

IV/2 Automatisierte Verlegetechniken mit Sonderrohren

Dr.-Ing. Joachim Werner

Seit mehreren Jahrzehnten werden Polyethylenrohre mit großem Erfolg eingesetzt. Der Markt für Rohre aus Polyethylen ist in Deutschland etwa 210.000 Tonnen groß (1999). Er wächst pro Jahr um etwa 5 %. Polyethylen ist ein moderner, umweltfreundlicher Werkstoff, der ein großes Substitutionspotenzial zu Lasten herkömmlicher Rohrwerkstoffe aufweist. Im erdverlegten Bereich hat sich Polyethylen als häufigster Werkstoff für Druckrohrsysteme eindeutig durchgesetzt. Der hauptsächliche Anteil der Polyethylenrohre entspricht dabei den einschlägigen Normen wie z. B. der DIN/EN 8074/75. Daneben gibt es aber verschiedenartige Anwendungsfälle mit Anforderungen, die über das Normsystem hinausgehen. Mit solchen Sonderrohrsystemen und den Anforderungen aus den heute verwendeten automatisierten Verlegetechniken befasst sich diese Zusammenstellung.

Der Umfang reicht nicht aus, um für alle Verfahren die technischen Anforderungen und Kosteneinflüsse an das Rohrsystem darzustellen. Daher werden einige Besonderheiten beispielhaft hervorgehoben. Es werden zwei unterschiedliche **Verfahren zum Relining** von Abwasserkanälen vorgestellt und verglichen. Zwei **spezielle Oberflächengeometrien** für das Spülbohren und das Reliningverfahren sowie zwei **Verfahren zur direkten Ortung** von grabenlos verlegten Rohrleitungssystemen werden vorgestellt. Auf Anforderungen an die Rohrgeometrie beim **Einbringen von Glasfaserkabeln** in Kabelschutzrohre wird eingegangen, und ein neues **Rohrsystem zur Leckerkennung und Leckortung** wird vorgestellt. Eine abschließender **Kostenübersicht für Pflugverfahren** runden das Bild ab.

Zwei unterschiedliche Verfahren zum Relining von Abwasserkanälen

Beim Einsatz von Relining mit vorverformten Polyethylenrohren wird ein aufgefaltetes und dadurch in seiner Dimension reduziertes Rohr mit Hilfe einer Seilwinde in die zu sanierende Rohrleitung eingebracht. Diese muss noch eine statische Tragfähigkeit besitzen. Im Anschluss wird mit Hilfe von Wärme und Innendruck das verformte Rohr wieder in seine ursprüngliche Geometrie zurückgebracht. Es legt sich im Close-Fit an die Rohrwand des alten Rohrsystems an. Dieses Verfahren eignet sich aufgrund des verhältnismäßig großen maschinellen Aufwandes und der vergleichsweise günstigen Kosten für das neue Rohr gut für die Sanierung großer Streckenlängen (**Bild 1**).



Bild 1: Inliner

Beim Relining mit Kurzrohrmodulen kann eine schadhafte Kanalleitung aus den bestehenden Schächten instand gesetzt werden (**Bild 2**). Die Rohre werden mit einer Seilwinde oder einem einfachen Hydraulikstempel in die zu sanierende Leitung eingebracht. Bei diesem Verfahren

ist der maschinelle Aufwand sehr gering und die bestehende Straßenoberfläche muss nicht beschädigt werden. Dem gegenüber steht ein etwas erhöhter Aufwand für die einzelnen Kurzrohrmodule. Dieses Verfahren eignet sich daher besonders für die Sanierung einzelner Haltungslängen. Weitere Details zu diesen Verfahren werden in einer anderen Zusammenstellung dieser Reihe gegeben.

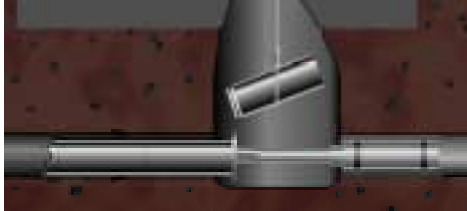


Bild 2: Relining mit Kurzrohrmodulen

Besondere Oberflächengeometrien von Rohren

Beim Spülbohren wird zum Abtransport des überschüssigen Bodenmaterials und als „Schmierfilm“ zwischen Rohrwand und umgebendem Boden meistens ein Bentonit-Wasser-Gemisch eingesetzt.

Bei größeren Vortriebslängen kommt es bei standardmäßiger Rohrgeometrie je nach Bodenart immer wieder zu einem Nachrutschen des umgebenden Erdreichs, wodurch sich der offene Kanal für den Rückfluss des Bentonit-Erdreich-Wasser-Gemisches zusetzt. Dadurch baut sich in der Umgebung des Spülbohrkopfes ein hoher Druck auf. Es kann dann bei hoher Überdeckung zu einer Unterbrechung des Spülvorganges kommen oder es treten bei niedriger Überdeckung die gefürchteten Durchbrüche des Bentonit-Wasser-Gemisches an die Oberfläche auf (**Bild 3**). Um diese Probleme zu vermeiden, ist es wichtig, dass auch beim Nachrutschen des umgebenden Erdreichs ein ausreichend großer Spülkanal offen bleibt. Dies lässt sich durch eine spezielle Rohrgeometrie erreichen.

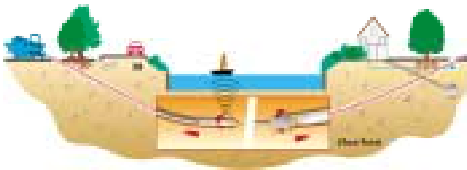


Bild 3: Bohrspülverfahren

Bei dieser Rohrgeometrie bilden sich in den Zwickeln zwischen den einzelnen Außenrippen ausreichend große Kanäle aus, die einen durchgängigen Transport des Bentonit-Wasser-Gemisches zulassen. Dadurch ist immer wieder ein Freispülen des Rohres gewährleistet und die Oberflächendurchbrüche werden vermieden. Durch den Einsatz eines Rohres mit Außenrippen lässt sich – je nach Bohrungsverlauf und umgebendem Erdreich – das horizontale Spülbohren wesentlich vorhersehbarer gestalten. Gleichzeitig lassen sich die einzubringenden Längen erhöhen. Insgesamt wird eine verbesserte Wirtschaftlichkeit erreicht.

Eine andere Geometrie auf der Außenseite des Rohres zeigt ein verbessertes Verhalten beim Relining.

Bei dieser Rohrgeometrie kommt es während des Einziehvorganges nur zu einigen wenigen Kontaktpunkten zwischen alter Rohrleitung und Reliningrohr. Die Form dieser Kontaktpunkte

ist – wie wir es von der Geometrie der Gleitlager her kennen – besonders reibungsminimierend geformt. Gleichzeitig stellen diese Kontaktpunkte eine Verdickung der Wandstärke dar. Aufgrund der beschriebenen Geometrie kommt es mit der verminderten Reibung zu größeren Einzugsängen und einer geringeren Beschädigung des Reliningrohres. Damit ist das Langrohrrelining sowohl sicherer als auch wirtschaftlicher (**Bild 4**).

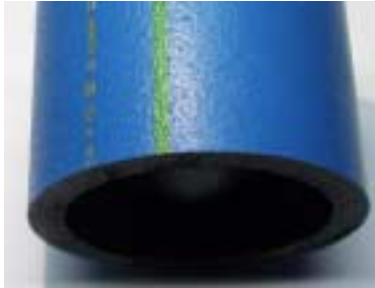


Bild 4: Rohr mit Außenrauhigkeit

Auch für das Berstlining und das Einflügen großer Rohrleitungen lassen sich Vorteile dieser veränderten äußeren Rohrgeometrie erwarten. Entsprechende Versuche wurden aber noch nicht durchgeführt.

2 Verfahren zur Ortung von Rohrleitungen bei der grabenlosen Verlegung

Das Einbringen eines speziellen Ortungskabels in den Rohrgraben bei der Verlegung im offenen Graben ist hinreichend bekannt und weit verbreitet. Bei der grabenlosen Verlegung ist die Einbringung eines solchen Ortungskabels aber häufig problematisch. Das vorübergehende Anbringen eines solchen Ortungskabels in die Rohrleitung verbietet sich häufig auch. Um dennoch eine sichere Kabelortung gewährleisten zu können, lässt sich in die Rohrwand ein Ortungsdraht integrieren (**Bild 5**).



Bild 5: SLM-Rohr mit Ortungsdraht

Falls zum Schutz des Trinkwassers das spezielle diffusionsdichte SLA-Rohr mit seiner in die Rohrwand integrierten Aluminiumschicht eingesetzt wird, lässt sich auch diese Aluminiumschicht für die Ortung des Rohres einsetzen.

In beiden Fällen wird der elektrische Leiter – Kupferdraht oder Aluminiumschicht – mit einem elektrischen Kontakt versehen, so dass eine sehr genaue Ortung des Rohrstranges ermöglicht wird. Vorteilhaft muss noch erwähnt werden, dass nicht ein eventuell neben dem Rohr liegender Ortungsdraht, sondern das Rohr selber lokalisiert wird (**Bild 6**).



Bild 6: SLA-Rohr mit diffusionsdichter Aluminiumschicht

Anforderungen an die Rohrgeometrie für das Einbringen von Glasfaserkabeln

Ausgelöst durch die Öffnung der Telekommunikationsmärkte und den rasanten technischen Fortschritt in der Computer- und Internettechnologie dient annähernd die Hälfte der heute verlegten Polyethylenrohre der Verlegung von Glasfaserkabeln. Es werden nebeneinander sehr unterschiedliche Technologien für das Einbringen dieser Glasfaserkabel angewendet:

- Einziehen mit einem Zugdraht
- Einziehen durch einen mit Druckluft vorangetriebenen Molch
- Einblasen mit Luft
- Einspülen mit Wasser

Bei jedem dieser Einbringverfahren bestehen unterschiedliche Anforderungen an die Innengeometrie des Rohres. Die Wirtschaftlichkeit hängt stark von den erreichbaren Tagesleistungen bei der Glasfasereinbringung sowie den größtmöglichen Längen der einzubringenden Glasfaserkabel ab. Hier sollen im weiteren nur die unterschiedlichen Rohrgeometrien beschrieben werden.

Beim Einziehen mit einem Zugdraht treten die größten Belastungen für das Glasfaserkabel auf, da der Einziehvorgang nicht gleichmäßig verläuft und eine dosierte Krafteinbringung äußerst schwierig ist. Es besteht eine große Reibung zwischen Rohrwand und Glasfaserkabel. Die Rohrwand muss aus feinen Rippen bestehen, die längs oder diagonal angeordnet sind.

Beim Einziehen durch einen mit Druckluft vorangetriebenen Molch treten auch große Belastungen für das Glasfaserkabel auf, und die Reibung zwischen Rohrwand und Kabel ist hoch. Die Rohrwand muss aus feinen Rippen bestehen, und der Innendurchmesser muss eng toleriert sein. Die Rippen können längs oder diagonal angeordnet sein. Eine besonders gerade Rohrverlegung erhöht die Einzugslänge beträchtlich.

Beim Einblasen mit Luft wird das Glasfaserkabel durch den vorbeiströmenden laminaren Luftstrom getragen. Längs verlaufende Rippen verbessern die laminare Strömung. Die Kräfte auf das Glasfaserkabel sind deutlich geringer als in den vorher beschriebenen Verfahren, und durch die vorbeiströmende Luft ist die Reibung zwischen Glasfaserkabel und Rohr gering. Feine oder grobe Rippen kommen hier zum Einsatz. Bei groben Rippen sollte eine abgerundete Oberkante bestehen. Einblaslängen von mehreren Kilometern sind möglich.

Das neueste Verfahren ist das Einspülen mit Wasser. Bei diesem Verfahren bestehen die geringsten Anforderungen an die innere Rohrgeometrie, da das Wasser eine hervorragende

Transporteigenschaften besitzt und die Reibung zwischen Rohrwand und Glasfaserkabel deutlich mindert. Üblicherweise werden Rohre mit grober Innenriffelung verwendet, damit ein eventuelles späteres Einblasen mit Luft problemlos erfolgen kann.

Rohrsystem zur Leckerkennung und Leckortung

Für verschiedene Einbaufälle ist die Leckerkennung von Rohrsystemen wünschenswert oder sogar vorgeschrieben. Eine übliche Lösung für eine Leckerkennung sind Doppelrohrsysteme mit einem inneren mediumführenden Rohr und einem äußeren Hüllrohr (**Bild 7**).

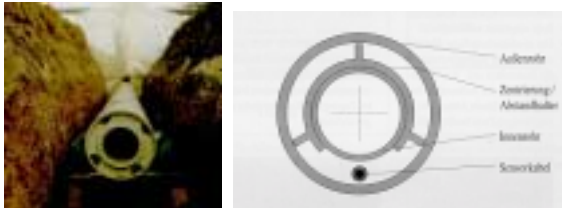


Bild 7: Doppelrohrsystem

Als neuartiges Rohrsystem mit deutlich verringerten Rohr- und Verlegekosten lässt sich das 3L-SLA-Rohrsystem einsetzen. Bei diesem System handelt es sich auch um ein doppelwandiges Rohrsystem, wobei nicht ein Luftspalt für die Erkennung von Leckagen dient, sondern eine elektrisch leitfähige Schicht. Diese bildet im Falle einer Leckage mit dem umgebenden Erdreich oder dem innenliegenden Medium einen Kontakt, der an ein automatisches Warngerät übertragen wird (**Bild 8**). Daneben ist durch den Einsatz eines mobilen oder festinstallierten Messmittels eine auf wenige Zentimeter genaue Ortung der Leckage möglich (**Bild 9**).

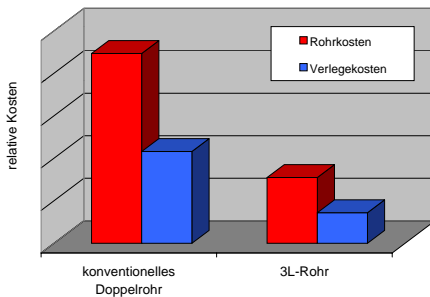


Bild 8: Kostenvergleich



Bild 9: Rohrleitung mit Leckage

Kosten beim Einpflügen von Rohren

Seit vielen Jahrzehnten ist das Einpflügen von Drainagerohren und Trinkwasserrohren geübte Praxis. In den letzten Jahren hat sich, unterstützt durch die bayrische Landesregierung, das Einpflügen von Druckrohrleitungen immer weiter verbreitet. Mit dem Raketenpflugverfahren ist es möglich, Rohre bis zu einem Durchmesser von $d_a = 355$ mm kostengünstig zu verlegen. Gerade beim Einpflügen von größeren Rohrdurchmessern ist dem Schutz der Rohrleitung vor Riefen und Kratzern besondere Beachtung zu schenken. Hier werden häufig Rohre mit äußerem Schutzmantel eingesetzt (**Bild 10**).

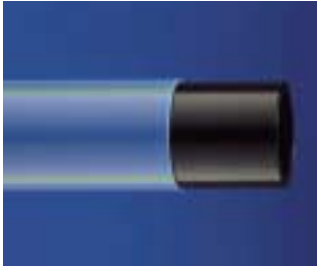


Bild 10: Schutzmantelrohr

Die Einflussparameter auf das Einpflügen sind sehr umfangreich vom bayrischen Landesamt für Wasserwirtschaft und der Universität der Bundeswehr in München dokumentiert worden. Als besondere Kostenvorteile werden genannt:

- keine Wasserhaltung
- verkürzte Bauzeit
- kein Grabenverbau
- geringe Erdbewegungen.

Daneben kommen indirekte Kosten zum Tragen:

- verbesserte Arbeitsbedingungen
- geringe Eingriffe in die Natur
- geringe Straßenverkehrsbeeinträchtigungen
- verminderte Lärm- und Schadstoffemission

Eine Auswertung verschiedener Verlegungen von Trinkwasserleitungen im Pflugverfahren ist in der nachfolgenden Kostensystematik dargestellt (**Bilder 11 und 12**). Es zeigt sich, dass mit dem Pflugverfahren deutliche Einsparungen gegenüber der Verlegung in offener Bauweise möglich sind.

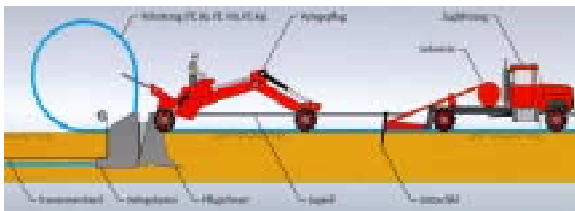


Bild 11: Pflugverfahren

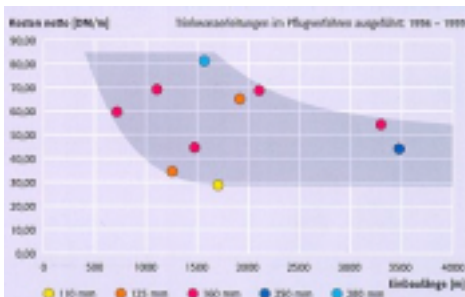


Bild 12: Kosten

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass mit der Weiterentwicklung kostensparender Verlegetechniken auch immer wieder neue Anforderungen an das zu verlegende Rohrsystem gestellt werden. Dadurch ergeben sich fortwährend neue Verbesserungsansätze für die einzusetzenden Rohre. Die Rohrhersteller sind an dieser Stelle gefordert.

Verfasser: Dr.-Ing. Joachim Werner
Geschäftsführer
Egeplast Werner Strumann GmbH & Co. KG
Nordwalder Straße 80
48282 Emsdetten
Telefon: (0 25 72) 8 74 - 0
Telefax: (0 25 72) 8 74 - 90
e-mail: info@egeplast.de