

Das Stahlrohr in der grabenlosen Rohrverlegung

Sonderdruck 010



Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

Das Stahlrohr in der grabenlosen Rohrverlegung

Hans-Jürgen Kocks, Hauke Joens, Frank Föckersperger,
Günter Walther

Die grabenlose Verlegung von Rohrleitungen in der Gas- und Wasserversorgung bzw. Abwasserentsorgung hat in den vergangenen Jahren eine immer größere Bedeutung erlangt. Je nach Verlegebedingungen wurden verschiedene Verfahren entwickelt, die auf den Anwendungsfall optimal abgestimmt sind. Das Stahlrohr mit seinen sehr hohen zulässigen Zugkräften in Verbindung mit der Drei-Schicht-Kunststoffumhüllung als optimalem Korrosionsschutz, die Möglichkeit des kathodischen Korrosionsschutzes und der zusätzlichen Faserzementmörtelummantelung für besondere mechanische Belastungen eignet sich in hervorragender Weise für die vielfältigen Anforderungen, die heute an eine grabenlos zu verlegende Leitung gestellt werden. Die Stahlrohrausführungen für die grabenlose Rohrverlegung und eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen werden in diesem Beitrag behandelt.

1. Einleitung

Grabenlose Verfahren zur Verlegung von Rohrleitungen haben sich in allen Bereichen der Ver- und Entsorgungswirtschaft durchgesetzt. Bei Sonderbaumaßnahmen, wie beispielsweise der Unterquerung von Gebäuden, Flussläufen oder Verkehrswegen, ist die Anwendung von Schildvortrieb, Ramm- bzw. Bohrpressverfahren und gerichteter Bohrverfahren Stand der Technik. Die offene Verlegung erfordert in solchen Fällen einen hohen Aufwand, der wirtschaftlich nicht zu vertreten ist. Bei den gerichteten Bohrverfahren sind Spülbohr- und Trockenbohrtechniken zu unterscheiden /1/. Spülbohrverfahren ermöglichen im Vergleich zu den Trockenbohrverfahren größere Rohrdurchmesser und längere Leitungstränge, da diese 'nassen' Verfahren einen sanfteren Einzug erlauben. Das gelöste Bodenmaterial wird durch das Einpressen von Bentonit aus dem Bohrkanal weitgehend entfernt. Mit den verbliebenen Restmengen wird der Ringraum zwischen Rohr und Bohrkanalwandung verfüllt. Gerade in der Verfüllung des Ringraumes liegt aus statischer Sicht ein wesentlicher Vorteil der grabenlosen Verlegung, da so jede Fahrbahnschädigung durch spätere Setzungen vermieden wird /2/. Nachteilig bei den Spülbohrverfahren ist die erforderliche Aufbereitung der Bohrsuspension. Des Weiteren besteht aufgrund des hohen Mediumdruckes die Gefahr von 'Ausblasern', d.h. das Austreten von Bentonit beispielsweise aus Frostaufbrüchen unterbohrter Straßenzüge. Diese Nachteile spielen hingegen bei Trockenbohrverfahren keine Rolle.

Im Gegensatz zu den Sonderbaumaßnahmen stehen konventionelle und grabenlose Verfahren innerhalb der Städte unter Kostenaspekten im direkten Wettbewerb. Grabenlose Verfahren verbuchen hier Vorteile wie:

- geringe Schädigung des Straßenunterbaus durch die Vermeidung von Setzungen.
- Die Bohrungen sind gefüllt mit einer Mischung aus dem gelösten Bodenmaterial und Bentonit.
- schnelle Verlegung, da die aufwändige Wiederherstellung der Oberflächen fehlt.
- keine Beeinträchtigung von Anwohnern und Verkehrsteilnehmern im Baustellenbereich.
- Behinderungen werden aufgrund kleiner Baugruben minimiert, es fehlen Baustellenaufwände durch die Vermeidung von Baustellenverkehr und die bei konventioneller Verlegung üblichen Baustellenaktivitäten.

Ein bedeutender Nachteil für grabenlose Verfahren ist die hohe Leitungsdichte im Untergrund der Städte, die eine Gefährdung für den Erfolg einer Bohrung darstellt. Georadar oder geoelektrische Messungen haben sich im Falle der Transportleitungen im offenen Gelände gut bewährt. Im Falle fehlender Angaben in den Netzplänen der Innenstädte sind jedoch die Anforderungen an die Auflösung dieser Verfahren in Bezug auf bereits vorhandene Leitungen im Boden nicht zu unterschätzen /3/.

Eine Sonderstellung nehmen in den Städten Sanierungsverfahren, wie beispielsweise das Berstlining, ein, die sich an den bereits vorhandenen Rohrleitungen orientieren und damit die Gefährdung anderer Gewerke im Untergrund minimieren. Sowohl im Falle der grabenlosen Neuverlegung als auch im Fall der Sanierungsverfahren werden bei einer großen Zahl von Hausanschlüssen die wirtschaftlichen Vorteile durch die Vermeidung einer aufwendigen Wiederherstellung der Oberflächen schnell aufgezehrt.

Außerhalb der Städte haben die Richtbohrverfahren im Transportleitungsbau nur geringe Bedeutung. Ausnahmen sind die bereits erwähnten Sonderbaumaßnahmen oder beispielsweise mit den Verlegearbeiten verbundene Auflagen in Landschaftsschutzgebieten. Im Transportleitungsbau hat sich insbesondere im Falle günstiger Bodenverhältnisse und Rohrdimensionen bis derzeit DN 300 die Verlegung im Pflugverfahren durchgesetzt. Der Wettbewerb wird hier maßgeblich bestimmt durch den bei konventioneller Verlegung üblichen Einsatz von Grabenfräsen. Mit dem abnehmenden Verlegeaufwand der konventionellen Rohrverlegung steigt dabei zwangsläufig der Kostenanteil für das eingesetzte Rohrmaterial und damit, mit Blick auf den wirtschaftlichen Vergleich der Verfahren, die Bedeutung der Kosten zusätzlicher Maßnahmen zur Sicherstellung einer ausreichenden Längskraftschlüssigkeit oder mechanischer Schutzmaßnahmen von Rohre für grabenlose Verlegetechniken. Unter diesem Blickwinkel hat eine auf die jeweilige Verlegung abgestimmte Auswahl der Rohrausführung gravierende Bedeutung. Dieser Beitrag liefert einen Überblick der für grabenlose Verlegetechniken eingesetzten Stahlrohrausführungen und dokumentiert anhand von Verlegebeispielen die Vielseitigkeit der Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie.

2. Stahlrohrausführungen für grabenlose Verlegetechniken

Die Wahl der Rohrausführung wird nicht nur in der konventionellen sondern auch der grabenlosen Verlegung maßgeblich von den eingesetzten Verlegetechniken und den für jedes Projekt zu berücksichtigenden lokalen Gegebenheiten bestimmt. Je nach Rohrausführung ergeben sich aus verlegetechnischer Sicht Besonderheiten, die in der Planung, bei der Montage oder dem Rohreinzug zu berücksichtigen sind.

2.1 Verbindungstechniken

Ein wesentlicher Vorteil der Stahlleitungsrohre ist die Vielfältigkeit möglicher Verbindungstechniken. Für die grabenlose Rohrverlegung sind insbesondere die Schweißverbindungen für Gas-, Wasser- und Abwasserleitungen Stand der Technik. In der Wasserversorgung sind auch längskraftschlüssige Steckmuffenverbindungen im Einsatz. Aus sicherheitstechnischer Sicht haben die Schweißverbindungen den Vorzug der Längskraftschlüssigkeit und Längsleitfähigkeit. Die mechanischen Festigkeiten des Stahls können im Falle der geschweißten Verbindung vollständig in die Dimensionierung der zulässigen Zugkraft einfließen und vor allem durch das Ausschöpfen größtmöglicher Einziehlängen die wirtschaftlichen Vorteile der grabenlosen Verlegetechniken voll zur Geltung bringen. Eine regelrechte Spielwiese bieten dabei die verschiedenen Stahlgüten und damit die Werkstofffestigkeit, die in Kombination mit der optimalen Rohrwanddicke ein wirtschaftliches Produktdesign ermöglichen.

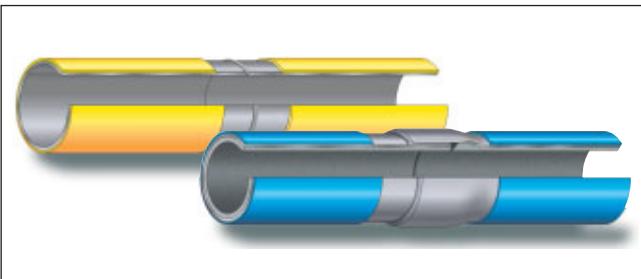


Abb. 1: Schweißverbindungen

Als Schweißverbindungen werden sowohl Stumpfschweißverbindungen als auch Einstektschweißmuffen eingesetzt (Abb. 1). Die Längsleitfähigkeit der Rohrverbindung erlaubt den Einsatz des kathodischen Korrosionsschutzes. Dabei spielt es für die Verlegemaßnahme keine Rolle, ob die gesamte Rohrleitung oder nur der grabenlos verlegte Leitungsabschnitt über eine lokale Anlage kathodisch geschützt wird. Ein gewisser Unsicherheitsfaktor der grabenlosen Verlegetechnik ist die Frage einer möglichen Beschädigung des eingezogenen Leitungsstranges. Hier bietet im Gegensatz zu allen anderen Rohrmaterialien gerade die geschweißte Stahlrohrausführung in Kombination mit dem kathodischen Korrosionsschutz, z.B. bei typischen riefenförmigen Beschädigungen der Umhüllung die Sicherheit, daß weder Funktion noch Lebensdauer der eingezogenen Rohrleitung beeinträchtigt sind.

In der Planung sind neben den Zugkräften auch die zulässigen Biegeradien der Stahlleitungen zu berücksichtigen. Diese elastischen Biegeradien sind je nach Anwendung in den DVGW-Arbeitsblättern festgelegt. Für Wasser- und Abwasserleitungen gilt $R_{min} = 500\text{Da}$. Bei Gasleitungen sind die Angaben in den DVGW-Arbeitsblättern G 462 und G 463 zu beachten. Eine Übersicht dieser Daten und der Berechnungsgrundlagen bietet das DVGW-Arbeitsblatt GW 321.

Die Biegeradien sind nicht nur für die spätere Leitungsführung von Bedeutung, sondern bestimmen auch die Größe der Startgrube für den Einziehvorgang. In der geschweißten Rohrausführung ist die erforderliche Freifläche zur Montage der einzuziehenden Leitungsstränge zu berücksichtigen. Der einzelne Rohrstrang wird dazu meist auf Rollen gelagert.

Fehlende Freiflächen für die Montage der Leitungsstränge erfordern entweder die aufwändige Einzelrohrschiessung in der Startgrube oder den in der Wasserversorgung üblichen Einsatz von längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindungen. Hier sind je nach Zugkraft bei Stahlrohren im Dimensionsbereich von DN 80 bis DN 300 zwei Ausführungen der Steckmuffe, nämlich Tyton-Sit und DKM-Verbindung (Abb. 2 und 3), zu unterscheiden. Einen Überblick der max. zulässigen Zugkräfte in Abhängigkeit von der Steckmuffenausführung ist für die gängigsten Dimensionen in Tabelle 1 zu finden.

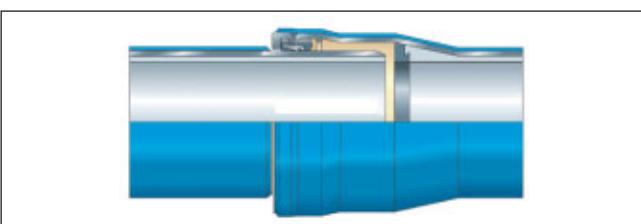


Abb. 2: Tyton-Sit-Steckmuffe

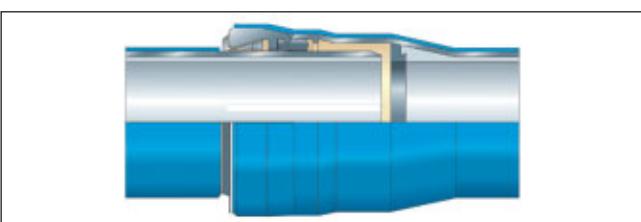


Abb. 3: DKM-Steckmuffe

Tab. 1: Zulässige Zugkräfte (KN) und Abwinkelungen in Abhängigkeit von der Steckmuffenausführung (Rohrlänge 6 m)

Dimension	Tyton-Sit		DKM	
	Zugkraft (KN)	Biegeradius (m)	Zugkraft (KN)	Biegeradius (m)
DN 100	23	115	50	115
DN 150	48	115	100	115
DN 200			170	115
DN 250			260	115
DN 300			370	115

Bei Steckmuffenrohren ist im Vergleich zur Schweißverbindung mit einer größeren Aufweitung des Bohrkanals und einer größeren erforderlichen Zugkraft aufgrund der Muffengeometrie zu rechnen. Einfallendes Material kann die Muffen im Bohrkanal festsetzen. Im Gegensatz zur Schweißverbindung besteht bei Steckmuffenrohren die Gefahr, daß bei zu hohen Zugkräften die Längskraftschlüssigkeit der Verbindung versagt. Aufgrund der äußerst engen Stahlrohtoleranzen versagt in solchen Fällen meist die erste Steckmuffenverbindung hinter dem Zugkopf, da hier die Summe der an jeder Einzelrohrlänge auftretenden Reibungs- und Gewichtskräfte wirksam ist. Speziell bei Spülbohrverfahren empfiehlt sich daher insbesondere bei Trinkwasserleitungen die Montage einer Abdichteinheit hinter der ersten Steckmuffenverbindung zur Vermeidung einer Verunreinigung der Zementmörtelauskleidung durch einbrechende Bohrsuspension. Im Versagensfall kann der bereits verlegte Rohrabschnitt ggf. freigelegt und die dabei hergestellte Grube als neuer Startpunkt für die weitere Verlegung dienen.

2.2 Umhüllungen und Ummantelungen

Stahlleitungsrohre erhalten standardmäßig eine Polyethylenumhüllung im Dreischichtverfahren nach DIN 30670. Eine Alternative ist die Polypropylen-Umhüllung nach DIN 30678. Für sehr anspruchsvolle und schwierige Verlegungen kann zusätzlich zur Kunststoff-Umhüllung die FZM-Ummantelung nach DVGW-Arbeitsblatt GW 340 aufgebracht werden (Abb. 4).

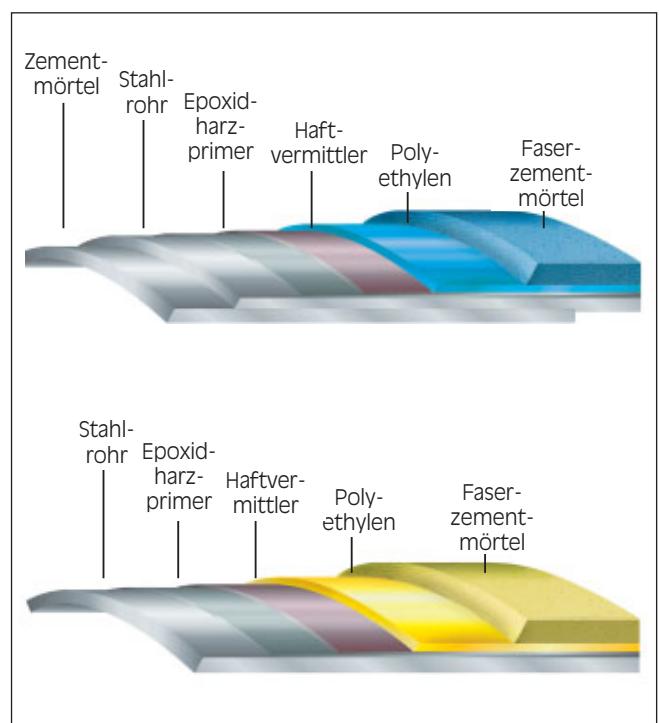


Abb. 4: Schichtaufbau von Gas- und Wasserleitungsrohren

Tab. 2: Normschichtdicken der Polyethylen- und Polypropylenumhüllungen

Polyethylenumhüllungen nach DIN 30670			Polypropylenumhüllung nach DIN 30678	
Dimension	Schichtdicke (n)	Schichtdicke (v)	Dimension	Schichtdicke
bis DN 100	1,8 mm	2,5 mm	bis DN 100	1,8 mm
über DN 100 bis DN 250	2,0 mm	2,7 mm	DN 125 bis DN 250	2,0 mm
über DN 250 bis unter DN 500	2,2 mm	2,9 mm	DN 300 bis DN 500	2,2 mm
ab DN 500 bis unter DN 800	2,5 mm	3,2 mm	ab DN 600	2,5 mm
ab DN 800	3,0 mm	3,7 mm		

Die Drei-Schicht-Polyethylenumhüllung nach DIN 30670 besteht aus einer Epoxidharzgrundschicht, einem Kleber und der eigentlichen Kunststoff-Umhüllung aus Polyethylen. Umhüllungen in der Normalausführung N können für Dauerbetriebstemperaturen bis zu 50 °C und in der Sonderausführung S bis 70 °C eingesetzt werden. Die normale Schichtdicke (n) ist abhängig von der Rohrdimension und liegt zwischen 1,8 und 3,0 mm (Tab. 2). Die verstärkte Schichtdicke (v) liegt um 0,7 mm höher; je nach Erfordernissen sind höhere Schichtdicken möglich.

Die Polypropylen-Umhüllung wird nach DIN 30678 gefertigt und ist ähnlich der Polyethylen-Umhüllung aufgebaut, der Kunststoffmantel der Umhüllung besteht in diesem Fall aus dem mechanisch belastbareren Polypropylen. Die Umhüllung kann mit den heute verwendeten Rohstoffen für Betriebstemperaturen bis zu 100 °C eingesetzt werden, die Schichtdicken sind wie im Falle der Polyethylenumhüllung abhängig von den Rohrdimensionen (Tab. 2).

Die nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 340 gefertigte FZM-Ummantelung wurde ursprünglich entwickelt, um die beim konventionellen Leitungsbau übliche Sandbettung im Falle steiniger oder felsiger Böden einzusparen. Vor allem die Druckfestigkeit und Schlagbeständigkeit der FZM-Ummantelung liegen um ein Vielfaches über den Werten der Kunststoffumhüllungen. Später wurden spezielle Ummantelungstypen entwickelt, die den Einsatz in der grabenlosen Verlegung ermöglichen. Beim Rohreinzug können durch die entstehende Mantelreibung sehr hohe Scherbelastungen ent-

stehen, die von der Ummantelung auf das Leitungsrohr übertragen werden müssen. Im Vergleich zur FZM-Ummantelung in der Normalausführung (FZM-N) erhält die Ausführung für die grabenlose Verlegung (FZM-S) einen Haftverbund zwischen Kunststoff-Umhüllung und FZM-Ummantelung. Wie im konventionellen Leitungsbau übernimmt die FZM-Ummantelung auch in der grabenlosen Rohrverlegung den mechanischen Schutz für die Kunststoff-Umhüllung.

3. Die Bearbeitung der Verbindungs-bereiche an der Baustelle

Vor dem Einzug der Rohrleitungen müssen alle Rohrverbindungen korrosionsschützt und ggf. der mechanische Schutz im Verbindungsbereich hergestellt sein. Grundsätzlich sind für alle Polyethylenumhüllungen Nachumhüllung aus Korrosionsschutzbinden oder unter Erwärmung schrumpfende Materialien entsprechend DIN 30672 einsetzbar. Alternativ bzw. ergänzend können jedoch aufgrund der höheren mechanischen Belastungen während des Einzugs Produkte verwendet werden, die speziell für die grabenlose Rohrverlegung entwickelt wurden, z.B. GFK- oder Duroplast-Spachtelmassen (Abb. 5).



Abb. 5: Nachumhüllung von Polypropylenumhüllungen



Abb. 6: Nachumhüllung der FZM-Ummantelung mit Gießmörtel

Für Polypropylen sind GFK- bzw. Spachtelmassen obligatorisch, da die üblichen Nachumhüllungsmaterialien nach DIN 30672 auf diesen Umhüllungen deutlich schlechter haften. Unter Einsatz der FZM-Ummantelung wird der Bereich der Rohrverbindung zunächst mit den üblichen Korrosionsschutzsystemen nach DIN 30672 vervollständigt. Da die Schichtdicke der FZM-Ummantelung

mindestens 7 mm beträgt, wird die Restschichtdicke durch ein einfach zu verarbeitendes Gießmörtelsystem vervollständigt (Abb. 6). Möglich ist auch der Einsatz von GFK- oder Duromer-Systemen. Diese sind zwar erheblich teurer und aufwändiger zu verarbeiten, erreichen jedoch deutlich früher ihre Endfestigkeiten.

4. Die grabenlose Verlegung von Stahlleitungsrohren

Ausgehend von den Schutzrohrpressungen beispielsweise, bei Bahnquerungen gewannen die gerichteten Bohrverfahren etwa Ende der 80er Jahre insbesondere bei Sonderbaumaßnahmen wie Dükerungen im Transportleitungsbau mehr und mehr an Bedeutung. Die Entwicklung vollzog sich dabei ausgehend von den Rohren mit großem Durchmesser hin zu den kleineren Rohrabmessungen im Bereich der Gas- und Wasserversorgungen. So berichtete Scholz im Rahmen eines Seminars über Horizontal-Spülbohrverfahren 1996 im Institut für Kanalisationstechnik der Ruhruniversität Bochum am 24.09.1996 über Dükerungen, die unter Einsatz gerichteter Bohrverfahren durchgeführt wurden /4/. In einer Übersicht wurden Beispiele von Dükerungen unter Ruhrgasbeteiligung vorgestellt. Diese Übersicht begann mit einer Dükerung der Donau im Jahr 1990 auf einer Länge von 550 m mit einem Rohrdurchmesser DN 800. Es folgten weitere Beispiele in einem Zeitraum bis 1996 mit Dimensionen bis DN 1200 und Verlegelängen bis immerhin 1160 m (Tab. 3).

Tab. 3: Dükerungen unter Beteiligung der Ruhrgas im Zeitraum zwischen 1990 bis 1996 /4/

Baujahr	Fluß/Kanal	Länge (m)	Durchmesser DN	Nenndruck (bar)
1990/91	Donau	550	800	80
	Lech	380	800	80
1993	Elbe	680	1100	84
	Havel	480	1100	84
	2 Kanäle	400	1100	84
1994	Ems	550	1200	84
1995	Isar	1160	900	80
1996	Nord-Ostsee-Kanal	550	700	84

Im Bereich der kleineren Rohrdimensionen verlief die Entwicklung deutlich langsamer. Die erste Verlegung mit einem polyethylenumhüllten und zementmörtelummantelten Stahlleitungsrohr wurde 1990 bei der NGW in Rheinberg dokumentiert (Abb. 7).



Abb. 7: Rheinberg, DN 100, 1990

Es handelt sich um eine Gasleitung DN 100, die auf einer Länge von 130 m unter einem Parkplatz und einer Bundesstraße hindurch eingezogen wurde. Diese Verlegemaßnahme kennzeichnete für diesen Dimensionsbereich den damaligen aktuellen Stand der Technik. Bayer berichtete dazu in einem Artikel über die Prinzipien des steuerbaren Horizontal-Spülbohr-verfahrens in der 3R international 1991 über die Verlegemöglichkeiten für die Versorgungswirtschaft /5/:

„Mit dem Horizontalspülbohrverfahren lassen sich folgende Produkte unterirdisch verlegen:

... dünnwandige Stahlrohrleitungen bis zu einem Maximaldurchmesser von 150 mm, letztere jedoch nur, wenn besonders weicher Boden vorliegt und Platz für längere Einziehgruben vorhanden ist. (Stahlrohrleitungen mit einem Durchmesser bis zu DN 100 sind unproblematischer).“



Abb. 8: Moseldükerung, DN 200, 1996

1996 wurde für die Saarferngas mit einer Gashochdruckleitung die Mosel in der Dimension DN 200 auf einer Länge von 368 m unterquert (Abb. 8). Die Bodenverhältnisse hatten mit den nur wenige Jahre zuvor geforderten weichen Böden kaum noch etwas zu tun. Unter der Mosel mußte auf einer Länge von 80 m sehr harter Quarzit durchbohrt werden /6/.

Im gleichen Jahr wurden für die VNG Leipzig erstmals in diesem Dimensionsbereich polypropylenumhüllte Stahlrohrleitungen DN 300 in Wesenberg auf einer Länge von 576 m eingezogen (Abb. 9).



Abb. 9: Wesenberg, DN 300, 1996



Abb. 10: Hamburg, DN 200, 2000

Es folgten weitere Entwicklungsschritte mit der ersten grabenlose Verlegung von Steckmuffenrohren 1997 in Offenbach unter Einsatz der Tyton-Sit-Verbindung und im Jahr 2000 der Einzug von Steckmuffenrohren mit DKM-Verbindung für die Hamburger Wasserwerke in der Dimension DN 200 (Abb. 10).

Das Spülbohrverfahren hat sich im Falle der Sonderbaumaßnahmen wie den Dükern oder bei der Unterquerung von Gebäuden, Verkehrswegen und Landschaftsschutzgebieten sowie in den Ortsverteilungen durchgesetzt. Die Verlegung von Rohrleitungen in unbebauten Flächen ist derzeit jedoch mit diesen Verfahren kaum wirtschaftlich durchführbar. Hier hat sich je nach Bodenverhältnissen speziell im Dimensionsbereich bis etwa DN 300 das Pflugverfahren etabliert.



Abb.11: Münchaurach, DN 200, 2001

Bei dem von der Fa. Föckersperger entwickelten und patentierten Raketenpflug wird das Rohr direkt an ein Verdrängerteil (Rakete) montiert und in den damit geschaffenen Hohlräum eingezogen (Abb. 11). Mit dem Verdrängerteil können Hohlräume bis zu 500 mm Durchmesser hergestellt und Stahlrohre bis DN 250 (je nach Boden- und Trassenverhältnissen auch größer) eingezogen werden.

Gleichzeitig können mit Hilfe eines auf dem Verdrängerteil montierten Verlegeschachtes zusätzliche Schutzrohre, Kabel und Warnbänder verlegt werden. Die Lagegenauigkeit der Leitung kann mit Hilfe eines Rundumlasers eingestellt und kontrolliert werden.

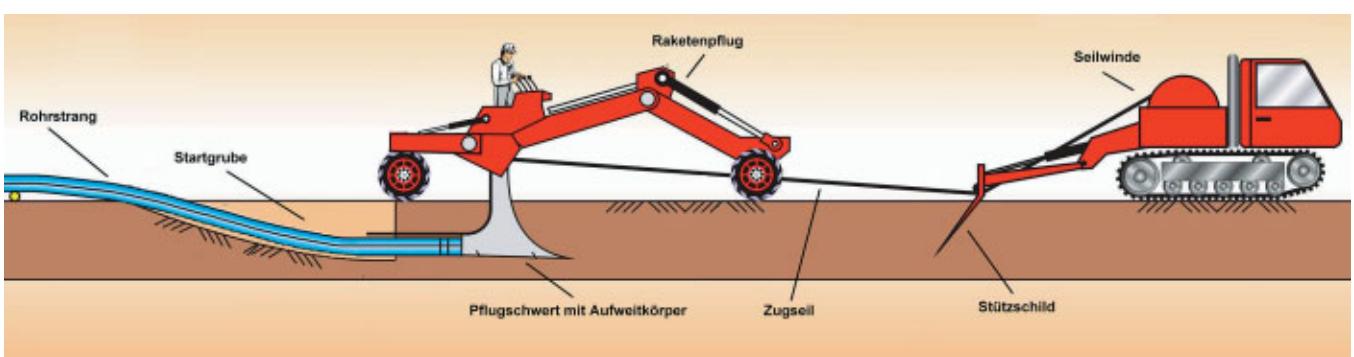


Abb. 12: Prinzip des Raketenpflugverfahrens

Beim Raketenpflug wird der vorgestreckte Rohrstrang hinter dem Startschacht ausgelegt und mit dem Pflugvortrieb mitgezogen (Abb. 12). Bei unsicheren Bodenverhältnissen kann auch die Verwendung eines zusätzlich mit Zementmörtel ummantelten Rohres sinnvoll sein. Eine Überwachung der entstehenden Zugkräfte am Leitungsstrang ist möglich. Durch das Einbringen einer Bentonitsuspension, können die Reibungskräfte und damit die erforderliche Zugkraft verringert werden. Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden die maximal auftretenden Zugkräfte beim Einzug einer verschweißten Stahlleitung ermittelt. Dabei wurde der ungünstigste Fall untersucht. Es handelte sich um eine zementmörtelummantelte Ausführung der Dimension DN 200, die ohne Bentonitsuspension eingezogen wurde. Die Zugkraftmessungen wurden vom Institut für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München aufgenommen und ausgewertet.

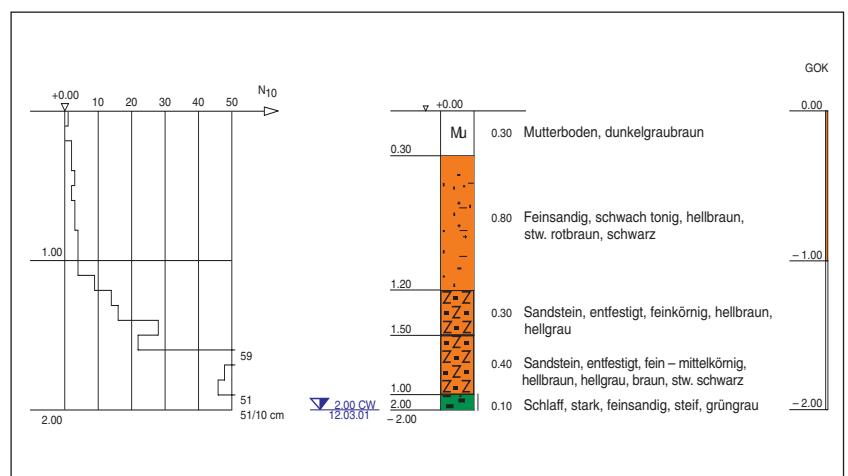


Abb.13: Sondierergebnis mit der schweren Rammsonde (DPH)

In Münchaurach wurde ein weitgehend schluffiger, schwach toniger Sand mit weicher, steifer, an manchen Stellen halbfester Konsistenz angetroffen. Der Boden war aufgrund des teilweise anstehenden verfestigten Sandsteins mittelschwer bis schwer verdrängbar. Ein für den Boden typisches Sondierergebnis mit der schweren Rammsonde (DPH) und eine Aufschlussbohrung ist in Abb. 13 dargestellt.

Zur Ermittlung der Zugkraft wurde der vormontierte Stahlrohrstrang an einen Zug/Druckzylinder angehängt. Der übertragene Hydraulikdruck wurde von einem Meßumformer in ein elektrisches Signal umgewandelt, das von einem Datenlogger mit einem Abtastintervall von einer Sekunde aufgezeichnet und abgespeichert wurde. Gleichzeitig mit der Zugkraft wurde der Weg über eine Kontaktmessung am Vorderrad des Pfluges erfasst. Die ausgewertete Zugkraftbeanspruchung in Abhängigkeit vom Weg ist in Abbildung 14 dargestellt.

Im Falle dieses Pilotprojektes kam ein Stahlrohr der Dimension DN 200 mit einer Wanddicke von 4,5 mm in der Stahlgüte St 37.0 zum Einsatz. Die max. zulässige Zugkraft liegt entsprechend DVGW-Arbeitsblatt bei max. 203 KN. Die Meßergebnisse zeigen einen linearen Zusammenhang der Zugkraftbeanspruchung in Abhängigkeit von der Rohrstranglänge. Dieser Zusammenhang kann durch eine einfache Regressionsgleichung beschrieben werden.



Abb. 14: Zugkraftbeanspruchung des Rohrstranges in Abhängigkeit vom Weg

Beim Einzug des Leitungsstranges wurde eine Zugkraft von 80 KN erreicht. Unter Berücksichtigung, daß beispielsweise mit einer Werkstoffgüte St 52.0 bei gleicher Dimension eine zulässige Zugkraft von ca. 570 KN denkbar sind, wird deutlich, daß nicht die Rohrstranglänge, sondern das Zugvermögen der Winde als limitierender Faktor für die einziehbare Leitungslänge anzusehen ist.

5. Schlußbemerkungen

Die Eignung von Rohrsystemen für den grabenlosen Leitungsbau wird wesentlich von der mechanischen Belastbarkeit der Rohre bzw. ihrer Umhüllung bestimmt. Stahlrohre ermöglichen aufgrund ihrer Verschweißbarkeit und den mechanischen Festigkeiten sehr hohe Zugkräfte. So können alle Verfahren des grabenlosen Leitungsbaus angewendet werden. Im Einzelfall kann, je nach vorliegender Rohrbelastung, die Wanddicke und Stahlgüte auf die Verlegebedingungen abgestimmt werden. Neben der Belastbarkeit des Stahlrohres ist der Schutzwirkung der Umhüllung bzw. Ummantelung eine entscheidende Bedeutung beizumessen. Nach dem Rohreinzug soll die Korrosionsschutzumhüllung in einwandfreiem Zustand ohne Fehlstellen sein. Dies kann nur erreicht werden, wenn auch der äußere Rohrschutz auf die vorliegenden Bodenverhältnisse abgestimmt wird. Das derzeit im Entwurf vorliegende Arbeitsblatt GW 321 „Steuerbare, horizontale Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen“ informiert über die Stahlrohrausführungen, die zulässigen Zugkräfte und Biegeradien.

6. Literatur

1. DVGW-Information: Steuerbare, grabenlose Rohrverlegeverfahren, Gas/Wasser-Information Nr. 7, 11/94 Herausg. DVGW, Eschborn, November 1994
2. Kiesselbach, G.; Die grabenlose im Vergleich zur konventionellen Leitungsverlegung aus geomechanischer und leitungstechnischer Sicht, 3R international 30 1991 S. 500 – 505
3. Busch, C.; Kathage, A.F.; Entwicklungsstand und Anwendung der Georadartechnik gwf Gas – Erdgas, 137 (1996) 584 – 590
4. Scholz, H.; Dükerung, Vortrag zum Seminar „Horizontal-Spülbohrverfahren“, Institut für Kanalisationstechnik der Ruhruniversität Bochum, Gelsenkirchen, 24.09.1996
5. Bayer, H.-J.; Prinzipien des steuerbaren Horizontal-Spülbohrverfahrens, 3R international, 30 (1991) 511 – 517
6. Kocks, H.J.; Joens, H.; Reekers, C.; Ummantelungen aus Faser-Zement-Mörtel – Ein mechanischer Schutz für kunststoffumhüllte Stahlleitungsrohre, bbr, 48



Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH
In der Steinwiese 31 | 57074 Siegen
Telefon: 0271 691-0 | Telefax: 0271 691-299
info@smlp.eu | www.smlp.eu

