

HDD-Verlegung von Stahlmantelrohren und das Gespür für Fehler

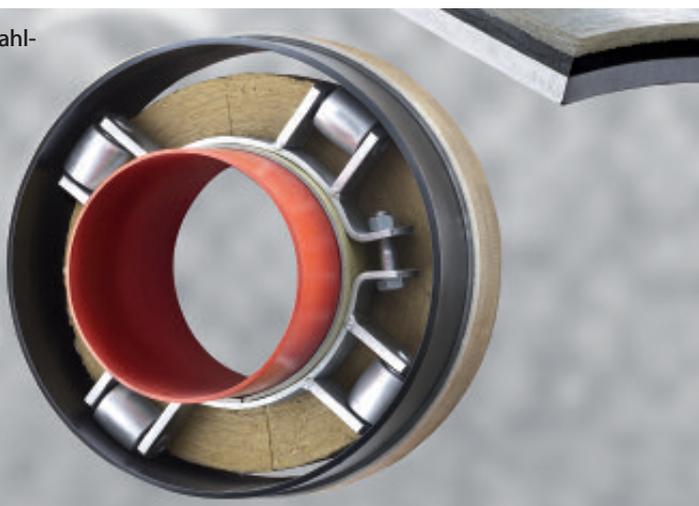
Neuisolierung ■ Für die Kreuzung von Flüssen, Kanälen, Seen, Naturschutzgebieten, Verkehrswegen etc. werden heute Horizontalbohrungen gespült und vorverlegte Gas-, Wasser-, Fernwärmeleitungen oder Kabel eingezogen. Kurz vor Abschluss der Verlegearbeiten von thermisch vorgespanntem FW-Stahlmantelrohr ist es infolge eines außergewöhnlichen Unwetters zu einem Schaden gekommen, der relativ schnell beseitigt werden konnte. Dieser Beitrag schließt an den Projektbericht zur Unterquerung von Lippe und Datteln-Hamm-Kanal in bbr 2/2012 an.

Bereits im Planungsstadium ist darauf zu achten, dass alle Mediumrohre im HDD-Bereich axial frei verschiebbar bleiben und nicht durch unzugängliche Festpunkte arretiert werden. So macht es wenig Sinn,

z. B. KMR-Fernwärmeleitungen ohne zusätzliches Schutzrohr in Horizontalbohrungen zu verlegen. Derart verlegte Leitungen DN 300 mussten in Holland nach drei Jahren aufgegeben werden, weil im unteren Bereich der Leitungen

Muffen aufgingen und Feuchtigkeit eintrat und der PUR-Schaum hydrolysierte. Ein Ziehen der Verbundmantelkonstruktion war nicht möglich. Für Leitungsverlegungen durch HDD-Bohrungen sollten Stahlmantelrohrsysteme eingesetzt werden. Am Beispiel einer so verlegten Fernwärmeleitung soll die Lösung nach einer Baustellenhavarie aufgezeigt werden. Es ist das Ziel dieser Veröffentlichung, auszuschließen, dass sich der hier geschilderte Fall wiederholt.

Abb. 1 FW-Stahlmantelrohr



Daten zum Projekt

Heißwasser: 130 °C, PN 25

Abmessungen: 2 x 420 m FW-Stahlmantelrohr, 250/90/500, Vor- und Rücklauf in 16-m-Baueinheiten

Kompensation der temperaturbedingten Längenänderung: thermische Vorspannung, Vorspannfestpunkte an beiden Leitungsenden. Übergänge von Stahlmantelrohr auf Kunststoffmantelrohr mit Bauteilen, die schachtlos verlegt wurden

Überwachung der Mantelrohringräume: Vakuum 1 bis 3 mbar

Wärmedämmung: Rockwool-Schalen 880, 273/90

Innenrohr: DN 250 (273,0 x 5,6) aus P355NH, EN 10217-3,

Mantelrohr: DN 500 (508,0 x 8,0) aus L485MB, EN 10208-2, beide mit Abnahmeprüfzeugnissen nach 3.1/EN 10204

Korrosionsschutz: PE nach DIN 30670 N-v, Schichtdicke 5 mm
Zusätzlich GfK, Schichtdicke 5 mm

Bauteile

Der laufende Meter Stahlmantelrohr (SMR) ist vakuumdicht, Innen- und Mantelrohr an den Enden über Vorspannfestpunkte verbunden, das Doppelrohrsystem liegt fest im Erdreich. Der Mantelrohringraum steht unter Permanentvakuum, dadurch reduzieren sich die Wärmeverluste um ca. 40 %, werden Innenrohre und Mantelrohre ständig auf Dichtigkeit überwacht und ist eine Korrosion im Mantelrohr von innen und am Innenrohr von außen nicht möglich, weil kein Sauerstoff anwesend ist. Übergangsstücke von Stahlmantelrohr auf Kunststoffmantelrohr für eine schachtlose Installation sind auf der Stahlmantelrohrseite vakuumdicht und auf der Kunststoffmantelrohrseite mit einem Anschluss auf die weiterführende Kunststoffmantelrohrleitung vorgefertigt (Abb. 2).

Vorspannfestpunkte im Stahlmantelrohrteil

Die Vorspannkräfte aus dem Innenrohr werden in das Mantelrohr abgeleitet. Das System könnte auf gesamter Länge

frei gegraben werden, ohne dass es ausknickt. Die Festpunkte benötigen keine Betonfundamente. Kompensatoren für die Aufnahme der temperaturbedingten Längenänderung gibt es nicht, weil keine Längenänderung mehr stattfindet. Das Innenrohr im Stahlmantelrohr ist auf gesamter Länge axial verschiebbar! Dieses Detail ist wesentlich für Stahlmantelrohrverlegungen und Horizontalbohrungen und Gegenstand dieser Veröffentlichung! Rollenlager bestehen aus ballig gedrehten Stahlrollen, deren Radius dem Mantelrohr angepasst ist und rollen auf einer Edelstahllachse, weil Edelstahl Wärme schlechter leitet. Die Rollenlager sind auf dem Innenrohr befestigt und führen dieses konzentrisch im Mantelrohr. Zwischen Wärmedämmung – vorgeformte Rockwool-Schalen – und dem Mantelrohr befindet sich ein Luftringraum von ca. 20 mm. Dieser wird unter Permanentvakuum bei 1 bis 3 mbar gesetzt.

Die Havarie

Bei der hier im Fokus stehenden Unterquerung der Lippe und des Datteln-Hamm-Kanals wurden 2 x 420 m werkseitig vorgefertigtes Stahlmantelrohr ausgelegt, verschweißt, geprüft, nachisoliert und in die zeitgleich hergestellte Horizontalbohrung eingezogen. Diese

ist ca. 30 % größer als das Mantelrohr (DN 500 + 30 % \approx 650 mm) und liegt in der Mitte ca. 24 m tiefer als die beiden Leitungsenden. Nach dem Herstellen einer gesteuerten Pilotbohrung wurde diese im Hochdruckspülverfahren mit Räumern in entsprechendem Durchmesser bis auf 650 mm aufgeweitet. Bentonit – wasserdurchsetzte Tonerde – füllte den gespülten Hohlraum aus und stabilisierte die Erdbohrung. Im letzten Arbeitsgang wurde hinter dem 650-mm-Räumer der fertiggestellte Stahlmantelrohrstrang eingezogen. Innen- und Mantelrohre waren durch aufgeschweißte Stahlkappen gegen Eindringen von Feuchtigkeit und Erdreich verschlossen. Der Einziehvorgang dauert je nach Durchmesser und Länge drei bis sechs Stunden pro Leitung. Das Bentonit verbleibt und umhüllt das Mantelrohr. Die verdrängten Massen wurden stirnseitig abgeleitet und in Schlammbecken vor Ort aufgefangen und entsorgt.

Auf der einen Seite waren die Stahlmantelrohrfestpunkte mit dem integrierten Übergangsstück auf KMR bereits fertig montiert. Auf der anderen Seite lagen die gleichen Baueinheiten – ca. 2 m lang – zur Endmontage bereit, sobald das thermische Vorspannen abgeschlossen war. Das thermische Vor-

spannen mit Niederdruckdampf aus einem Dampferzeuger, der mobil in einem 20“-Container untergebracht ist, dauert ca. 3 Stunden pro Strang. Um das thermische Vorspannen durchzuführen, wurden am „Zugende“ die Zugköpfe entfernt und die vorgefertigten Übergangsfestpunkte am Mediumrohr angeschweißt. Der für die Vorspannung notwendige, im Mantelrohr verbleibende Spaltbereich wurde mit PE-Folie gegen Niederschlagwasser abgedichtet. Eine Verkettung unglücklicher Umstände führte dann zum Schaden. In der Nacht gab es ein ungewöhnlich starkes Unwetter mit Starkregen, der die Baugrube minutenschnell überflutete. Ein durch die Baugrube verlaufendes Schmutzwasserrohr DN 500 hatte den außergewöhnlichen Belastungen nicht standgehalten und war geplatzt. Die dabei zusätzlich in die Baugrube laufenden Wassermassen konnte die Wasserhaltung nicht mehr aufnehmen und die Baugrube lief voll Wasser. Die Klebestellen an der PE-Folie auf dem Stahlmantelrohr gaben nach. In kurzer Zeit füllte sich der Ringraum des Stahlmantelrohrs in der Vor- und Rücklaufleitung auf ganzer Länge. Klares Wasser hätte mittels Vakuumpumpen und einer Trocknungstemperatur von ca. 80 °C restlos entfernt werden können. Im vor-

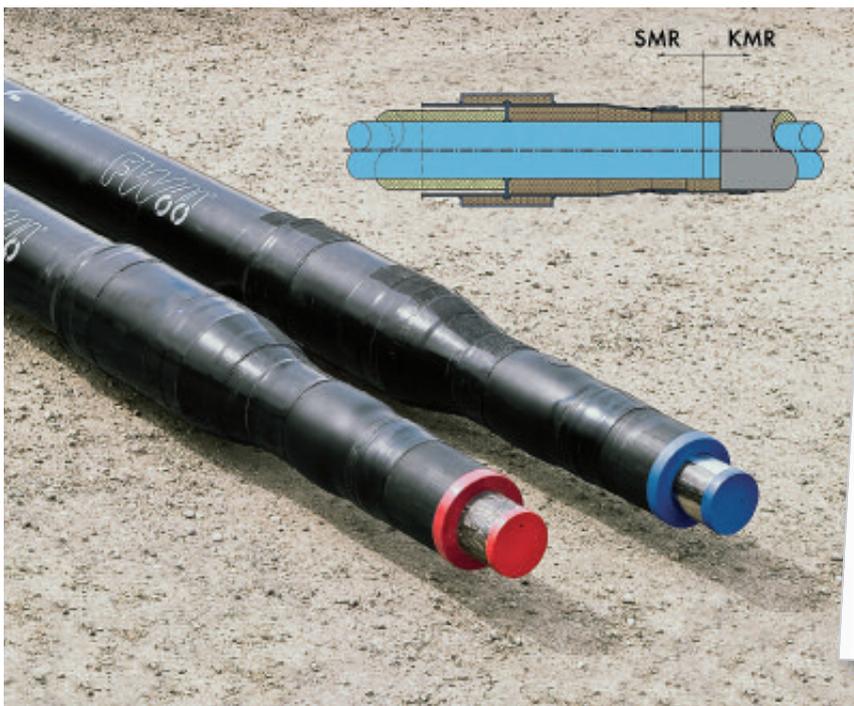


Abb. 2 Schachtlose Übergangsstücke

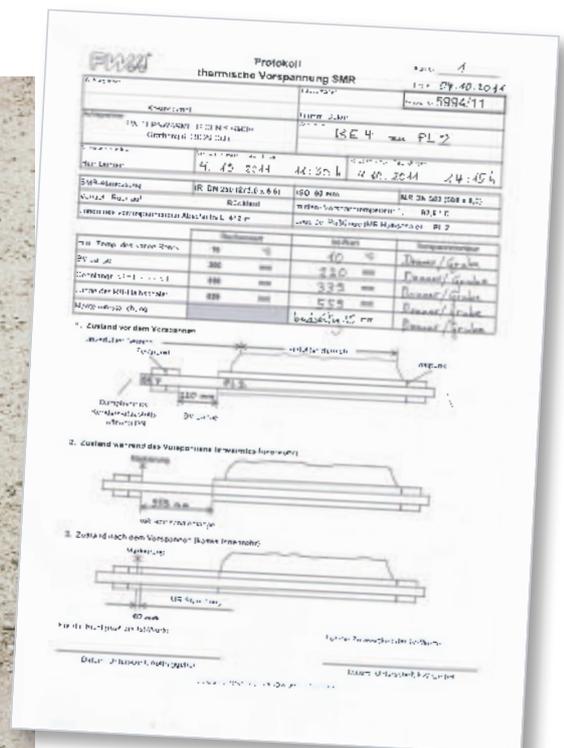


Abb. 3 Protokoll der thermischen Vorspannung

Abb. 4 Vor- und Rücklaufleitung sind ausgelegt, verschweißt, geprüft und vorbereitet für das Einbringen in die HDD-Bohrung.

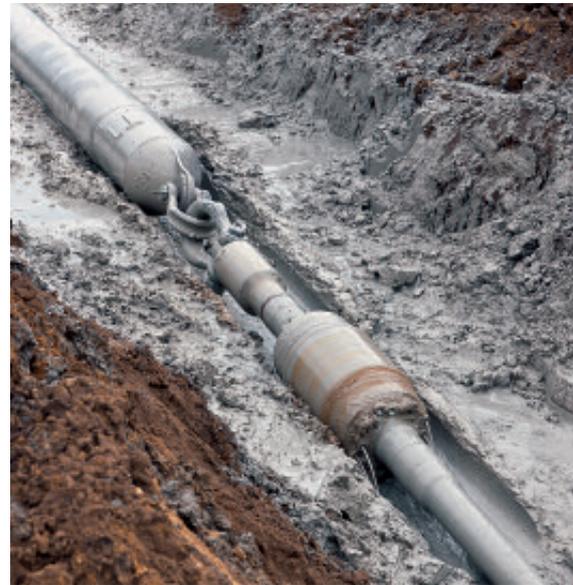


Abb. 5, 6 Der letzte Arbeitsgang: Das Doppelrohrsystem wird eingespült.

liegenden Fall sind jedoch große Mengen Sand, Schlamm und Schmutzwasser eingespült worden, sodass die Wärmedämmung ersetzt werden musste.

Die Erneuerung

Die Baugrube wurde mit Dämmen, Rampen und Wassergräben sowie zusätzlichen Pumpen so abgesichert, dass der Wiederholungsfall ausgeschlossen

war. Über jedes Rohrende und der Baugrube wurde ein 25 m langes, 15 m breites und 2,4 m hohes Zelt aufgestellt, sodass ca. 20 m Innenrohr gleichzeitig isoliert werden konnten. Die Rollenlager wurden demontiert, gereinigt und mit einem neuen Unterlagstreifen für die erneute Montage bereitgelegt. 410 m Stahlrohr DN 250 wurden gezogen, abisoliert und gereinigt. Das im Erdreich

verbliebene Mantelrohr wurde mehrfach gespült und gemolcht.

Mit dem Herausziehen des Stahlrohres wurde ein Stahlseil (30 mm, 500 m) mit eingezogen, um den Reinigungsmolch hin- und herzuziehen und später das Stahlrohr wieder einzuziehen. Für das Molchen war auf der Gegenseite ein Stahlseil, Durchmesser 10 mm, ausrei-

chend. Die gereinigten Mantelrohre wurden mittels Kamerabefahrung auf Sauberkeit geprüft und anschließend mit gekühlter Luft getrocknet und zum „Wiedereinzug“ freigegeben.

Gesamtgewicht des Rohrstranges:

DN 250 (273,0 x 5,6) = 36,90 kg/m
Rockwool 273/90
(trocken) = 11 kg/m
Lageranteil = 2,44 kg/m
50,34 kg/m
410 m x 50,34 kg/m = 20.460 kg

Mit vollständig durchnässter Wärmedämmung:

36,90 kg/m
92,0 kg/m
2,44 kg/m
131,34 kg/m
410 m x 131,34 kg/m = 53.850 kg

Bei einem Reibungswert $\mu = 0,2$ ist eine Zugkraft von

Trocken: $20.640 \text{ kg} \times 0,2 = 4.128 \text{ kg}$
Nass: $53.850 \text{ kg} \times 0,2 = 10.770 \text{ kg}$

erforderlich. Tatsächlich wurde die 1. Leitung mit (gemessen) 6.000 kg und die 2. Leitung mit 10.000 kg gezogen.

Drei Mitarbeiter des Systemherstellers befestigten die Rollenlager und die neuen Wärmedämmschalen und Mitarbeiter des Generalunternehmers zogen abschnittsweise die Stahlrohre wieder in das Mantelrohr ein. Nach erfolgreicher Neuisolierung des ersten Rohrstranges wurde mit dem zweiten genauso verfahren. Der Vorlauf war nach 1,5 Tagen, der Rücklauf nach 2 Tagen wieder hergestellt. Unmittelbar danach erfolgten das thermische Vorspannen der Innenrohre und das vakuumdichte Verschließen der Mantelrohre (Abb. 4, 5, 6).

Fazit

Rohrleitungen bei Verlegungen durch Horizontalbohrungen müssen so gebaut werden, dass die Mediumrohre bei Bedarf gezogen werden können. Sofern die folgenden aufgelisteten Doppelrohrsysteme keine vertikalen oder horizontalen Richtungsänderungen erfahren – weil die Örtlichkeit sie erfordert oder natürliche Kompensatoren der Innenrohre sinnvoll waren – sind die Innenrohre grundsätzlich axial verschiebbar. Sie könnten also gezogen werden, während die Mantelrohre ihre Position im Erdreich behalten.

Bildquelle: FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH

Autoren:

Ing. (grad.) Volkward Harders
Dr. rer. nat. Jan Friebe
FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH
Grafftring 2 - 6
29227 Celle
Tel.: 05141 88888-11
Fax: 05141 88888-22
E-Mail: vharders@fw-gmbh.de
j.friebe@fw-gmbh.de
Internet: www.fw-gmbh.de



Impressum:

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft
Gas und Wasser mbH
Barbara Bärwolf
Josef-Wirmer-Str. 3
53123 Bonn
E-Mail: baerwolf@wvgw.de
Internet: www.wvgw.de

