes. CO ₂)	Erheblich	Sehr gering
Gefährdung Grundwasser	Defekte Baumaschinen, Eintrag wasser-gefährdender Stoffe	Austrag von Bauhilfsstoffen, von nicht vollständig ausgehärteten Reaktionswerkstoffen
Vegetation (siehe auch GSTT-Informationsschrift Nr. 8)	Langfristige Schäden infolge Grundwasserabsenkungen und Bodenverdichtungen	Verfahrens- und ablaufbedingt gering
Gefährdung Boden	Eintrag von Schadstoffen (Schmierstoffe, Dichtmassen etc.)	Verfahrens- und ablaufbedingt gering
Verkehrswege	Schmutz-, Boden-, Baustoffaustrag, Folgeschäden für Fahrzeuge und Personen	Verfahrens- und ablaufbedingt gering

GSTT AG Sicherheit

Tab. 6 Bewertungskriterien „Unfallpotentiale“

9. Fazit und Ausblick

Die vorstehenden Darstellungen und Vergleiche der alternativen Bauverfahren mit den herkömmlichen, offenen Bauweisen zeigen eindeutig, dass die grabenlosen Bauverfahren im Leitungsbau sich tatsächlich als innovative, kostengünstige und sichere Varianten erwiesen haben.

Es ist immer lohnenswert, jedes Bauvorhaben hinsichtlich der direkten und indirekten Kosten, der Sicherheitsaspekte sowie der Emissionen und der Auswirkungen auf Natur und Umwelt zu überprüfen und unter Berücksichtigung all dieser Aspekte eine Auswahl für das Verlegeverfahren zu treffen.

Für alternative Verlegeverfahren spricht der in jüngster Zeit kontinuierlich ansteigende Anteil dieser Bauweisen. Planer, Auftraggeber und ausführende Unternehmen, die sich einer ganzheitlichen Betrachtung hinsichtlich Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Bauprojekte verpflichtet sehen, haben mit dieser GSTT-Information eine solide Entscheidungshilfe zur Hand.

10. Quellenangaben

Arbeitsschutzgesetz (1996 und 2009): ArbSchG – Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit. – Bundesministerium der Justiz, Berlin.

AGFW-Merkblatt FW 438: Grabenlose Rohreinziehverfahren für Fernwärmeleitungen, -Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren-, Ergänzungen und Abweichungen zum DVGW-Arbeitsblatt GW 321 (Juni 2009)

ATV-DVWK M 143-1: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1 – Grundlagen (August 2004)

BAYER, H.-J. (2007): Ökonomische und soziale Kosten von offenen und grabenlosen Leitungsbaumaßnahmen. – TIEFBAU, 119. Jg., Heft 8, 2007; München.

BG-Vorschriften entsprechend der Auflistung im Text

Sicherheit bei Bauarbeiten im Bereich von Versorgungsanlagen. – Herausgeber: Initiative BALSibau, 5. Auflage 2009

DVGW GW 129 (H) Sicherheit bei Bauarbeiten im Bereich von Versorgungsleitungen Schulungsplan für Ausführende, Aufsichtsführende und Planer

DVGW W 403 (M) Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserverteilungsanlagen

DWA-A 125 (identisch mit) / DVGW GW 304: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren (Dezember 2008)

DWA-M 162: Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle (Entwurf Stand 11/2010)

GSTT-Information Nr. 8: Baum- und Bodenschutz (März 1999)

GSTT-Information Nr. 11: Kostenvergleich offener und geschlossener Bauweisen unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Kosten beim Leitungsbau und der Leitungssanierung (2. Aufl., März 2002)

GSTT-Information Nr. 11: 3. Auflage, in Arbeit, erscheint voraussichtlich 2011

GSTT-Information Nr. 14: Kriterienkatalog zur Auswahl der Bauweise für die Sanierung von Entwässerungsleitungen (Juni 2000)

GSTT-Information Nr. 7: Verfahren zur Inspektion, Dichtheitsprüfung und grabenlosen Schadensbehebung in Anschlusskanälen und Grundleitungen (2. Aufl., April 2001)

KIESSELBACH, G. (1999): Projektstudie über die Verfüllung von Künnetten. – Studie im Auftrag der Stadt Wien, 127 S., Wien.

KIESSELBACH, G. & FINZEL, W. (2006): PE-Rohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung. – 313 S., Vulkan-Verlag, Essen.

KÖHLER, R. (1997): Tiefbauarbeiten für Rohrleitungen.- 6. Aufl., 208 S., Rudolf Müller Verlag, Köln.

MEINERT, A. (1999): Kanalsanierung mit Schlauchlinern – Qualitätsmanagement - Schriftenreihe IRO, Bd. 17, Vulkan-Verlag, Essen.

Profi Partner Club Sicherer Tiefbau und Sicherheitspartnerschaft Tiefbau e.V. (vierteljährlich). ... „aber sicher!“, Fachmagazin für sicheres Bauen. Frankfurt/Main.

RICHTER, H. W. (2005): Die wirtschaftlichen Vorteile der grabenlosen Verfahren gegenüber der offenen Bauweise – Schriftenreihe IRO, Bd. 29, Vulkan-Verlag, Essen.

RIZKALLAH, V. et al. (2006): Bauschäden im Spezialtiefbau (Baugruben, Rohrvortriebe, unterirdische Bauanlagen) – Studie des Instituts für Bauforschung und der VHV-Versicherung, 93 S., Hannover.

Stadt Münster, Stadtwerke Münster (2009): Achtung Baustelle – Vor der Arbeit unter dem Asphalt. – Informationsbroschüre. Münster.

11. Teilnehmer des Arbeitskreises

Dipl.-Ing. Torsten Schamer, Prokurist
Arkil Inpipe GmbH
Lohweg 46 E
30559 Hannover

Dipl.-Ing. Leopold Scheuble
Infrastructure Consulting
Magdeburger Ring 32d
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Hans Dupont
Profi Partner Club “Sicherer Tiefbau”
Am Sägewerk 1
55124 Mainz

Dipl.-Betriebswirt Jörg Konert
Egeplast Werner Strumann GmbH & Co KG
Robert-Bosch-Straße 7
48268 Greven

Dipl.-Ing. Eckard Becker

BG Bau
Holländische Str. 143
34127 Kassel

Martin Heim, Direktionsbevollmächtigter
Westfälische Provinzial Versicherung
Aktiengesellschaft
Provinzial-Allee 1
48131 Münster

Dipl.-Ing. Andre Graßmann
Open Grid Europe GmbH
Gladbecker Straße 404
45326 Essen

Dipl.-Geol. Dr. Hans-Joachim Bayer (Sprecher)
Ltr. Neue Anwendungstechnologien
Tracto-Technik GmbH & Co KG
Reiherstr. 2
57368 Lennestadt

Dipl.-Ing. Markus Grummich
Initiative BALSibau
DVGW Service & Consult GmbH
Josef-Wirmer-Str. 1-3
53123 Bonn



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, Internet: <http://www.gstt.de>