



Frank Görke und Dr. Bernd Bergschneider

Bohren und pressen statt baggern und schaufeln

19 Bei der Herstellung oder Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen haben grabenlose Verfahren in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Relining, Berstlining, Microtunneling, Spülen, Pressen, Rammen, ungesteuert oder gesteuert – die Spannbreite an technischen Varianten ist hier weit gefasst. Die Entscheidung für oder gegen ein Verfahren hängt nicht zuletzt von der technischen Machbarkeit und von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab. Auch das Bohrpressverfahren – eine an sich schon recht alte und bewährte Technik – erfreut sich in den letzten Jahren einer zunehmenden Beliebtheit.

Drilling and Pressing instead of Excavating and Scooping

19 When building or repairing sewers and waste water channels trenchless methods have become more and more important in the last few years. Relining, burst-lining, microtunnelling, flushing, pressing, ramming, uncontrolled or controlled – there is a wide range of technical variants here. The decision for or against a technique depends not least on the technical feasibility and prevailing economic circumstances. Also the drilling-pressing procedure, which is already quite an old and proven technique, has been enjoying increasing popularity over the past few years.

Dipl.-Ing. Marco Schlüter

Fließfähige Bettungsmittel: Gut gebettet liegt länger

3 Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass in Testsituationen durch den Einsatz von fließfähigen Bettungsmaterialien im Vergleich zu Schüttgütern deutlich günstigere Bettungsbedingungen für Kanalrohre und damit auch geringere Rohrbelastungen erzielt werden können. Diese Ergebnisse greift der Stadtentwässerungsbetrieb der Landeshauptstadt Düsseldorf (SEBD) auf und testet, unterstützt durch das IKT, den Einsatz fließfähiger Verfüllmaterialien in der Praxis.

Free-Flowing Bedding Media: Well Bedded Pipes Lie Longer

3 The results of the current research show that in testing situations by using free-flowing bedding materials much more favourable bedding conditions

for sewer pipes, reducing the stress to pipes, can be attained compared with bulk materials. Based on these results the Municipal Drainage Service of the capital of Düsseldorf, supported by the IKT, is testing the use of free-flowing backfilling materials in practice.

Dr. Hans-Joachim Bayer

Grabenloser Leitungsbau im Fels, Teil I

8 Bohrungen im Lockergestein stellen sowohl von der Planung als auch von der Ausführung kein Problem dar. Befindet sich ein Verkehrsweg in einer felsigen Region, in der das Hartgestein schon wenige Dezimeter unter dem Straßen- oder Wegekoffer beginnt, werden die Planungen kompliziert. Dann beginnt die Suche nach möglichen Querungsstellen in „Lockergesteinsinseln“, vorhandene Durchlässe werden auf mögliche Zusatznutzung geprüft,

oder aufwendige Planungen für offene „Eingriffe“ werden angesetzt. Dass dies alles unnötig ist, da sich in den letzten fünf Jahren neue technische Möglichkeiten ergeben haben, möchte der nachfolgende Beitrag aufzeigen.

Trenchless Line Construction in Rock

8 When drilling in unconsolidated rock neither planning nor execution presents a problem. If the traffic route is located in a rocky region, with the hard rock beginning only a few decimetres under the pavement or road bed, planning becomes complicated. Then a search begins for possible crossing spots in „unconsolidated rock islands“, existing gaps are investigated for possible additional use, or time-consuming planning for open „operations“ is scheduled. The following article shows that this is all unnecessary due to the new technical options that have emerged in the last five years.

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass in Testsituationen durch den Einsatz von fließfähigen Bettungsmaterialien im Vergleich zu Schüttgütern deutlich günstigere Bettungsbedingungen für Kanalrohre und damit auch geringere Rohrbelastungen erzielt werden können [1]. Diese Ergebnisse greift der Stadtentwässerungsbetrieb der Landeshauptstadt Düsseldorf (SEBD) auf und testet, unterstützt durch das IKT, den Einsatz fließfähiger Verfüllmaterialien in der Praxis.

Das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH, Gelsenkirchen, begleitet die Kanalbaumaßnahmen, bündelt die Erfahrungen und unterstützt mit gezielten Materialprüfungen. Ziel der Baustellenbegleitung durch das IKT ist es, Hinweise für die Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung von Kanalbaumaßnahmen mit flüssigen Bettungsmitteln zu erarbeiten, um qualitativ hochwertige Baustellenergebnisse zuverlässig erzielen zu können. Dazu sollen zunächst erste Praxiserfahrungen im Rahmen von Kanal-

*IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH, Gelsenkirchen

Fließfähige Bettungsmittel:

Gut gebettet liegt länger

von Dipl.-Ing. Marco Schlüter*



Abbildung 1: Flüssigboden umfließt das Rohr

baumaßnahmen dokumentiert und ausgewertet werden.

In dem nachfolgend dargestellten Fallbeispiel wird eine Kanalerneuerungsmaßnahme

im Stadtgebiet Düsseldorf-Benrath durchgeführt. Dort wird der bestehende Mischwasserkanal DN 250/300 zurückgebaut und auf einer Länge

von rund 220 m durch eine neue Steinzeugleitung DN 300/400 ersetzt. Der neue Kanal wird in offener Bauweise deutlich unterhalb der alten Trasse verlegt. Rund um das Rohr ist eine Bettung aus RSS-Flüssigboden mit einer Mindestschichtdicke von 30 cm zur Rohraußenwand herzustellen.

Durch die nahezu wasserundurchlässig gewählte Rezeptur des Flüssigbodens sollen ein redundantes Rohr-/Bodensystem und gleichzeitig eine Rohrbettung entsprechend der statischen Anforderungen (insbesondere auch im Zwickelbereich) sichergestellt werden. So sollen gleich zwei Bauherrenanforderungen zuverlässig und wirtschaftlich in die Baupraxis umgesetzt werden:

- eine gleichmäßige Rohrbettung, insbesondere auch im Rohrzwickel und

BOMAG Compact. Kann alles was wir können.



BOMAG Compact – die großen Kleinen.

BOMAG ist der Inbegriff für Verdichtungsgeräte auf höchstem technischen Niveau. Kein Wunder, dass auch unsere Kleinen die Größten im GALA-, Rohrleitungs- und Grabenbau sind. Denn die können alles, was wir können. Mehr Möglichkeiten für Ihr Geschäft. **Best for Compaction – typisch BOMAG.**

BOMAG
FAYAT GROUP

BOMAG · Hellerwald · D-56154 Boppard · Tel. 0 67 42/100-0 · Fax 0 67 42/30 90 · e-mail: info@bomag.com · www.bomag.com



Abbildung 2: Überprüfung der Fließfähigkeit und Rezeptur (Ausbreitmaß)

■ eine abdichtende Rohrummantelung in der Leitungszone (redundantes Dichtsystem).

Um eine komplette Umantelung mit Flüssigboden zu erreichen, werden die Rohre am Ende auf 30 cm hohe Auflagerbänke aus Flüssigboden mit besonderer Rezeptur, das heißt plastischen Eigenschaften, aufgelagert.

Als Baugrubenverbau kommen Dielenkammerverbau-Elemente zum Einsatz. Der Flüssigboden wird in zwei Konsistenzen eingebaut. Zur Herstellung der Auflagerbänke wird eine Rezeptur verwendet, die im Ergebnis plastisches Material ergibt.

Zur weiteren Verfüllung der Rohrbettungszone (bis 30 cm über Rohrscheitel) wird eine Rezeptur gewählt, die das Material fließfähig einstellt. Die Rohrverbindungen werden auf dem plastischen Flüssigbodenmaterial aufge-

lagert. Die Auflagerhöhe sollte mindestens 30 cm betragen, da die Rohre komplett (auch unter der Sohle) in Flüssigboden einzubetten sind. Dabei soll der Flüssigboden einen k_f -Wert $< 10^{-9}$ aufweisen, um eine Kapselung der Leitungszone mit sehr wasserundurchlässigem Bettungsmaterial, dem „redundanten Dichtsystem“, zu gewährleisten. Um den Flüssigboden mit dieser geringen Wasserdurchlässigkeit herzustellen, ist es notwendig einen schluffig-tonigen Lieferboden als Ausgangsmaterial zu verwenden. Der anstehende Boden ist hierfür nicht geeignet. Er wird ausschließlich für die Hauptverfüllung wieder verwendet.

Rohrauflager

Das Rohrauflager wird punktuell im Bereich der Rohrverbindung mit plastischem Flüssigbodenmaterial (KP) hergestellt. Das plastische Flüssigbodenmaterial wird dabei wie ein klassisches Schüttgut verdichtet. Die Höhe des Rohrauflager soll eine Flüssigbodenverfüllung von mindestens 30 cm auch unterhalb der Sohle des Rohrschaftes ermöglichen. Der Wassergehalt des plastischen Materials (KP) wurde sehr gering eingestellt (nahezu erdfeucht). Hierdurch ließen sich kurze Auflagerbänke (ca. 50 bis 100 cm lang) erzielen. Zur

Auftriebssicherung wurde daraufhin eine Holzverstrebung gegenüber dem Verbauelement eingerichtet.

Auftriebssicherung

Bei der Verfüllung der Leitungszone mit Flüssigböden entstehen aufgrund der vergleichsweise hohen Wichte des Materials (ca. 18 bis 20 kN/m^2) je nach Bauverfahren (Verfüllhöhen) und Rohrgeometrie (Verdrängung) nicht zu vernachlässigende Auftriebskräfte. Im Rahmen des Bauvorhabens Bünigerstraße wurde die Auftriebssicherung von der bauausführenden Firma durch Querriegel, die senkrecht gegen den Verbau abgestützt werden, im Bereich der Auflagerbänke eingerichtet. Der Ausbau der Auftriebssicherung erfolgte nachdem der Flüssigboden in der ersten Lage bis über den Rohrscheitel eingebaut und die Auftriebswirkung abgeklungen waren.

Abschotten des Verfüllbereiches

Vor der Lieferung des Flüssigbodens auf die Baustelle ist der Verfüllbereich einzugrenzen. Die letzte Rohrmuffe dient jeweils als Anlagepunkt, um hier die Rohrverlegung im darauf folgenden Bauabschnitt fortsetzen zu können. Deswegen wird im Bereich des zuletzt verlegten Rohres ein Querschott (quer

zur Rohrachse) mit plastischem Material eingerichtet. Darüber hinaus werden sämtliche Öffnungen, über die Flüssigboden in den Kanal eindringen könnte, verschlossen oder bis über die Verfüllene hochgebaut (Rohrende, seitliche Anschlüsse, Schachtunterteil).

Einbau des Flüssigbodens

Der Flüssigboden wird mit Fahrmischern in Mengen bis zu 8 m^3 vom Mischwerk angeliefert. Um die Baustelle mit Flüssigboden zu versorgen, wurden ein bis zwei Mischfahrzeuge eingesetzt. Das Material sollte innerhalb von 90 Minuten nach der Herstellung der Mischung eingebaut werden. Verzögerungen führen zu einem Ansteifen des Materials bis hin zum Verlust der Fließfähigkeit. Entsprechend der Anwenderrichtlinie ist durch eine Bestimmung des Ausbreitmaßes vor dem Einfüllen des Flüssigbodens in den Rohrgraben die Materialkonsistenz zu überprüfen.

Das Einfüllen des Flüssigbodens erfolgt über Halbrohrschalen (Schüttele). Um Rohrverschiebungen zu vermeiden, wird teilweise auch eine Verlängerung, bestehend aus einem Kunststoffrohr, eingesetzt. Die Verfüllzeit für 8 m^3 Flüssigboden beträgt rund 10 bis 20 Minuten. Das Abklingen der Auftriebswirkung kann ge-



Abbildung 3: Baustelle in Düsseldorf: Einbringen des Flüssigbodens



Abbildung 4: Mit Verschlussdeckel abgesperrter Seitenanschluss



Abbildung 5: Abschottung mit plastischem Material im Bereich der letzten Muffe bis auf Höhe Rohrscheitel

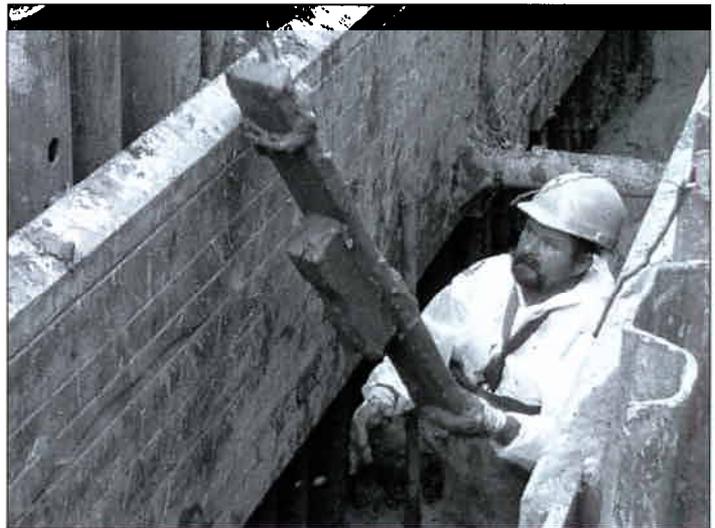


Abbildung 7: Ausbau der Auftriebsicherung nachdem Flüssigboden in der ersten Lage eingebaut wurde und die Auftriebswirkung abgeklungen ist

prüft werden, indem beispielsweise durch einen Stab eine Vertiefung in die Oberfläche des Flüssigbodens ausgeführt wird. Zu dem Zeitpunkt, da der Flüssigboden nicht mehr nachfließt und die Vertiefung ausgeglichen, kann mit dem Rückbau der Auftriebsicherung begonnen werden. Insbesondere während des Einbauprozesses des Flüssigbodens wird die Baustelle durch Bauzäune gegen unbefugtes Betreten sorgfältig gesichert. Der Rohrgrabenbereich wird weitestgehend frei gehalten, um Stolperfallen zu vermeiden.

Probennahme und Materialprüfungen

Baubegleitend wurden ergänzende Materialprüfungen



Abbildung 6: Querschnitt durch eine Stahlplatte für eine Füllhöhe bis Erdplanum

durchgeführt. Das Prüfprogramm wurde auf Basis der ersten Praxiserfahrungen auf der Baustelle und einer Recherche zu Betreibererfahrungen mit Flüssigboden-Baustellen sowie der Eigen- und Fremdüberwachung des Systemanbieters zusammengestellt.

Im Fokus der Materialprüfungen stehen dabei folgende Nachweise:

- geringe Wasserdurchlässigkeit des Flüssigbodens (k_f -Wert $< 10^{-9}$),
- beständiges Mischverhältnis der Flüssigbodenkomponenten,
- Festigkeitsentwicklung, auf Dauer tragfähig aber immer noch spatenlösbar.

Erste Erfahrungen auf Baustellen

Aus den Beobachtungen und der Baustellendokumentation ergeben sich erste Hinweise für die Planung und Ausschreibung von Kanalbaumaßnahmen unter Anwendung fließfähiger Bettungsmaterialien:

Planung und Ausschreibung: Die Bieterfirmen sollten Praxiserfahrungen zur Verarbeitung von Flüssigboden nachweisen. Eine Mindestanforderung sind Mitarbeiterschulungen beim Systemanbieter.

Die Anwenderrichtlinie und der Qualitätssicherungsplan des Systemanbieters sieht das rechtzeitige Ziehen des Ver-

baus innerhalb von 30 Minuten nach dem Einbau vor. Im Rahmen der Ausschreibung wurde festgelegt, dass der Verbau spätestens nach vier Stunden bis auf das Niveau der Verfüllung zu ziehen ist. Die Baufirmen sollten dies bei der Planung des Bauprozesses beachten und insbesondere bei der Preisbildung berücksichtigen. Hintergrund: Bei beengten Baufeldbedingungen, die ein seitliches Arbeiten von Baugeräten neben dem Rohrgraben kaum zulassen, kann eine Komplettverfüllung des Rohrgrabens mit Flüssigboden über die Leitungszone hinaus wirtschaftlich sein (Nebenangebot).

Vor diesem Hintergrund sollten die Bieterfirmen eine bautechnische Beschreibung der geplanten Vorgehensweise für den Verbau, die Auftriebsicherung, die Verfüllung und das Bodenmanagement sowie einen Qualitätssicherungsplan mit einem Prüfprogramm zur Eigen- und Fremdüberwachung vor Beginn der Baumaßnahme vorlegen. Die gewünschten Materialeigenschaften sollten durch Eignungsprüfungen nachgewiesen sein.

Zur späteren Materialidentifikation sollten Rezepturangaben bereits in den Ausschreibungsunterlagen angegeben werden. Darüber hinaus sollte die ausführende Baufirma auf der Baustelle Lieferscheine

zu Herkunft, Rezeptur und Herstellungszeiten des Materials nachweisen können.

Zur Überwachung konstanter Materialeigenschaften sollten die Materialkonsistenz und das Fließverhalten in der Einführungsphase der neuen Flüssigboden-Technologie über den Versuch zum Ausbreitmaß zunächst auch auf der Baustelle bestimmt werden.

Neben der Statik für den Betriebszustand sind statische Nachweise für den Bauzustand zu führen, insbesondere zu den Einbaubelastungen durch Auftrieb.

Darüber hinaus ergeben sich aus den Beobachtungen und der Baustellendokumentation der Pilotbaustelle in der Bürgerstraße Hinweise für die Überwachung von Kanalbaumaßnahmen unter Anwendung fließfähiger Bettungsmaterialien.

Bauüberwachung: Auf der Baustelle sollten mindestens stichprobenhaft folgende Aspekte überprüft werden:

- Baustellensicherung, Maßnahmen gegen unbefugtes Betreten der Baustelle und gegen Hineinfallen in den Rohrgraben.
- Durch den Verantwortlichen des Auftragnehmers auf der Baustelle sollte die Einbaudokumentation (Dokumente des Qualitätssicherungsplans) ständig aktualisiert



Abbildung 8: Probenbehälter zur Bestimmung von Wasserdurchlässigkeit (k-Wert) und Würfeldruckfestigkeit

werden. Vorlage der Dokumente (Tagesbericht, Lieferschein etc.) bei Baustellenbesuchen.

- Die Auftriebssicherung der Röhre sollte vor dem Verfüllen fertig gestellt und überprüft sein.
- Die Lagegenauigkeit der Röhre sollte baubegleitend kontinuierlich durch Spiegeln und Inaugenscheinnahme zeitnah überprüft werden.
- Die Einhaltung der Rohrummantelung von mehr als 30 cm sollte durch Inaugenscheinnahme und stichprobenhafte Messungen (Zollstock) überprüft werden.
- Die sorgfältige Abschottung der Verfüllbereiche ist rechtzeitig vor dem Beginn des Verfüllvorganges zu überprüfen.
- Zur Reduzierung von Setzungen ist das zeitnahe Ziehen des Verbaus anzustreben und dann im Bauablauf zu überprüfen.
- Die Flüssigbodenkonsistenz und das Fließverhalten des Materials sollten durch Bestimmung des Ausbreitmaßes auf der Baustelle überwacht werden.
- Das Spülwasser zur Reinigung des Fahrmischers sollte nicht in den frisch verfüllten Rohrgraben abgelassen werden. Die dadurch

verursachte Verdünnung des Materials trägt zur Rissbildung bei.

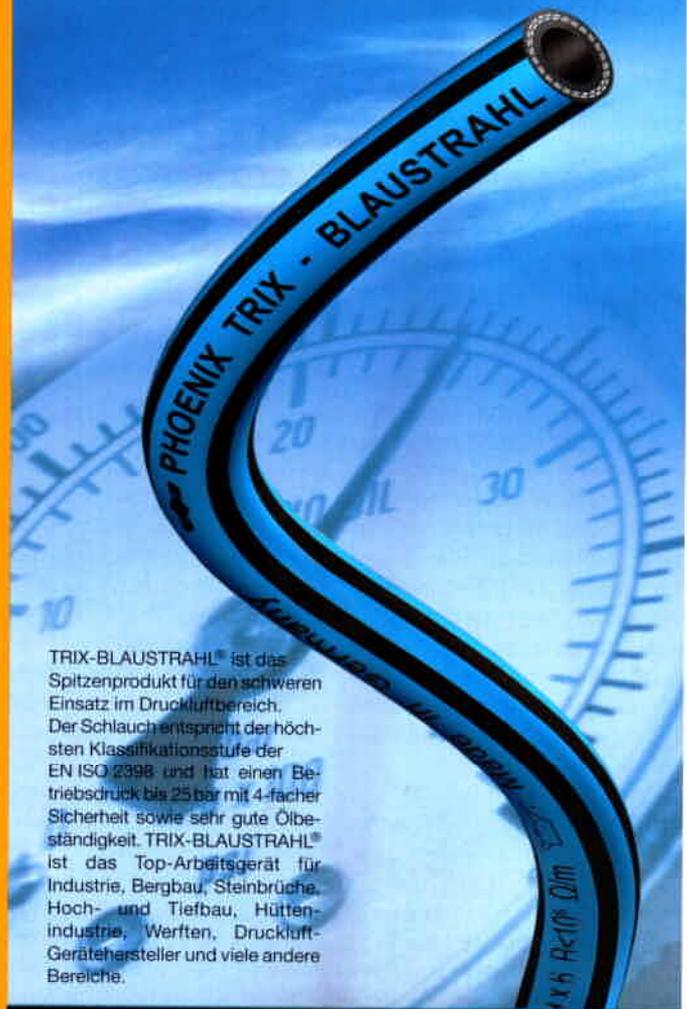
Im Rahmen des SEBD-Projektes ist eine weitere IKT-Begleitung für Kanalbaumaßnahmen unter Einsatz von fließfähigen Bettungsmitteln vorgesehen. Im Ergebnis werden Empfehlungen für die Ausschreibung und Überwachung von Kanalbaumaßnahmen mit fließfähigen Bettungsmitteln erarbeitet. ■

Literatur

1. Triantafyllidis, J.; Bossler, B.; Arsic, J.; Liebscher, M.: Einsatz von Bettungs- und Verfüllmaterialien im Rohrleitungsbau – Laboruntersuchungen und Versuche im Maßstab 1:1. Forschungsbericht Ruhr Universität Bochum und IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, im Auftrag des Umweltministeriums NRW (MUNIV), 2006. Download: www.ikt.de.

INFO Hotline

Tel.: 0209/178 06 - 31
 Fax: 0209/178 06 - 88
 E-Mail: info@ikt.de
 Internet: www.ikt.de



TRIX-BLAUSTRahl® ist das Spitzenprodukt für den schweren Einsatz im Druckluftbereich. Der Schlauch entspricht der höchsten Klassifikationsstufe der EN ISO 2398 und hat einen Betriebsdruck bis 25 bar mit 4-facher Sicherheit sowie sehr gute Ölbeständigkeit. TRIX-BLAUSTRahl® ist das Top-Arbeitsgerät für Industrie, Bergbau, Steinbrüche, Hoch- und Tiefbau, Hüttenindustrie, Werften, Druckluft-Gerätehersteller und viele andere Bereiche.

TRIX-BLAUSTRahl® nach EN ISO 2398



Vorteile ...

- porenfreie und glatt extrudierte Innen- und Außenschicht
- hochflexibel
- hohe Druckbeständigkeit (max. Berstdruck >100 bar)
- äußerst robust
- hohe Ozon- und Witterungsbeständigkeit

... und mehr: www.contitech.com

Beratung und Lieferung durch den Technischen Fachhandel

Continental 
CONTITECH

Phoenix Fluid Handling Industry GmbH
 Postfach 1120, D-34481 Korbach
industrial.hoses@fluid.contitech.de

