

37

# GUSSROHR-TECHNIK



INFORMATIONEN DER FACHGEMEINSCHAFT GUSS-ROHRSYSTEME

# Themen und Autoren

---

## 5 Trinkwasser für Oberschlesien

**Grenzüberschreitende Trinkwasserleitung zwischen Tschechien und Polen**

Tadeusz Grabinski und  
Wolfgang Rink

## 8 Komplexe Baukoordination

**Bau einer Hauptwasserleitung DN 500 GGG im Rahmen eines Großprojektes im Stadtbereich von Bielefeld**

Bernd Niehaus und Matthias Artelt

## 13 Duktile Gussrohre für den Skisport

**Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen**

Ewald Titze

## 18 Hochdruckleitung im Gebirge

**Neubau der Trinkwasserversorgungsanlage Kalter Brunnen, Raron**

Bruno Solenthaler

## 22 Städtischer Tiefbau

**Kanalaustausch in einem „Nadelöhr“**

Nicole Hetzel

## 25 Innovation im Kanalbau

**Der Weg zum Trennsystem bei der Erschließung eines Baugebietes**

Dietrich Rabe

## 28 Rohreinzug

**Einzug einer duktilen Gussrohrleitung DN 300 in eine vorhandene Graugussleitung DN 500 in Magdeburg, Schleiufer**

Manfred Sonntag und Rainer Rühl

## 31 Erneuerung in Leipzig

**Um- bzw. Neubau einer Hauptversorgungsleitung DN 600 unter erschwerten Randbedingungen**

Henry Simon und Wolfgang Rink

## 36 Horizontal-Spülbohrverfahren

**Rekordpremiere mit duktilen Gussrohren DN 700 im Spülbohrverfahren in den Niederlanden**

Maarten Renz

## 40 Nostalgisches Gründerzeitdesign

**Überflurhydranten aus Gusseisen mit Kugelgraphit, moderne Technik in traditionellem Design für die Denkmalpflege**

Johannes Neubert

## 44 Hochschulaktivitäten

**Kommunikationsangebot zwischen Hochschulen und Rohrherstellern trifft auf großes Interesse**

Sonja Buchholz

# Brief des Herausgebers

Berlin, im März 2003

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das heute vorliegende Heft 37 der GUSS-ROHR-TECHNIK enthält ein ausgewogenes Programm aus den Bereichen

**Trinkwasser**  
**Abwasser**  
**Hochschule**

Neben der gedruckten Ausgabe können Sie wieder die Aufsätze aus dem Internet über unsere homepage [www.gussrohrtechnik.de](http://www.gussrohrtechnik.de) herunterladen.

Wir haben die entsprechenden Suchwörter am Ende der Texte eingerahmt, so dass Sie mit dem interaktiven Suchregister dazugehörige Projektbeschreibungen herausfiltern können.

Im vergangenen Jahr wurde das DVGW-Arbeitsblatt GW 368 überarbeitet und veröffentlicht. Die Berechnung der zu sichernden Längen wurde dahingehend vereinfacht, dass nun die wichtigsten Einbaufälle in zahlreichen Tabellen repräsentiert sind. Liegen jedoch andere Parameter vor als in den Tabellen, so muss die zu sichernde Länge berechnet werden.

Wenn Sie sich auf unserer homepage umsehen, werden Sie unter Normung/ DVGW/ eine Eingabemaske öffnen, wo Sie Ihre Einbauparameter einsetzen; das hinterlegte Programm rechnet Ihnen die zu sichernden Längen aus.

Viel Spaß beim Lesen im neuen Heft 37 der GUSS-ROHRTECHNIK wünscht Ihnen



## Schnellübersicht

Eine für duktile Gussrohre alltägliche Aufgabe: der Bau einer 15 km langen Trinkwasserleitung DN 500 in offener Bauweise. Schwieriges Gelände, beim Bau überraschende Abweichungen bei der Bodenart, Trassenführung durch gebirgiges Gelände. Wenn es um robuste Handhabung, lange Nutzungsdauer und hohe Betriebssicherheit geht, sind duktile Gussrohre nicht zu schlagen.

Seite 5

Eine 40 Jahre alte Hauptwasserleitung DN 500 aus Grauguss, noch in einwandfreiem Zustand, musste einer neuen Trassenführung von Abwasserkanälen in einer städtische Durchgangsstraße weichen. Die umfangreichen Planungs- und Koordinierungsarbeiten in einer von Hindernissen gespickten Trasse sind ebenso lesenswert wie die praktische Bewältigung täglich neuer Überraschungen beim Neubau der Hauptwasserleitung mit duktilen Gussrohren.

Seite 8

Zwei Hochdruck-Anwendungen aus alpinen Regionen zeigen in diesem Heft die Vielseitigkeit duktiler Gussrohre: Die erste Hochdruck-Anwendung betrifft Rohre für Schneeanlagen, die

zur Aufrechterhaltung der touristischen Infrastruktur in Österreich immer häufiger gebaut werden. Transport per Hubschrauber, Einbau im Fels, Betriebsdrücke bis 100 bar, Nennweiten bis DN 300, wärmegeämmte und beheizte oberirdisch liegende Leitungen aus duktilen Gussrohren sorgen für ausgiebigen Skispaß.

Seite 13

Die zweite Hochdruck-Anwendung betrifft eine Trinkwasserversorgung mit geodätischem Höhenunterschied von 810 m unter extremen Einbaubedingungen im Kanton Wallis, wobei der Transport zum Teil über Hubschrauber abgewickelt werden musste. Längskraftschlüssige Verbindungen im Nennweitenbereich DN 200 bis DN 300 und eine Druckprobe mit 92 bar Prüfdruck, das kann man fast nur mit duktilen Gussrohren ausführen.

Seite 18

Den Bau eines großen Sammlers DN 1000 in 5 m Tiefe innerhalb eines städtebaulichen Nadelöhrs stellt höchste Anforderungen an die Planer, Bauausführenden, aber auch an das Rohrmaterial.

Seite 22

Beim Bau von Abwasserkanälen zeigen die Planer ebenfalls neue Wege auf: ein Trennsystem zur Erschließung eines Neubaugebiets wird mit getrennt geführten Schmutzwasser- und Regenwasserleitungsrohren gebaut, die jedoch gemeinsam durch die Inspektionsschächte gehen.

Seite 25

In Magdeburg war eine vorhandene Hauptwasserleitung DN 500 aus Grauguss dem gesunkenen Wasserverbrauch anzupassen. Es wurde das Rohreinzugverfahren gewählt. Rohre DN 300 mit längskraftschlüssiger Muffenverbindung TIS-K wurden in Teilstrecken bis zu 210 m Länge in das gereinigte Altrohr eingezogen. Das Einsparpotenzial wird ausgewiesen.

Seite 28

Realisieren von Kostensenkungspotenzialen: das sind die Aufgaben des Planers heute; Rehabilitation, Erneuerung, neue Einbauverfahren sind die Herausforderungen, denen sich das duktile Gussrohr immer wieder aufs Neue stellt.

Eine vor 80 Jahren in der Nähe des Leipziger Hauptbahnhofs gebaute Hauptwasserleitung DN 500 musste im Zuge von Straßenbaumaßnahmen umgelegt und teilweise erneuert werden. Auch hier waren umfangreiche Koordinierungsaufgaben und bautechnische Schwierigkeiten zu überwinden. Wärmedämmte duktile Gussrohre mit zugfesten Verbindungen im oberirdischen Bereich auf einer Rohrbrücke, Neuverlegung im gründlich sanierten Parthetunnel in offener Lagerung, Höhensprünge beim Übergang von der erdüberdeckten in die oberirdische Trassenführung, all diese Probleme wurden mit duktilen Gussrohren bravourös gemeistert.

Seite 31

Ein neuer Durchmesserrekord beim Spülbohrverfahren wurde in den Niederlanden mit der Nennweite DN 700 gleich in zwei Projekten aufgestellt. Ausschlaggebend dabei waren die Beständigkeit des Rohrmaterials gegenüber den im marinen Baugrund eingelagerten messerscharfen Muschelschalen und die schnelle Montage der längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindung TIS-K. Auch die Auftriebsverminderung im Bohrkanal war mit den duktilen Gussrohren einfacher als mit den in den Niederlanden häufig eingesetzten Kunststoffrohren.

Seite 36

Ein besonderes Kapitel betrifft die innere Erneuerung von Hydranten mit äußerlich nostalgischer Anmutung. Speziell für die denkmalpflegerisch anspruchsvolle Sanierung alter sehenswürdiger Stadtkerne wurde ein Hydrantenmodell der Gründerzeit authentisch nachgebildet, welches in seinem Gehäuse und seiner inneren Technik die modernen Werkstoffe besitzt.

Seite 40

Der Höhepunkt der FGR-Veranstaltungen des vergangenen Jahres war die Hochschullehrertagung Ende April in Berlin. Das attraktive Exkursions- und Vortragsprogramm hatte 38 Hochschullehrer nach Berlin gelockt. Neben dem Bau der „Abwasserautobahn“ von Biesdorf nach Wassmannsdorf mit einer Doppelleitung aus duktilen Kanalrohren DN 1200 in einem Tunnel von über 9 km Länge wurde die Baustelle des Lehrter Bahnhofes unter kompetenter Führung besichtigt. Das Vortragsprogramm befasste sich mit den Folgen der Europäischen Normung, der DVGW-Schadensstatistik und den besonderen Problemen der geschlossenen Bau- und Rehabilitationsverfahren.

Seite 44

## Grenzüberschreitende Trinkwasserleitung zwischen Tschechien und Polen

Von Tadeusz Grabinski und Wolfgang Rink

### 1. Einleitung

In Oberschlesien, zwischen den Flüssen Odra (Oder) und Wisła (Weichsel) liegt das große Rybniker Steinkohlenrevier.

Dieses Gebiet besitzt keine größeren eigenen Trinkwasservorkommen, was zu einem erheblichen Grad auch auf die dortige Steinkohlenförderung zurückzuführen ist. Die einzige Möglichkeit zur Trinkwassergewinnung ist der Fluss Wisła (Weichsel). An diesem Fluss wurde in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts in der Nähe der Ortschaft Goczałkowice ein großes Staubecken gebaut. Dieses Staubecken ist praktisch die einzige Trinkwassergewinnungsanlage für das gesamte Oberschlesien. Nach der Aufbereitung wird das Wasser von dort aus über Fernleitungssysteme in Oberschlesien verteilt.

Bild 1: Geographische Karte der Region



Im Süden wird Oberschlesien durch den Fluss Olza begrenzt. Südlich von diesem Fluss, auf dem Gebiet von Tschechien nahe der Staatsgrenze, befinden sich im nordmährischen Bezirk zahlreiche Trinkwassergewinnungsanlagen.

Nach langjährigen Bemühungen konnte ein Vertrag zwischen Polen und Tschechien geschlossen werden, welcher den Bau einer 14 km langen Trinkwasserleitung DN 500 von Petrovice in Tschechien nach Jastrzebie Zdroj in Polen ermöglichte.

Das Wasser, welches durch diese Leitung nach Polen transportiert wird, wird aus einem Staubecken an dem Fluss Moravka gefördert. Dieses Wasser ist von guter Qualität und wird unter anderem auch von der tschechischen Brauerei Radegast zum Brauen von Bier verwendet.

### 2. Planung

Die Trasse der Leitung beginnt am Pumpwerk in Petrovice (Tschechien) und endet in Jastrzebie Zdroj (Polen) (**Bild 1**). In Petrovice war ein Abzweig DN 500 an einer bestehenden Fernwasserleitung DN 800 herzustellen. In Jastrzebie Zdroj endet die Leitung in einem Verteilerschacht. An der Staatsgrenze war ein Wasserzählerschacht zu errichten (**Bild 2**).

Die Leitungstrasse verläuft durch ein bergiges Gebiet mit unterschiedlichen geologischen Gegebenheiten. Der größte geodätische Höhenunterschied beträgt 60 m (220 m auf 280 m). Von einem Pumpwerk auf nordböhmischem Gebiet in Petrovice (**Bild 3**) wird das Wasser zum absoluten Hochpunkt gefördert, von dort aus, bis zum Leitungsende in Polen, wird die Leitung als Gefälle-Leitung betrieben.

Wie dem Längsschnitt (**Bild 4**) zu entnehmen ist, hat die Trasse einige Hoch- und Tiefpunkte, an denen Entlüftungs- bzw. Entleerungsbauwerke vorzusehen waren.



Bild 2: Wasserzählerschacht an der Staatsgrenze



Bild 3: Pumpwerk bei Petrovice

Anfangs sollen 10.000 m<sup>3</sup>/Tag durch die Leitung gefördert werden, später rechnet man mit einer Erhöhung der Fördermenge auf 15.000 m<sup>3</sup>/Tag.

### 3. Materialauswahl

Auf der polnischen Seite wurde die Leitung mit Rohren aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 [1] geplant. Als Verbindung wurde durchgehend die längskraftschlüssige TYTON-NOVOSIT Steckmuffen-Verbindung vorgesehen.

Als Außenschutz wurde ein Zink-Überzug mit einer bituminösen Deckbeschichtung nach DIN 30 674, Teil 3 [2] ausgeschrieben. Innen sollten die Rohre

mit der standardmäßigen Zementmörtel-Auskleidung auf Basis Hochofenzement ausgestattet sein.

In der Ausschreibung waren Nebenangebote mit anderen Rohrwerkstoffen zugelassen. So wurde dann auch die Ausführung der Leitung mit PE-HD Rohren und GFK-Rohren mit angeboten. Die Prüfung der Angebote ergab letztlich, dass der Bau der Leitung mit Rohren aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 die wirtschaftlichste und technisch beste Lösung darstellte. Mit ausschlaggebend für diese Bewertung waren die großen Sicherheitsreserven der duktilen Gussrohre gegenüber inneren und äußeren Belastungen, welche bei den teilweise schwierigen Bauverhältnissen auf der Trasse die größtmögliche Sicherheit erwarten ließen. Für alle Lieferungen waren Werkszeugnisse nach DIN EN 10 204-2.2 [4] beizustellen.

### 4. Ausführung

Nachdem die Entscheidung für den ursprünglich geplanten Rohrwerkstoff gefallen war, wurde die Planung insoweit geändert, dass nicht mehr durchgehend die TYTON-NOVOSIT-Steckmuffenverbindung eingesetzt wurde, sondern nur dort, wo aus dem Innendruck Schubkräfte oder resultierende Kräfte wirken (Bögen, Abzweige, Querschnittsänderungen, Leitungsenden). Die zu sichernden Leitungslängen wurden nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 368 [3] berechnet.

Dabei wurde anfangs angenommen, dass für die direkte Rohrumhüllung ausschließlich nichtbindiges Material mit einem Reibungsbeiwert von  $\mu = 0,5$  verwendet wird. Die weiteren Parameter für die Berechnung nach GW 368 lauteten:

**Verdichtung der Leitungszone: 95% Proctor**  
**Überdeckung der Leitungslänge**  
**bei Druckprobe: 100%**  
**Lage der Rohrleitung oberhalb des Grundwassers**

Diese Annahmen mussten später korrigiert und durch neue Ansätze ersetzt werden. Beim Öffnen des Rohrgrabens traten lockerer Sand, bewässerte Kiese bis zu massiven Tonen in Erscheinung, welche unter dem Einfluss selbst kleinster Wassermengen plastifiziert werden. Dadurch wurde eine Vergrößerung des zugfest auszustattenden Leitungsanteils erforderlich. Dennoch wurden auf dem größten Teil der Trasse Rohre mit der TYTON-Steckmuffenverbindung nach DIN 28 603 [5] eingesetzt.

Im Zuge des Leitungsbaues mussten einige Flüsse, Straßen und Bahnlinien gekreuzt werden. Bei der Kreuzung von Bahnlinien wurden die Mediumrohre grundsätzlich in einem Mantelrohr eingebaut.

Nach einer Bauzeit von 5 Monaten wurde die Leitung im Dezember 2001 in Betrieb genommen.

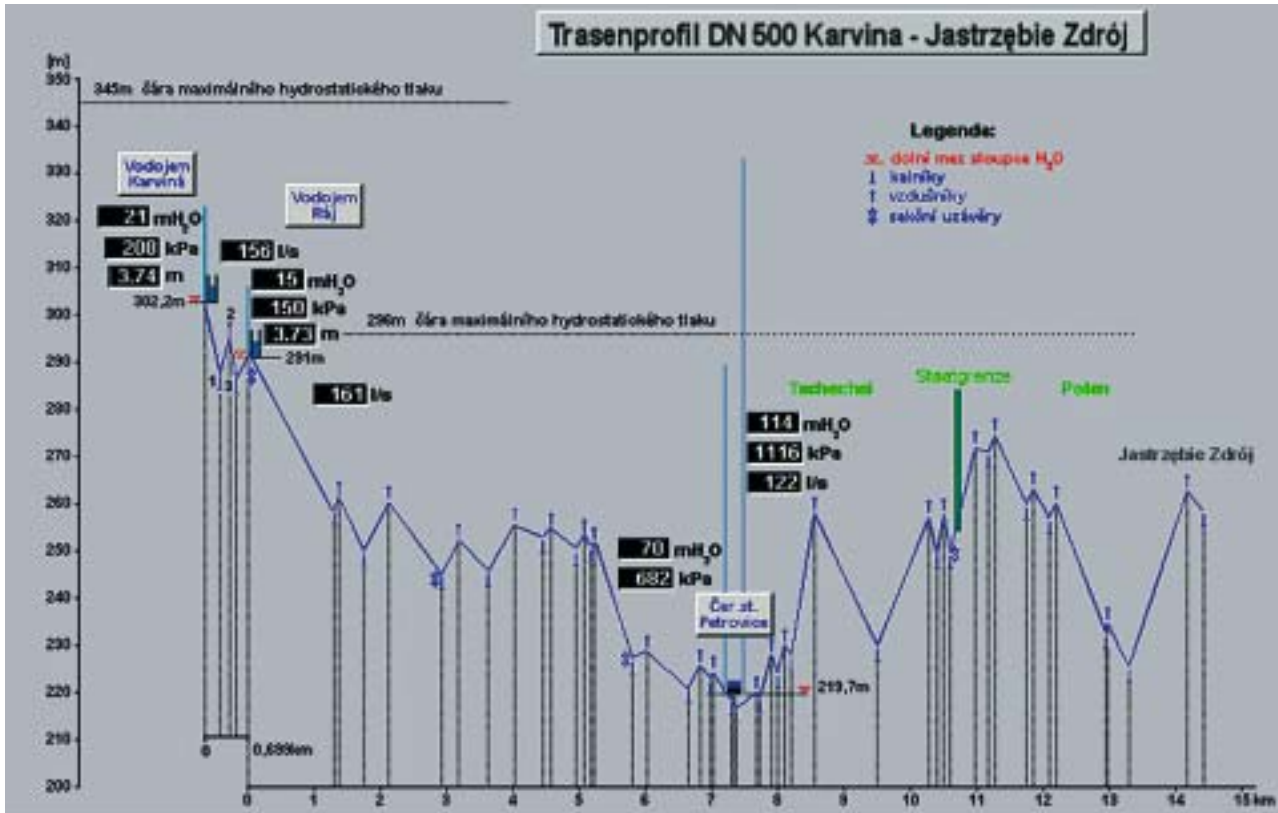


Bild 4: Trassenprofil der Rohrleitung

## 5. Zusammenfassung

Mit dem Bau der zuvor beschriebenen grenzüberschreitenden Trinkwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 500 wurde ein anspruchsvolles Projekt verwirklicht, welches einen wichtigen Schritt zur Stabilisierung der Trinkwasserversorgung in Oberschlesien darstellt.

Die teilweise schwierigen Trassenverhältnisse, bedingt durch Geologie und Topographie, konnten mit dem gewählten Rohrwerkstoff ohne Probleme bewältigt werden.

Darüber hinaus gewährleistet dieser Rohrwerkstoff eine größtmögliche Betriebssicherheit und lange Nutzungsdauer.

### Auftraggeber:

Polnischer Abschnitt:  
**JASTRZEBSKI ZAKŁAD WODOCIAGÓW  
 I KANALIZACJI SA**  
 PL – 44-335 Jastrzebie Zdrój, ul Podhalanska 7

Planer: Ing.-Büro „PROJEKT“,  
 Ing. Piotr Suchecki,  
 Jastrzebie Zdroj, O/S

Bauunternehmung: „Fa. WRZOS-PL“  
 Rybnik O/S

Tschechischer Abschnitt:  
**SEVEROMORAVSKE VODOVODY A  
 KANALIZACE OSTRAVA AS**  
 CZ – 709 45 Ostrava ul. 28 října 69

## 6. Literatur

- [1] DIN EN 545  
 Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen  
 - Januar 1995 -
- [2] DIN 30 674, Teil 3  
 Umhüllung von Rohren aus duktilem Gusseisen  
 Teil 3 – Zink-Überzug mit Deckbeschichtung  
 - März 2001 -
- [3] DVGW-Arbeitsblatt GW 368  
 Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen oder Stahl  
 - August 2001 -
- [4] DIN EN 10204  
 Arten von Prüfbescheinigungen  
 - August 1995 -
- [5] DIN 28603  
 Steckmuffenverbindungen  
 - November 1999 -

### Suchwörter:

- Pumpstation
- Wasserzählerschacht
- Mantelrohr
- Bahnlinienkreuzung
- Sicherheitsreserve
- Entlüftungsbauwerk
- Entleerungsbauwerk
- NOVOSIT-Steckmuffenverbindung
- DVGW-Arbeitsblatt GW 368

## Bau einer Hauptwasserleitung DN 500 GGG im Rahmen eines Großprojektes im Stadtbereich von Bielefeld

Von Bernd Niehaus und Matthias Artelt

### 1. Einleitung

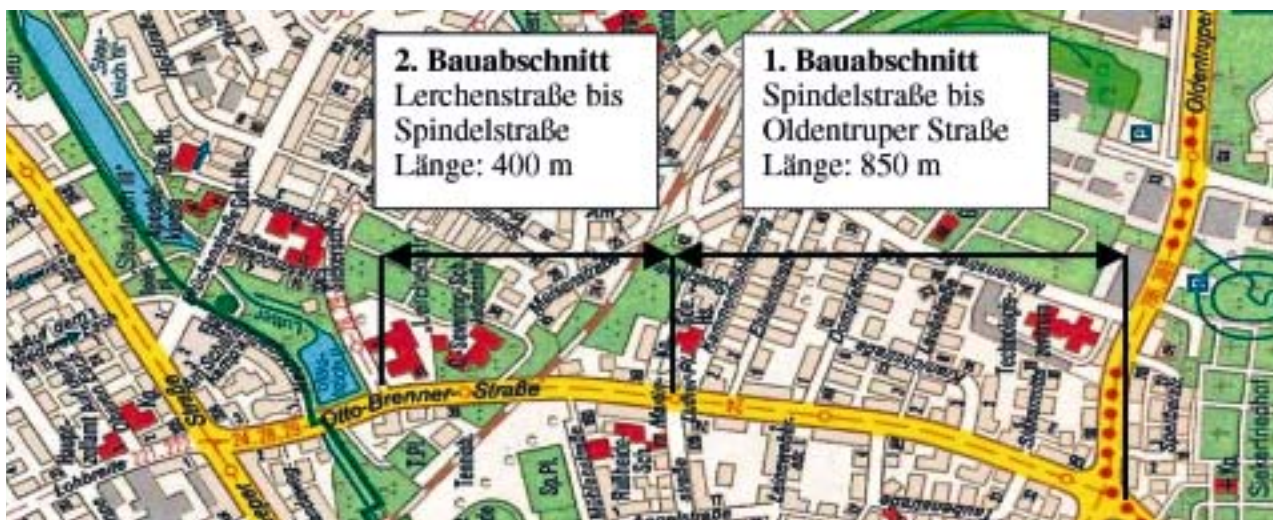
Die Stadtwerke Bielefeld GmbH – Gesellschafter sind die Stadt Bielefeld mit 50,1 Prozent und die Bremer sbw AG mit 49,9 Prozent – sind ein modernes Multi-Utility-Unternehmen, das konsequent nach den Erfordernissen der Kunden und des Marktes organisiert ist. Sie versorgen die ca. 340.000 Einwohner zählende Stadt Bielefeld mit Strom, Gas, Wasser, Fernwärme und bieten über Beteiligungsunternehmen Nahverkehrs-, Telekommunikations- sowie Entsorgungsdienstleistungen. Darüber hinaus betreiben die Stadtwerke Bielefeld über ein Tochterunternehmen Bäder und Eisenbahnen in der Stadt. Im Jahr 2001 erzielte die Unternehmensgruppe Stadtwerke Bielefeld mit ihren 1.945 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einen Umsatz von gut 397 Millionen Euro. Ständig optimierte Vertriebs- und Marketingstrukturen, die Entwicklung neuer Dienstleistungen, aber auch technische Innovationen und wirtschaftliche Arbeitsweise in allen Bereichen haben die Wettbewerbsposition auf den liberalisierten Energiemärkten entscheidend gestärkt.

Die Stadtwerke Bielefeld sind als leistungsfähiger Komplettanbieter ein wichtiger Wirtschaftsfaktor und als bedeutender Arbeitgeber und Ausbildungsbetrieb in der Region Ostwestfalen-Lippe und darüber hinaus fest etabliert.

Die Stadt Bielefeld musste in der Otto-Brenner-Straße, eine der wichtigsten Bielefelder Hauptverkehrsstraßen, die in den dreißiger Jahren gebauten Schmutz- und Regenwasserkanäle auf einer Länge von ca. 1.250 Metern auswechseln. Die Kanäle wiesen erhebliche Schäden an der Bausubstanz auf und waren hydraulisch überlastet (**Bild 1**).

In der geplanten Kanalbautrasse lag u.a. eine vierzig Jahre alte Hauptwasserleitung DN 500 GG der Stadtwerke Bielefeld. Diese Leitung, die sich in einem technisch einwandfreien Zustand befand, musste aufgrund der neuen Trassenführung den Schmutz- und Regenwasserkanälen weichen. Da aus versorgungstechnischer Sicht ein Verzicht auf diese wichtige Hauptversorgungsleitung nicht möglich war, kam nur ein Neubau in Betracht.

Bild 1: Übersichtsplan Baustellenbereich





Dabei stellte sich im ersten Ansatz die Frage, ob der Rohrleitungswerkstoff Gusseisen wieder zum Einsatz kommen sollte oder ob ein anderes Material die bessere Alternative wäre.

Im Vorfeld der Baumaßnahme wurde daher im Zuge der Materialauswahl ein Vergleich zwischen Rohrsystemen aus duktilem Gusseisen und solchen aus anderen Werkstoffen durchgeführt.

Unter Berücksichtigung der technischen Gegebenheiten und Wirtschaftlichkeitskriterien fiel letztlich die Entscheidung zu Gunsten des Systems duktiler Gussrohre.

Die Entscheidung wurde nicht unwesentlich durch die langjährigen positiven Betriebserfahrungen mit diesem Rohrleitungswerkstoff beeinflusst. Bei den Stadtwerken Bielefeld werden seit Jahrzehnten, insbesondere für übergeordnete Hauptwasser- und Zubringerwasserleitungen, überwiegend Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen eingebaut. Deren vorteilhafte Eigenschaften wie hohe Festigkeit, einfache, kostengünstige Verbindungstechnik, Abwinkelbarkeit und Längenausgleichsmöglichkeit in den Muffen sowie die hohe Bruchdehnung bieten wesentliche Vorteile gegenüber anderen Werkstoffen und deren Verbindungstechniken.

Im Zuge der Baumaßnahmen in der Otto-Brenner-Straße sollten zu den Kanalbauarbeiten Gas- und Wasserleitungen sowie Elektro- und Telekommunikationskabel der Stadtwerke Bielefeld neu verlegt werden.

Ferner mussten Kabelschutzrohre für andere Netzbetreiber eingebaut werden.

Da sich zudem eine in Betrieb befindliche Gashochdruckleitung im unmittelbaren Baufeld befand, waren die zu erfüllenden Aufgaben alles andere als einfach.

Galt es doch, eine Baumaßnahme zeitgleich für verschiedene Gewerke unterschiedlicher Maßnahmenträger abzuwickeln. Dies war nur unter Aufrechterhaltung einer einspurigen Verkehrsführung in einer Hauptverkehrsstraße mit einem Verkehrsaufkommen bis zu 20.000 Fahrzeugen pro Tag möglich.

Des Weiteren musste der Linienbusverkehr der Verkehrsgesellschaft moBiel (Tochterunternehmen der Stadtwerke Bielefeld GmbH) sowie die Zuwegung zu einer Vielzahl von Gewerbebetrieben, Einzelhandelsgeschäften, Gastronomiebetrieben und privaten Haushalten aufrechterhalten bleiben.

Das gesamte Bauvorhaben „Otto-Brenner-Straße“ wurde in einer straff koordinierten Arbeitsgemeinschaft zwischen der Stadtentwässerung der Stadt Bielefeld und den Stadtwerken Bielefeld realisiert, wobei ein gemeinsames Team die Bauabwicklung und -überwachung ausübte.

Im Hinblick auf den Bauzeitenplan wurde zur Minimierung der unvermeidbaren Beeinträchtigungen der Anlieger sowie des Durchgangsverkehrs ein opti-

miertes Baukonzept erarbeitet, das die ursprünglich geplante Gesamtbauzeit einschließlich Straßenausbau um 21 Monate reduzierte.

Infolge der engen Zusammenarbeit aller Beteiligten reduzierte sich allein die Bauzeit für den Rohrleitungsbau von 24 Monaten auf 12 Monate. Die Baumaßnahme wurde Anfang Juli 2001 begonnen und im Juli 2002 soweit fertiggestellt, dass mit dem Straßenausbau begonnen werden konnte.

## 2. Planungsphase

In der Vorplanungsphase wurde eine Bestandsbewertung vorgenommen. Dabei stellte sich heraus, dass sich im Baufeld neben den Kanälen folgende Versorgungsleitungen auf engstem Raum befanden:

- Gashochdruckleitung DN 500 – 21 bar Stahl der Ruhrgas AG
- Hauptwasserleitung DN 500 GG der Stadtwerke Bielefeld GmbH
- Gasleitung DN 300 GG der Stadtwerke Bielefeld GmbH
- Wasserleitung DN 200 GG der Stadtwerke Bielefeld GmbH
- div. 1 KV und 10 KV Stromkabel der Stadtwerke Bielefeld GmbH
- div. Telekommunikationsleitungen der Stadtwerke Bielefeld GmbH
- Telekommunikationsleitungen der Telecom

Bei der Trassenplanung wurde das Ziel verfolgt, die Neuerlegungen des Schmutzwasserkanals DN 400, des Regenwasserkanals DN 1200 und der Hauptwasserleitung DN 500 in einem gemeinsamen Rohrgraben vorzunehmen.

Weil die Gashochdruckleitung (Betriebsdruck 21 bar) der Ruhrgas AG direkt an den geplanten Rohrgraben angrenzte und für die Bauzeit nicht außer Betrieb genommen werden konnte, mussten umfangreiche Sicherungskonzepte für die Erstellung des Rohrgrabenverbaus erarbeitet werden.

Erschwerend kam weiter hinzu, dass die Leitungstrasse für alle Gewerke von einer Bahnlinie der Deutschen Bahn AG gekreuzt wurde und die Arbeiten im Gleisbereich nur unter Vollsperrung des Schienenverkehrs ausgeführt werden konnten.

Aufbauend auf dem technischen Konzept erstellten die Stadtentwässerung der Stadt Bielefeld und die Stadtwerke Bielefeld gemeinsam die Ausschreibungsunterlagen. Die Maßnahme wurde gemäß den Vorgaben der Kommission der Europäischen Gemeinschaft europaweit ausgeschrieben.

Das Vergabeverfahren wurde Ende Juni 2001 abgeschlossen. Bereits am 10. Juli 2001 begannen die Bautätigkeiten.

### 3. Bauablauf

Aufgrund der knapp kalkulierten Bauzeit wurden die Tiefbau- und Verlegearbeiten in zwei Bauabschnitten zeitlich parallel durchgeführt. Der erste Bauabschnitt hatte eine Länge von rd. 800 Metern, der zweite eine Länge von rd. 450 Metern.

Die Stadt Bielefeld und die Stadtwerke Bielefeld koordinierten die Bauvorbereitung mit dem ausführenden Unternehmen und optimierten dabei den Bauablauf weiter.

Mit Baubeginn wurde als Voraussetzung für die Tiefbauarbeiten die alte Hauptwasserleitung DN 500 GG vom vorhandenen Netz getrennt. Durch diese Leitung wurde eine Wassermenge von rd. 450 m<sup>3</sup>/h von einem Wasserbehälter mit einem Fassungsvermögen von 10.000 m<sup>3</sup> in das Versorgungsnetz eingespeist.

Um die Versorgungssicherheit durch die Außerbetriebnahme nicht zu beeinträchtigen, wurde im Bereich der Baustelle eine provisorische Verbindung zu der vorhandenen Wasserleitung DN 200 GG hergestellt. Dadurch konnte während der Bauzeit eine Einspeisung von ca. 170 bis 200 m<sup>3</sup>/h sichergestellt werden. Die Restmenge wurde weitestgehend durch andere netztechnische Maßnahmen kompensiert.

Im Zuge der Tiefbauarbeiten wurde in den beiden Bauabschnitten ein Rohrgraben mit einer Breite von ca. 4,50 Metern und einer Tiefe von ca. 5,00 Metern für den Regenwasserkanal DN 1200, den Schmutzwasserkanal DN 400 und die Hauptwasserleitung DN 500 GGG erstellt.

Da eine Vollsperrung der Otto-Brenner-Straße aus verkehrstechnischen Gründen nicht möglich war, konnte die Straße während der Baumaßnahme nur halbseitig gesperrt werden. Der Verkehr wurde auf der östlichen Straßenseite im unmittelbaren Bereich an der Baustelle vorbeigeführt. Dies bedingte im gesamten Baustellenbereich eine aufwändige Verkehrsabsicherung.

Parallel zum Rohrgraben verlief in einem Abstand von 0,50 Metern bis 1,50 Metern, wie bereits erwähnt, in der östlichen Straßenseite eine Gashochdruckleitung DN 500 aus Stahl. Während der Tiefbauarbeiten durften keine Setzungen an der Gashochdruckleitung DN 500 auftreten. Ein Trägerwandverbau mit Spritzbetonausfachung bis zu einer Tiefe von 5,00 Metern mit einer Verkehrslast SLW 60 auf der östlichen Rohrgrabenwand in dem gesamten Baufeld stellte diese Forderung sicher.

Die Ausfachung wurde mit Spritzbeton B 25 in einer Mindeststärke von 8 cm und einer Lage Baustahlgewebe Q 188 vorgenommen. Der Trägerabstand lag bei maximal 2,50 Metern. Die Horizontalverformungen durften 1 cm nicht überschreiten, damit ein Schaden an der Gashochdruckleitung sicher ausgeschlossen werden konnte.

In die Baugrubenwand auf der westlichen Seite wurde ein Trägerwandverbau mit Holzausfachung bis zu einer Tiefe von 5,00 Metern eingebaut.

Bild 2: Einbau der Hauptwasserleitung DN 500 GGG im Rohrgraben des Regen- und Schmutzwasserkanals



Nach Herstellung des Rohrgrabens wurden der Schmutz- sowie der Regenwasserkanal fortlaufend in den Rohrgraben eingebracht. Unmittelbar danach bauten die Stadtwerke die Hauptwasserleitung DN 500 in kurzen Bauabschnitten ein. Dabei wurde jeweils nach dem Einbau der Kanäle auf einer Länge von 100 Metern bis 150 Metern eine Teilverfüllung des Rohrgrabens vorgenommen und so das Planum für die Hauptwasserleitung DN 500 GGG geschaffen. Als Rohrmaterial für den Regenwasserkanal wurden Betonrohre DN 1200, DIN 4032 mit Steckmuffe GR, Länge 2,00 Meter und für den Schmutzwasserkanal Steinzeughochlastrohre DN 400, Steckmuffe K, verwendet.

Als Rohrmaterial für die Hauptwasserleitung wurden Druckrohre aus duktilem Gußeisen DN 500 nach DIN EN 545, Wanddicke K 9 mit Zementmörtelauskleidung und mit Steckmuffenverbindung TYTON nach DIN 28603 eingesetzt.

Bild 3: Rohrgraben: links verfüllter Bereich der Kanäle; rechts neu gebaute Hauptwasserleitung DN 500 GGG



Nach Einbau der Hauptwasserleitung konnte der Rohrgraben verfüllt und die Oberfläche provisorisch geschlossen werden. Sukzessiv wurde der Trägerwandverbau mit Spritzbetonausfachung bis 1,60 Meter unter Geländeoberkante und der Trägerwandverbau mit Holzausfachung komplett ausgebaut.

Parallel zu den Arbeiten in der Haupttrasse mussten die Versorgungsleitungen in den Geh- und Radwegbereichen neu gebaut werden.

Dies erwies sich als sehr schwierig, da sich in dieser Trasse in Betrieb befindliche Versorgungsleitungen befanden, die während der Verlegearbeiten nicht außer Betrieb genommen werden konnten. Die neuen Leitungen mussten somit in Filigranarbeit mittels Maschinen- und Handschachtung unmittelbar zwischen einer Gasleitung DN 300 GG, Wasserleitung DN 200 GG, 1 KV und 10 KV Stromkabeln sowie zwischen Telekommunikationsleitungen und Lichtwellenleiterkabeln eingebaut werden.

Dabei wurden u.a. eine Gasleitung DN 300 GGG, eine Wasserleitung DN 200 PE sowie bis zu 13 Kabelschutzrohre eingebracht.

Durch aufwändige Sicherungsmaßnahmen konnten Störungen im Versorgungsnetz fast vollständig vermieden werden.

Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen, wurden die neugebauten Versorgungsleitungen für Gas und Wasser abschnittsweise ca. alle 300 m in das vorhandene Netz eingebunden und in Betrieb genommen.

Bild 4: Einbau der Gasleitung DN 300 GGG im Bereich von Versorgungsleitungen



Nachdem im zweiten Bauabschnitt alle Gewerke auf einer Länge von ca. 250 Metern eingebaut waren, kamen die Arbeiten im Bereich des Bahnkörpers der Deutschen Bahn AG an die Reihe.

Die Kanäle und Versorgungsleitungen konnten nur in offener Bauweise durch den Bahnkörper der Bahnstrecke Lage – Bielefeld eingebaut werden. Deshalb wurde der Bahnbetrieb vom 15. bis 28. Oktober 2001 eingestellt. Busse übernahmen in dieser Zeit den Transport der Fahrgäste.

Vor dem Einbau der Leitungen wurden die Gleise und Gleisplatten demontiert und ein Rohrgrabenverbau hergestellt.

Im Bereich des Gleiskörpers wurde die Hauptwasserleitung DN 500 GGG in ein Stahlschutzrohr DN 700 mit PE-Umhüllung, die Gasleitung DN 300 GGG in ein Stahlschutzrohr DN 500 mit PE-Umhüllung jeweils auf einer Länge von ca. 24 Metern mittels Transportschellen eingezogen.

Diese Arbeiten wurden entsprechend den Gas- und Wasserkreuzungsrichtlinien DB AG/BGW (Richtlinien 2000) ausgeführt. Die Ringräume zwischen den Produkten- und Schutzrohren wurden entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt GW 307 verfüllt.

Nachdem die Bahnquerung abgeschlossen war, wurde das neue Leitungstück einer Druckprüfung nach DIN 4279 -3 unterzogen, die ohne Beanstandungen abgeschlossen wurde. Daraufhin wurde die neugebaute Hauptwasserleitung über eine provisorische Verbindung zu der vorhandenen Wasserleitung DN 200 GG ins Versorgungsnetz eingebunden. Durch diese Maßnahme konnten Verkeimungen infolge langer Stagnationszeiten in der Hauptwasserleitung verhindert und der Spülungsumfang minimiert werden.

Die Richtungs- und Querschnittswechsel im Zuge des Neubaus der Hauptwasserleitung DN 500 GGG wurden auf der gesamten Strecke mit nicht längskraftschlüssigen Rohrverbindungen ausgeführt. Die bei Richtungs- und Querschnittsänderungen auftretenden Kräfte wurden über Betonwiderlager nach Arbeitsblatt GW 310/II in den Baugrund abgetragen. Am letzten Einbindungspunkt konnte kein Widerlager gesetzt werden, da aufgrund der Trassenführung zwei Etagen mit Doppelmuffenbögen DN 500 x 45° eingebaut werden mussten und die hier resultierenden Kräfte auf vorhandene Versorgungsleitungen gewirkt hätten.

Bild 5: Zugwiderlager für die Hauptleitung DN 500 GGG am Einbindungspunkt



Zum Einsatz kamen daher Zugverankerungen am Rohrbogen, welche die Kräfte über einbetonierte Stahlträger in den Baugrund leiten.

Dazu wurden an jedem Zugwiderlager 3 Stahlträger HE 280 B mit einer Einspanntiefe von 3,50 Metern eingebaut, die die resultierende Horizontallast  $H_{res}$  bei  $\alpha = 45^\circ$  von 255,2 KN ableiten. Für jeden Stahlträger ergab sich eine Einzellast von ca. 43 KN (**Bild 5**).

Die Rückverankerungen wurden mit Betonstahl und Bügelstahl vorgenommen und die Fundamente mit Beton B25 hergestellt.

Aufgrund der sehr knappen Bauzeit für den kompletten Umbau der Ver- und Entsorgungsleitungen wurde im gesamten Baustellenbereich zeitweise an Werktagen von 7.00 Uhr bis 20.00 Uhr und an Samstagen von 7.00 Uhr bis 14.00 Uhr gearbeitet.

**In der Bauzeit von Juli 2001 bis Juli 2002 wurden folgende Leistungen inkl. Straßenausbau durchgeführt:**

Leistungsart:	Menge:
Bodenbewegung	38.000 m <sup>3</sup>
Verlegung Regenwasserkanal DN 1200	1.100 m
Verlegung Schmutzwasserkanal DN 400	1.100 m
Verlegung Hauptwasserleitung DN 500 GGG	1.250 m
Verlegung VW 300 GGG	50,00 m
Verlegung VW 100 PE	590 m
Verlegung VW 200 PE	1.250 m
Verlegung VG 300 GGG	1.250 m
Verlegung VG 100 PE	100 m
Verlegung 10 KV Stromkabel	3.010 m
Verlegung 1 KV Stromkabel	1.800 m
Beleuchtungskabel	1.500 m
Telekommunikationskabel	2.400 m
Auswechslung / Umbindung von Gas, Wasser- und Stromhausanschlüssen	165 Stück
Verlegung Pflaster und Plattenbeläge	9.000 m <sup>2</sup>
Herstellung Asphaltflächen	8.300 m <sup>2</sup>

Auftraggeber:  
 Stadtwerke Bielefeld GmbH  
 Ausführende Unternehmen:  
 August Quakernack  
 Straßen- u. Tiefbau GmbH & Co. KG (Bielefeld),  
 PRT Rohrtechnik Spenge GmbH (Spenge)

**Suchwörter:**

- Hauptwasserleitung
- Gasleitung
- Kabel
- Bahnunterquerung
- Schutzrohr
- Betonwiderlager
- Zugverankerung
- Trägerwandverbau
- Spritzbetonausfachung
- Abwinkelbarkeit
- Längenausgleichsmöglichkeit

## Duktile Gussrohre für Beschneiungsanlagen

Von Ewald Titze

### 1. Einleitung

Staubender Pulverschnee, strahlender Sonnenschein am tiefblauen Himmel – das ist Winteridylle pur. Wer dies einmal in den Alpen erleben konnte, wird von einem „angenehmen Virus“ infiziert, der eine Sehnsucht zum Wiederkommen weckt und diese laufend verstärkt. Dieser „Virus“ ist letztlich die Basis für den Winterfremdenverkehr und damit für die wirtschaftliche Grundlage diverser Regionen in den Alpen.

Bild 1: Alpiner Wintersport



Fremdenverkehr bedeutet Einkommen und Arbeitsplätze für eine Vielzahl von regionalen Dienstleistungsbetrieben sowie für mit dem Fremdenverkehr unmittelbar verbundene, mittelständische Unternehmen, aber auch für regional entferntere Industriebetriebe.

Voraussetzung für eine zufriedenstellende Wintersaison ist jedoch eine sicher verfügbare und ausreichend nutzbare Schneedecke möglichst von November bis in den Mai hinein.

Die klimatischen Bedingungen haben sich in den letzten Jahren dramatisch verändert: infolge der zunehmenden Erwärmung steigt die Schneegrenze in Tallagen in den Monaten November, Februar, März

und April an. Wegen des Ausbleibens der typischen Mittelmeertiefs fehlen auch die erforderlichen Schneemengen insbesondere südlich des Alpenhauptkammes. Damit ist eine ausreichend gesicherte Schneelage für den Wintersportbetrieb in den meisten Wintersportgebieten über den geplanten Saisonzeitraum nicht mehr gegeben.

Kein Schnee – keine Urlauber – kein Einkommen – keine Investition: das kann den wirtschaftlichen Niedergang einer Region bedeuten. Eine künstliche, örtliche Schneeerzeugung ist geeignet, diesem Problem erfolgreich zu begegnen.

Für die künstliche Schneeproduktion werden folgende Voraussetzungen benötigt:

- Temperaturen unter 0°C,
- Wasser in ausreichender Menge,
- Energie in Form von Druckluft oder elektrischem Strom,
- Technische Einrichtungen für die Wasserzerstäubung (Schneekanonen).

Für Rohrhersteller ist in diesem Punkt die Frage der Wasser- und Druckluftversorgung und damit verbunden die Frage der erforderlichen Rohrleitungen unter Einbezug der spezifischen Eigenheiten, welche sich aus der Topographie und dem Leistungsprofil (Wassermengen) ergeben, von entscheidender Bedeutung.

Zur Bereitstellung ausreichender Wassermengen werden Rohrleitungen mit speziellem Eigenschaftsprofil benötigt.

Italien, Frankreich und Österreich haben etwa vor 15 Jahren mit der künstlichen Schneeerzeugung begonnen. Heute ist die Situation in Österreich wie folgt:

Pisten	ca. 24.000 ha
davon beschneit	ca. 6.000 ha – ca. 25 %
Rohrlänge verbaut	ca. 1.600 km
max. Ausbaugrad	ca. 60 %
zuk. Rohrpotenzial	ca. 1.800 – 2.200 km (teilweise mit Erneuerungen)

Vergleicht man den Rohrbedarf der kommunalen Trinkwasserversorgung in Österreich für die nächsten 10 Jahre von ca. 7.000 km (verteilt auf alle Rohrwerkstoffe) mit diesen Daten, so erkennt man die wirtschaftliche Bedeutung dieses Rohranwendungsbereiches.

Schneeanlagen werden immer im alpinen und somit im technisch meist schwierigen Gelände eingesetzt. In Verbindung mit den erforderlichen hohen Drücken – meist erheblich über die der kommunalen Trinkwasserversorgung hinausgehend – ergibt sich damit ein deutlich angehobenes Anforderungsprofil.

Die wesentlichen Anforderungen an das Rohrmaterial von Beschneiungsanlagen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Einfacher Einbau des Rohrmaterials im steilen Gelände auch mit nicht qualifiziertem Personal (meistens wird das Personal der Liftbetreiber eingesetzt),
  - Drücke bis 150 bar,
  - Längskraftschlüssige und bewegliche Verbindungssysteme für diese Drücke,
  - Robustheit der Rohre (Transport und Einbau),
  - Eignung des Rohrmaterials für tiefe Temperaturen.
- Dieses Anforderungsprofil entspricht ideal dem Leistungsvermögen duktiler Gussrohre, und es ist sicher kein Zufall, dass der derzeitige Marktanteil an duktilen Gussrohren für Schneeanlagen in Österreich bei über 90 % liegt.

## 2. Beschneungssystem

Die folgende Schemaskizze zeigt, aus welchen Hauptkomponenten ein modernes Beschneungssystem besteht. Zunächst benötigt man einen Wasserspeicher, welcher das für die Beschneigung erforderliche Wasser in ausreichender Menge über die gesamte Saison zur Verfügung stellt (**Bild 2**).

Vom Speicher wird das Wasser über Pumpstationen und die Druckluft über Verteilungsleitungen aus duktilem Gusseisen oder die elektrische Energie über Kabel direkt zu den Schneekanonen in das Gelände gefördert.

Für die eigentliche Schneeerzeugung werden im Wesentlichen zwei Systeme eingesetzt.

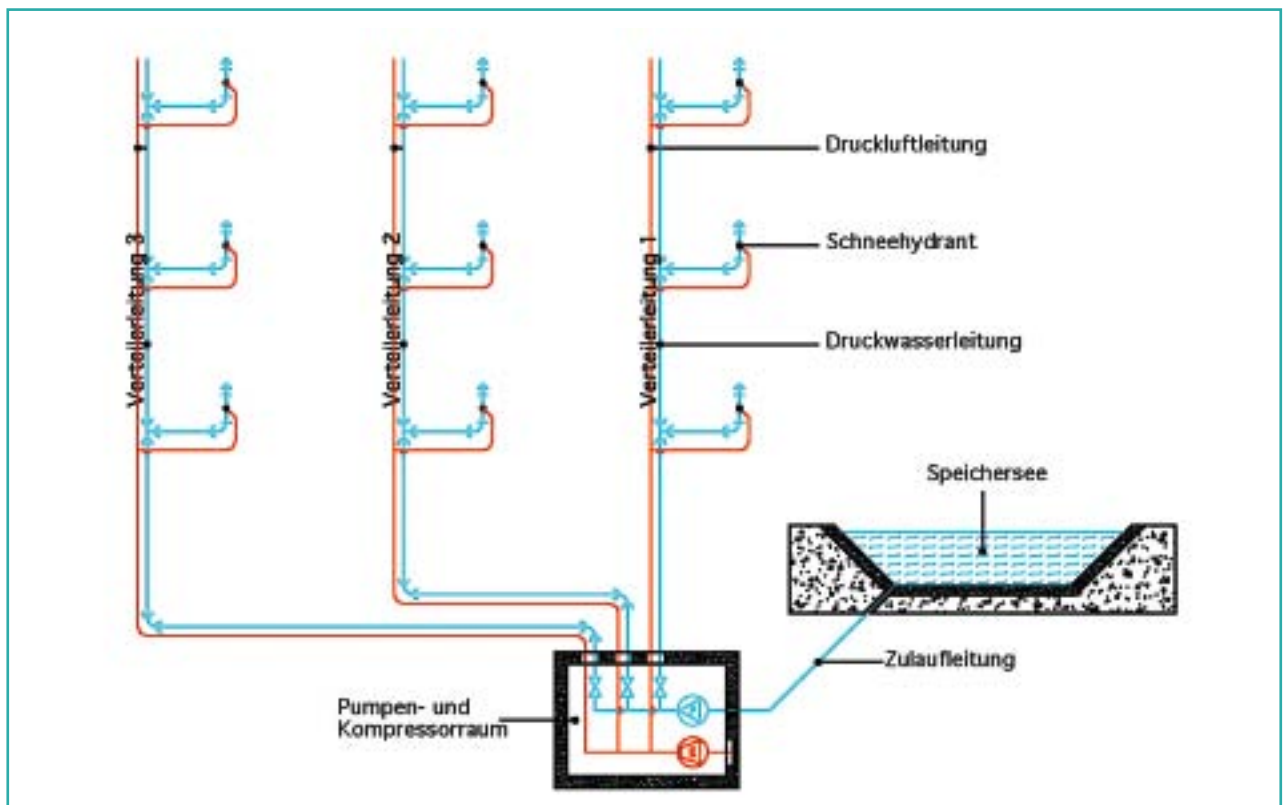
### 2.1. Druckluftkanonen

Wasser und Druckluft werden getrennt mit Rohrleitungen in das Gelände gefördert und aus Hydranten über Druckschläuche der Schneekanone zugeführt. Im Gelände werden somit zwei getrennte Druckleitungen benötigt. Strom ist nicht erforderlich. Druckluftkanonen sind relativ klein und eignen sich daher besonders für steiles und unwegsames Gelände (**Bild 3**).

### 2.2. Ventilatorkanonen

Die Wasser- und Stromversorgungsanlage befindet sich in einem zentralen Krafthaus. Wasser wird über

Bild 2: Schematische Darstellung eines Beschneungssystems



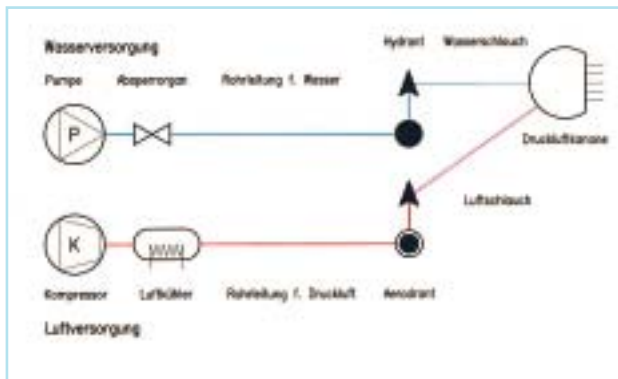


Bild 3: Schematische Darstellung einer Druckluftschneekanone

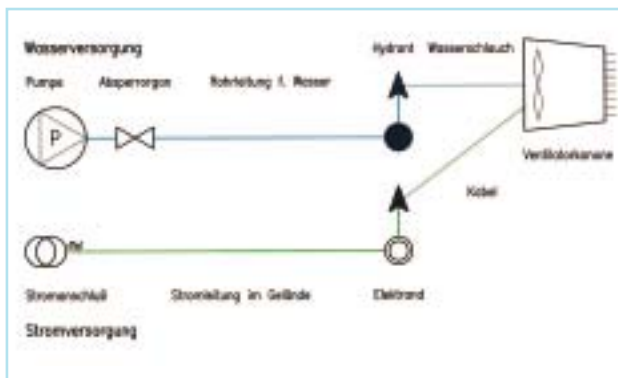


Bild 4: Schematische Darstellung einer Ventilatorkanone zur Schneeerzeugung

Rohrleitungen und Strom durch ein Kabel an die Kanone geleitet (**Bild 4**).

### 3. Projekte

Anhand zweier mit duktilen Gussrohren ausgeführter Projekte werden die wesentlichen Kenndaten derartiger Anlagen vorgestellt:

#### 3.1. Projekt Seefeld – Tirol / Rosshütte

Anlage: Rosshütte – Härmelekopf  
 Betreiber: Bergbahnen Rosshütte – Seefeld Tirol Reith AG

Planung: Klenkhart und Partner Consulting ZT

Die Bergbahnen Rosshütte-Seefeld Tirol Reith AG haben im Jahre 2002 ihre bereits bestehende Beschneigungsanlage ausgebaut. Es wurde ein Speicherteich mit einem Fassungsvermögen von 70.000 m<sup>3</sup> sowie eine zentrale Pumpstation (im Dammkörper integriert) in einer Seehöhe von 1.570 m errichtet. Von diesem Speicherteich aus werden jetzt rund 40 ha Pistenfläche beschneit.

Die Hauptpumpstation wurde mit einem zentralen Wasserausgang DN 300 versehen, welcher alle Pistenabschnitte bedient. Es besteht eine direkte Ver-

bindung zwischen der Hauptpumpstation und zwei weiteren Druckerhöhungsstationen „Härmele“ und „Hermannstal“. Dabei werden die bestehenden Schneeleitungen DN 100 und DN 125 PN 40 mittels T-Stücken an die Hauptleitung DN 300 angeschlossen. Jeder Strang kann dabei über einen Schieber getrennt bedient werden. Durch diese Konzeption wurde das bereits bestehende Beschneigungsnetz optimal an die neue Hauptpumpstation angebunden. Außerdem wurden infolge einer ausreichenden Dimensionierung der Hauptleitung spätere Erweiterungsmöglichkeiten der Anlage geschaffen.

Bisher wurde das Wasser für die Beschneigungsanlage „Rosshütte“ direkt dem Trinkwassernetz der Gemeinde Seefeld entnommen, wobei es über eine Leitung aus duktilen Gussrohren DN150 zum Hochbehälter „Rosshütte“ in 1.750 m Seehöhe gefördert wurde. Dort befand sich die damalige Pumpstation der Beschneigungsanlage.

Der Bereich „Seefelder Joch“ wird bis auf Weiteres durch die bereits vorhandene Pumpstation „Rosshütte“ versorgt. Im Endausbau ist geplant, auch das „Seefelder Joch“ über die Hauptpumpstation zu erreichen.

Beginnend bei der Hauptpumpstation in 1.560 m Seehöhe wurde eine Gussrohrleitung DN 300 über die bestehende Talabfahrt „Hermannstal“ sowie einer steilen Felsrinne zum geplanten Entleerungsschacht beim „Haglbach“ in einer Seehöhe von 1.420 m vorgesehen. Diese Gussrohrleitung dient einerseits als Notentleerungsleitung des Speicherteiches sowie zur Versorgung bestehender Schneeleitungsstränge und der oberhalb der Druckerhöhungsstation „Härmele“ liegenden Leitungen.

Hinter dem Notentleerungsschacht wird die Nennweite auf DN 250 reduziert, worauf diese Schneeleitung über eine bewaldete, steile Bergflanke zur bestehenden Druckerhöhungsstation „Härmele“ in 1.560 m Seehöhe führt (**Bild 5**).

Im Bereich der steilen Felsrinne wurde eine oberirdische Trasse mit wärmegeämmten und beheizten Rohren vorgesehen. Der restliche Teil wurde mit Überdeckungen von 0,5 bis 1,0 m eingebaut (**Bild 6**).

Materialeinsatz: 1.350 lfm duktile Gussrohre DN 300-DN 150 / PN 40 – PFA = 64 bar  
 350 lfm duktile Gussrohre DN 400 – DN 150 (Verbindung Speicherteich – Hauptpumpstation)  
 Verbindungen: zugfest System VRS  
 Rohrtransport: LKW / Helikopter



Bild 5: Rohrleitung DN 300 – Hermannstal – eingebaut im Steilhang und mit Erdankern gesichert – wärmeisoliert und beheizt



Bild 6: Rohrmontage mit Hubschrauberhilfe

#### 4. Projekt Innerkrems

Am Projekt Innerkrems in Kärnten soll der stufenweise Ausbau eines Beschneidungssystems in einem bekannten österreichischen Skigebiet dargestellt werden.

Innerkrems liegt in den Kärntner Nockbergen im Gemeindegebiet von Kremsbrücke auf etwa 1.480 m Seehöhe und ist ein bekannter Wintersportort mit etwa 1.000 Betten. Eine Vierer- und eine Doppelsesselbahn bringen die Gäste ins Skigebiet mit weiteren 13 Schleppliften auf 2.188 m Seehöhe. Insgesamt werden in Innerkrems derzeit etwa 80 % der Pistenflächen (58 ha) beschneit. Die Skisaison beginnt Anfang Dezember und endet Mitte April.

#### Kenndaten:

Baubeginn 1. Abschnitt Oktober 1997  
 Rohre: DN 150 – K 14 ;  
 DN 300 – K 10 – K 12 VRS  
 Betriebsdruck: PFA = 100 bar  
 Länge: 5.600 m DN 150 und  
 DN 300 – PFA 100 bar  
 Rohrtransport: LKW / Hubschrauber  
 Bauzeit: 6 Wochen  
 Diverse Kabelleitungen: 56.000 m  
 Schneekanonen: 6 LENKO FA 2000  
 Pumpenleistung: 600 KW 33 l/s  
 Wasserspeicher: 100.000 m<sup>3</sup>

Inbetriebnahme: 10.12.1997

Baubeginn 2. Abschnitt August 2000  
 Rohre DN 150 – K14,  
 DN 300 – K 12  
 VRS  
 Druck: PFA = 100bar  
 Länge: 7.000 m  
 3.200 m davon mit Heli-  
 koptertransport  
 in 20 Flugstunden  
 Schneekanonen: 24 LENKO FA 2000

Wasserspeicher: 90.000 m<sup>3</sup>  
 Pumpenleistung: 1.350 KW 240 l/s

Inbetriebnahme: Dezember 2000

Die Bilder 7 bis 9 vermitteln einen Eindruck über die nicht alltäglichen Einbaubedingungen.

#### 5. Ausblick

Im Anwendungsbereich für Beschneidungsanlagen ergeben sich einerseits aus den benötigten Druckstufen von oft mehr als 100 bar und andererseits aufgrund der oft schwierigen Topographie und den damit

Bild 7: Rohrlagerung an der Mittelstation in 1750 m Seehöhe







Bild 8: Rohrtransport mittels Hubschrauber im schwierigen Gelände



Bild 9: Rohrtrasse zur Mittelstation in einem steilen Gelände

verbundenen erhöhten mechanischen und technologischen Anforderungen an das Rohrmaterial mit seinen Verbindungen auch für die Zukunft hervorragende Marktchancen für duktile Gussrohre. Diese werden durch die besonders einfache Verarbeitung der Rohre noch verstärkt.

Wenn auch der Ausbaugrad der Beschneigungsanlagen im Alpenbereich bereits sehr weit fortgeschritten ist, so erscheint der Absatz von Gussrohren in diesem Marktsegment auch für die nächsten Jahre, insbesondere unter Berücksichtigung erforderlicher Erneuerungen, noch als durchaus gesichert.

Quelle: Mag. Bernhard Seidel  
Strategische Marktanalyse für Gussrohrsysteme in Beschneigungsanlagen in Österreich und Norditalien  
Diplomarbeit April 1999

Planung:  
Planungsbüro Klenkhard und Partner  
Innsbruck

### **Suchwörter:**

- Beschneigungsanlagen
- Wintersportbetrieb
- Tieftemperatureignung
- Ventilatorkanone
- Druckluftkanone
- Schneekanone
- Pumpstation
- Hubschraubertransport
- Speicherteich
- Druckerhöhungsstation

## Neubau der Trinkwasserversorgungsanlage Kalter Brunnen, Raron

**Von Bruno Solenthaler**

**Hochgebirgs-Trassen verlangen immer wieder Höchstleistungen vom Planer und Rohrbauer, aber auch vom Material. Hier sind duktile Gussrohre mit ihrer besonderen Robustheit und dem trotz aller äußerer Umstände einfachen Einbau meistens erste Wahl. Auch im vorliegenden Fall waren extreme Gefällestrrecken zu überwinden, die das Äußerste von Mensch und Material forderten. Besonders die Zementmörtelumhüllung der eingesetzten Rohre erwies sich dabei als gute Wahl, die den Einbau vereinfachte und durch den Entfall von Bettungsmaterial erhebliche Kosten einsparen half.**

### 1. Ausgangslage

Die Munizipalgemeinde Raron im Kanton Wallis baute im Gebiet des Kalter Brunnen zur langfristigen Sicherstellung ihrer Wasserversorgung mit hochwertigem Trinkwasser eine neue Quellfassung. Ein Großteil der Bedarfsmenge für die 1760 Einwohner der Gemeinde Raron und St. German wird in Zukunft durch die 4 neuen Fassungen erbracht. (Sommermonate 100%). Gleichzeitig bot sich aufgrund des großen Gefälles der Leitung die Möglichkeit an, das Trinkwasser auch energetisch zu nutzen.

### 2. Planung

Lage der Baustelle:

Die Baustelle liegt im Bietschtal, auf dem Territorium der Gemeinde Raron. Die Quellfassungen liegen auf einer Höhe von ca. 1580 m.ü.M. und die Zentrale Tscherggen auf einer solchen von 750 m.ü.M., direkt neben dem Dorf St. German. Die Druckleitung verläuft im ersten Teil hangparallel, bei Hangneigungen bis über 35°. Nach einer Steilstrecke senkrecht zum Hang, zwischen km 1.700 und 2.000, verläuft sie dann in der Trasse des bestehenden Wanderweges bis km 4.600. Das letzte Stück bis zur

Zentrale verläuft wieder in der Fall-Linie, und hat eine Länge von ca. 250 m. Der größte Teil der Baustelle liegt in einem Landschaftsschutzgebiet von nationaler Bedeutung.

Bild 1: Nationales Landschaftsschutzgebiet



Deshalb wurde angestrebt, zusätzliche Maßnahmen, wie aufwändige Rohrbettung, Bau von Betonwiderlagern und Abtransport von Grabenaushubmaterial, möglichst zu vermeiden. Zu berücksichtigen war auch, dass das Material nur mit dem Helikopter transportiert werden konnte. Eine unnötige Belastung der Natur und der Umwelt war zu vermeiden.

### 3. Rohrmaterial

Nach sorgfältiger Abwägung der örtlichen Gegebenheiten sowie nach intensiven Vergleichen der in Betracht kommenden Rohrwerkstoffe wurde eine Entscheidung für Rohre aus duktilem Gusseisen, DN 200 / 250 / 300 mm, mit der bewährten Steckmuffenverbindung mit integrierter Schubsicherung VRS, getroffen. Rohre aus duktilem Gusseisen sind in DIN EN 545 genormt. In Europa werden sie seit 1951 hergestellt. Sie kommen inzwischen weltweit zum Einsatz.

Maßgebend für die Entscheidung, die Trinkwasserdruckleitung in Raron mit duktilen Gussrohren auszuführen, waren besonders folgende Gründe: Rohre aus duktilem Gusseisen haben beachtliche Festigkeitseigenschaften. Sie bieten hohe Sicherheiten gegen Beanspruchungen aus höchsten Innendrücken. Sie widerstehen vom Werkstoff her praktisch allen auftretenden Erd- und Verkehrslasten.

Rohre und Formstücke sind mit der beweglichen, gummigedichteten Steckmuffenverbindung VRS ausgerüstet, die bei den Dimensionen 200 – 300 mm Abwinkelungen bis zu 4° erlaubt. Eine Abwinklung von 1° ergibt auf einer Rohrlänge von 5 m ca. 9 cm Abweichung von der Achse des zuvor verlegten Rohres. Sie wirkt wie ein längsverschiebbares Gelenk, weshalb sich Biegemomente und Längskräfte nicht von Rohr zu Rohr übertragen. Die Rohrleitung mit VRS-Verbindungen passt sich den Geländeunebenheiten weitestgehend an; Formstücke können eingespart werden (**Bild 2**).

Die Rohre haben eine integrierte Schubsicherung System VRS (**Bild 3**).

Die Schubsicherung nimmt sehr hohe Längszugkräfte auf, ohne die Beweglichkeit der Rohre untereinander zu behindern. Sie erübrigt Betonwiderlager, deren Erstellung gerade in Hanglagen besonders aufwändig ist. Ein Vorteil des Systems VRS ist ferner, dass die Rohrverbindungen auch mit hangabwärts gerichteter Muffe zusammengefügt werden können und sich die Schubsicherung praktisch selbst verriegelt, d.h. ein zusätzlicher Arbeitsgang zur Verriegelung der Schubsicherung, wie es bei Einbauten in Horizontallage oder bei hangaufwärts gerichteter Muffe zwingend erforderlich ist, entfällt. Die Formstücke sind ebenfalls mit integrierter Schubsicherung ausgerüstet (**Bild 4**).

Außen sind die Rohre mit einer Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach DIN 30674-2 versehen, die äußerst robust, schlag- und stoßunempfindlich ist.



Bild 2: Anpassung an das Gelände durch Abwinkelung

### 4. Einbau

Die Rohreinbauarbeiten wurden im Februar 2000 beim Abschnitt A8 unterhalb der Bietschtalbrücke begonnen. Dieser exponierte Südhang war zu dieser Jahreszeit schon wieder schneefrei (**Bild 5**).

Die zu überwindende Höhe, auf eine totale Leitungslänge von 4880 m, betrug 810 m. Die Rohre wurden mit einem Helikopter eingeflogen (**Bild 6**). Die Einbaurichtung war wegen der zuvor erwähnten Verriegelung von oben nach unten (**Bild 7**).

Bild 3: VRS-Schubsicherung

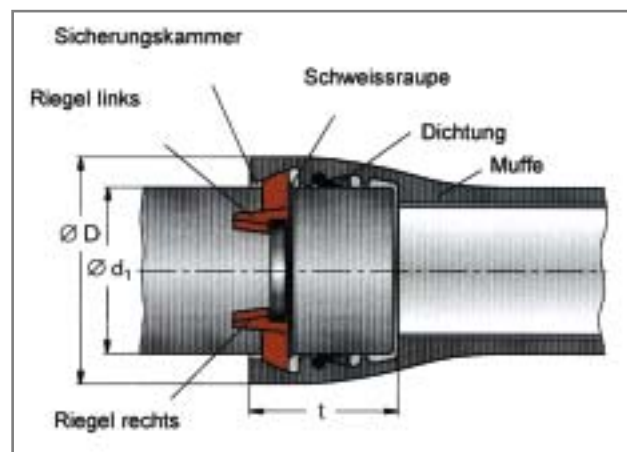




Bild 4: Formstück mit VRS-Schubsicherung



Bild 5: Leitungseinbau in steinigem Gelände

Geländeneigungen über 40° erschwerten die Bau- und Rohrlegearbeiten enorm und verlangten Mensch und Material alles ab. Zeitweise musste sogar der Schreitbagger mit Stahlseilen gesichert werden. Ende September 2000 war die Rohrleitung fertig eingebaut. Die Druckprobe wurde mit 92 bar Prüfdruck durchgeführt.

## 5. Schlussbemerkungen

Die Richtigkeit der Entscheidung, Rohre aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtelumhüllung einzusetzen, wird auch durch eine abschließende Kostenbetrachtung bestätigt. Allein durch den Entfall von Bettungsmaterial inklusive Antransport und Verteilung im Rohrgraben wurden erhebliche Kosten eingespart.

Der Einsatz der Rohre aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtel-Umhüllung trug maßgeblich dazu bei, dass die Arbeiten umweltgerecht, kostengünstig und Zeit sparend ausgeführt werden konnten. Am Beispiel Raron wurde erneut bestätigt, dass Rohre aus duktilem Gusseisen mit der beweglichen VRS-Steckmuffenverbindung und der robusten ZM-Umhüllung auch bei extremen Einbaubedingungen problemlos montierbar sind und ein hohes Maß an Sicherheit bieten. Die energetische Nutzung der Wasserkraft ermöglicht der Gemeinde Raron bis zu 25 % ihres Strombedarfs abzudecken.

Bild 6: Rohrtransport mittels Hubschrauber

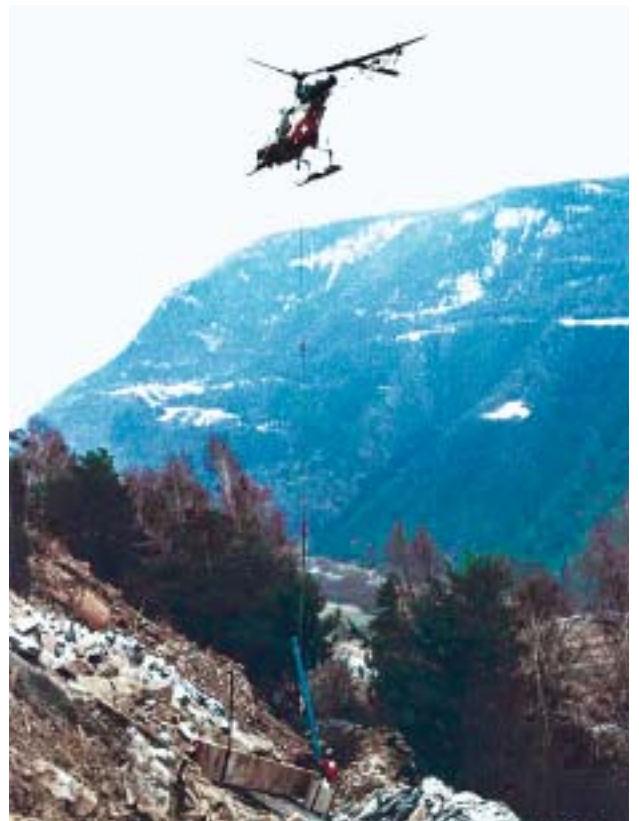




Bild 7: Einbaurichtung von oben nach unten

***Suchwörter:***

- Gefällestrecke
- VRS-Steckmuffenverbindung
- ZM-Umhüllung
- Hochdruckleitung
- Schreitbagger
- Hubschraubertransport
- steiniges Gelände
- Steilhangleitung
- Hangabwärtseinbau
- Landschaftsschutzgebiet

## Kanalaustausch in einem „Nadelöhr“

Von Nicole Hetzel

**Die Auswechslung eines überlasteten, schadhaften und zu kleinen Kanals in einer innerstädtischen, verkehrsreichen und engen Zufahrtsstraße zu einem Industrie- und Ausstellungsgelände ist der Albtraum jeden Planers. Der vorliegende Bericht zeigt die wirtschaftliche Lösung des Problems mit Kanalrohren aus duktilem Gusseisen.**

### 1. Die Rahmenbedingungen

Sinsheim, große Kreisstadt an der Elsenz, mit etwa 35.000 Einwohnern, ist eines der wirtschaftlichen Zentren im Kraichgau zwischen Heilbronn und Heidelberg mit bevorzugter Ansiedlung von Industrie und Gewerbe.

Von besonderer Bedeutung ist die verkehrsgünstige Lage Sinsheims direkt an der Bundesautobahn A 6 mit zwei ausgewiesenen Ausfahrten, Sinsheim und Sinsheim-Steinsfurt.

Die Stadt selbst ist vielen bekannt durch das Auto und Technik Museum und der „Messe Sinsheim“, beide Lokalitäten befinden sich im Industriegebiet „Neulandstraße“, der Hauptverkehrsader des Industriegebietes.

Der auszutauschende Mischwasserkanal, um den es im vorliegenden Bericht geht, liegt in der Neulandstraße.

Wegen der höchst konzentrierten Verkehrssituation konnte die Verkehrsbehörde einer halbseitigen Sperrung nicht zustimmen; so mussten die Arbeiten auf engstem Raum unter laufendem Verkehr ausgeführt werden.

Die Stadt Sinsheim hatte die Ausführung der Arbeiten für den Zeitraum Dezember 2001 bis März 2002 eingeplant.

### 2. Die Leitungstrasse

Zu den ohnehin schwierigen hiesigen Verkehrsbedingungen (Messeterminen, Besucher zum Auto und Technik Museum sowie Schwerlastverkehr) kommt erschwerend hinzu, dass die Neulandstraße als Bedarfsumleitungsstrecke der BAB A 6 ausgeschildert ist. Ferner befinden sich im Baustellenbereich Gewerbebetriebe, deren Tagesbetrieb aufrechterhalten werden musste.

Die Gründe für einen Austausch des alten Abwasserkanals Kreisprofil DN 700 aus Betonrohren waren sowohl auf hydraulische als auch auf bauliche Aspekte zurückzuführen. Schlicht: der Kanal war nicht mehr voll funktionsfähig. Demzufolge beschloss die Stadtverwaltung Sinsheim, diesen Kanal durch eine Leitung DN 1000 aus duktilen Gussrohren zu ersetzen.

Die Umbaustrecke gliederte sich in zwei Abschnitte unterschiedlicher Tiefenlage. Der erste Abschnitt von ca. 30 m Länge lag im Mittel ca. 3,80 m tief. Der zweite Abschnitt mit ca. 115 m Länge weist eine mittlere Tiefenlage von ca. 5,00 m auf.

Die auszutauschenden Rohre wurden trassengleich zu dem bestehenden Kanal eingebaut.

Neben der extremen Verkehrssituation stellten die vorhandenen Kabel und Leitungen der verschiedenen Versorgungsunternehmen ein weiteres Handicap für die Bauausführung dar. So lagen Strom- (20 kV, Niederspannungskabel) und Fernmeldekabel sowie eine Gashochdruckleitung direkt über bzw. in einem sehr geringen seitlichen Abstand neben der Kanaltrasse.

Dies hatte zur Folge, dass vor dem eigentlichen Kanalumbau in aufwändiger Weise die Kabel- und Leitungen der Versorgungsträger umgelegt bzw. mittels spezieller Maßnahmen gesichert werden mussten.

### 3. Baugrubenverhältnisse

Infolge der geologischen Gegebenheiten (Lößlehm, Schwemmlösse) im Bereich der Kanaltrasse und einem ermittelten Grundwasserspiegel in einer Tiefe von ca. 2,80 m unter Geländeoberkante war ein wasserdichter Spundwanddielenverbau für die Baugrube vorzusehen.

Mit der Vorgabe, die Spundwanddielen 3,00 m in den anstehenden Baugrund einzubinden, wurde ein hydraulischer Grundbruch ausgeschlossen.

Die daraus resultierenden 8 m langen Kanaldielen wurden mit einem speziellen Spundbagger erschütterungsarm ins Erdreich eingepresst.

Zur Minimierung von Verkehrsbeeinträchtigungen und in Anbetracht der kurzen Zeitvorgabe durch die Stadt Sinsheim sollten die Bauabschnitte möglichst kurz sein und schnell voranschreiten. Diese Forderungen erfüllen Kanalrohre aus duktilem Gusseisen in besonderem Maße. Überdies empfiehlt sich der Rohrwerkstoff duktiles Gusseisen aufgrund seiner Materialeigenschaften für die hiesige Situation.

Im Vergleich mit anderen zur Wahl stehenden Rohrmaterialien wie Stahlbeton oder HDPE überzeugte der gewählte Werkstoff durch seine Dehn- und Verformbarkeit sowie der Eigenfestigkeit des duktilen Gussmaterials und des damit verbundenen geringeren Außendurchmessers. Ein weiterer wichtiger Faktor, in Anbetracht der bekannten Grundwasserverhältnisse, ist die dauerhafte Dichtheit der Tyton-Langmuffenverbindung, wie sie in den Typ-Prüfungen der DIN EN 598 [1] nachgewiesen wird.

Bild 1: Örtliche Situation – Neulandstraße in Sinsheim



### 4. Der Rohr-Einbau

Unter Berücksichtigung der Einbautiefen und der bekannten Verkehrsbelastung sowie der zugrundegelegten bodenmechanischen Werte wurden Kanal-

rohre aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 598 mit Tyton-Langmuffe nach DIN 28 603 [2] gewählt. Diese Rohre sind standardmäßig mit Zementmörtel ausgekleidet. Außen sind die Rohre verzinkt mit Deckbeschichtung gemäß DIN 30 674 Teil 3 [3]. Dem Wunsch nach wenig Muffen konnte mit einer Baulänge von 6,00 m Rechnung getragen werden.

Diese Rohre sind hoch belastbar und besitzen große Sicherheitsreserven gegenüber unvorhergesehenen und nicht planbaren Belastungen.

Nach DIN EN 598 sind mit Rohren DN 1000 bei einer sehr geringen Verdichtung – Modul der Bodenreaktion  $1000 \text{ kN/m}^2$  – in Straßen mit Schwerlastverkehr (SLW 60) Überdeckungshöhen zwischen mind. 0,80 m und 3,00 m realisierbar.

Bei einer guten Verdichtung in der Rohrzone – Modul der Bodenreaktion  $5000 \text{ kN/m}^2$  – sind Überdeckungshöhen zwischen mind. 0,40 m und max. 7,50 m möglich. Im Einzelfall, mit gesondertem statischen Nachweis, können diese Überdeckungshöhen noch unter- bzw. überschritten werden.

Im vorliegenden Fall wurde die Sicherheit gegen Versagen mit einer gesonderten Berechnung nachgewiesen. Dabei ergaben sich Sicherheitsbeiwerte von 2,999 und 2,624. Die Verformung wurde mit 2,917 und 3,385 % ermittelt und blieb somit unter der maximal zulässigen Verformung von 4 %.

Die Tyton-Steckmuffenverbindung ist sowohl bei positiven Innendrücker als auch bei positiven äußeren Überdrücken (Lage im Grundwasser!) dicht. Sie ist abwinkelbar und in der Lage, Längenänderungen aufzunehmen. Seit Mitte der 50er Jahre wird sie weltweit für Druckleitungen in der Gas- und Wasserversorgung eingesetzt.

Die Rohrauskleidung aus Zementmörtel (ZM-A) auf Basis von Tonerdezement (TZ) ist hoch abriebfest und beständig gegenüber aggressiven Abwässern. Somit ist sie prädestiniert für den Mischwasserkanal DN 1000 in der Neulandstraße, der überwiegend Abwasser aus dem industriellen Bereich transportiert. Die Beständigkeit gegenüber einem starken biogenen Schwefelsäureangriff wurde durch eine Untersuchung am Institut für allgemeine Botanik der Universität Hamburg nachgewiesen [4].

Die etwa 20 Seitenanschlüsse (Haus- und Straßenablaufleitungen) wurden mittels Anbohrsatelstücken aus duktilem Gusseisen vor Ort schnell und mit geringem Aufwand realisiert. Die Montage im Scheitel oder am Rohrkämpfer konnte so je nach den Erfordernissen ausgeführt werden.

Die Rohre wurden in einem Sand/Kies-Auflager (Dicke =  $10 \text{ cm} + 0,1 \cdot \text{DN}$ ) eingebettet. Zur Sicherstellung der Filterstabilität zwischen dem gewachsenen

Boden und dem filterfähigen Schotteraufleger wurde ein Geotextil eingelegt.

Der reine Rohreinbau benötigte verhältnismäßig wenig Zeit; im Vergleich dazu dauerte das Einpressen der 8,00 m langen Spundwanddielen länger.

Bild 2: Einfädeln des Gussrohres in den Verbau



Bild 3: Verbaute Baugrube in 5,00 m Tiefe



#### 4. Die Schächte

Zur Sicherstellung eines reibungslosen Bauablaufs wurden Fertigteilschächte aus Stahlbeton mit einem lichten Durchmesser von 1,50 m eingesetzt. Das Gerinne und die Auftritte wurden mit Kanalklinkern ausgekleidet. Die Zugänglichkeit wird durch Schachtleitern aus Edelstahl nach DIN 18 799 und GUV 18.1 gewährleistet.

Die in den Schachtwänden integrierten Schachtanschlussstücke aus duktilem Gusseisen haben das Profil einer Tyton-Muffe nach DIN 28 603. Auf der Außenseite stellt ein Mauerflansch die kraftschlüssige Verbindung mit dem Beton des Schachtunterteils sicher. Die schon zuvor beschriebenen Charakteristika der Tyton-Steckmuffenverbindung mit ihrer konstruktiven Begrenzung von Dezentrierwegen sind auch in den Anschlussstücken realisiert.

Kanalrohre aus duktilem Gusseisen können deswegen mit diesem Anschlussstück eingelenkig am Schacht angebunden werden. Somit werden durch Entfall von Kurzgelenkstücken Kosten eingespart. Der Nachweis, dass duktile Kanalrohre mit Schachtan-

schlussstücken aus duktilem Gusseisen Kräfte aus Setzungsunterschieden schadlos aufnehmen können, ist geführt und in FGR 33 [5] und 34 [6] veröffentlicht.

#### 5. Resümee

Bei Kanalumbaumaßnahmen in dem beschriebenen Umfang und Umfeld kann es mitunter zu erheblichen Beeinträchtigungen kommen. Dank der koordinierten Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber - Tiefbauamt Sinsheim-, der Baufirma Hauck, Neckarbischofsheim und dem Ingenieurbüro Willaredt aus Sinsheim konnten jedoch größere Probleme glücklicherweise vermieden werden. In besonderem Maße gilt dies unter der zusätzlichen Erschwernis, wonach die Stadt Sinsheim Mitte März, also während der Bauphase, verursacht durch langanhaltende Regenfälle, von einem katastrophalen Hochwasserereignis heimgesucht wurde.

#### Literaturnachweise

[1] DIN EN 598  
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung

[2] DIN 28 603  
Steckmuffen-Verbindung, Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen

[3] DIN 30 674, Teil 3  
Umhüllung von Rohren aus duktilem Gusseisen  
Teil 3 – Zink-Überzug mit Deckbeschichtung

[4] E. Bock, W. Sand, K. Kirstein und J. Rammelsberg  
FGR-Gussrohrtechnik Nr. 25, 1990, S. 23 – S. 28  
Untersuchung zur Beständigkeit von Zementmörtel-  
auskleidungen duktiler Gussrohre gegenüber  
biogener Schwefelsäure-Korrosion

[5] B. Falter, J. Lenz, M. Wielenberg  
Einfachgelenkige Schachtanschlüsse bei Rohren aus  
duktiler Gusseisen  
FGR-Gussrohrtechnik Nr. 33, 1998, S. 5 – S. 13

[6] B. Falter, J. Lenz  
Versuch an einfachgelenkigem Schachtanschluss mit  
einem Rohr aus duktilem Gusseisen  
FGR-Gussrohrtechnik Nr. 34, 1999, S. 11 – S. 14

#### **Suchwörter:**

- Mischwasserkanal
- Typ-Prüfung
- Schachtanschluss-Stück
- einfachgelenkiger Schachtanschluss
- Überdeckung



## Der Weg zum Trennsystem bei der Erschließung eines Baugebietes

**Von Dietrich Rabe**

### 1. Einleitung

Bei der Planung der Entwässerung von Baugebieten in Ortschaften mit Mischsystemen wird in der Regel dieses System beibehalten.

Bei einer eingehenden Betrachtung der geologischen Beschaffenheit des Baugrundes und der Örtlichkeit des zu überplanenden Baugebietes kann es jedoch dazu kommen, dass bei der Ableitung von großen Mengen an Drainage- und Quellwasser die Wahl auf das Trennsystem fällt, weil dieses Fremdwasser in einem Mischsystem künftig hohe Abwasserabgabekosten verursachen kann.

Üblicherweise werden beim Trennsystem die Schmutz- und Regenwasserkanäle in getrennten Rohrgräben eingebaut. Beide Kanäle – höhenversetzt, damit die Seitenanschlüsse kreuzen können – besitzen eigene Schachtbauwerke.

Örtliche Zwangspunkte, aber auch der Gesichtspunkt von Kosteneinsparungen, können eine sehr enge Leitungsführung erforderlich machen. Aus diesem Grund sind spezielle Fertigteilschächte entwickelt worden, durch die gemeinsam, jedoch strikt getrennt, Schmutz- und Regenwasser geführt werden können. Damit ist für den Einbau der Kanalrohre bei einem Trennsystem nur noch ein Stufengraben erforderlich. Dieses Verfahren führt gegenüber der herkömmlichen Bauweise zu einer erheblichen Kostenreduzierung.

### 2. Aufgabenstellung

Im Anschluss an eine Ortsbebauung mit bestehender Infrastruktur schließt sich ein Neubaugebiet mit derzeit noch z. T. offener Bebauung einzelner Grundstücke an.

Dieser Bereich ist noch nicht an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen, welches vorwiegend als Mischsystem betrieben wird.

Im Neubaugebiet wird das häusliche Abwasser nach Passage einer Drei-Kammer-Faulgrube abgeleitet.

Ein Fußweg zum Erreichen der einzelnen Grundstücke fehlt noch ebenso wie eine Straßenbeleuchtung.

Die Wasserversorgung wird mit einer provisorischen Leitung aus HDPE-Rohren DN 50 aufrecht erhalten. Weiterhin sind in diesem Bereich Grundstücke vorhanden, die bei einer Erschließung des Gesamtgebietes noch bebaut werden könnten, was flächenmäßig über die Hälfte des Gebietes ausmacht. Die Gesamtgröße des Baugebietes beträgt 1,6 ha.

Aus Kostengründen verlangt die Gemeindeverwaltung, die Abwasserableitung, die neue Wasserleitung, die vorhandenen Kabel des E- Werks und die neu zu verlegenden Telekommunikationskabel im zukünftigen Gehwegbereich und in dem 1,0 – 1,5 m breiten Streifen zwischen Gehweg und Grundstücksgrenze zu bündeln.

Der Fahrbahnbereich durfte bis auf den Randstreifen, der konstruktiv zum Bau der Bordsteinanlage und der Straßenabläufe erforderlich ist, baulich nicht belastet werden.

### 3. Planung des Entwässerungsverfahrens

Nach den Vorgaben der Gemeindeverwaltung ist die bestehende Bebauung und die durch einen Bebauungsplan zukünftige mögliche Bebauung an das öffentliche Kanalisationsnetz anzuschließen und die provisorische Wasserversorgung durch eine Leitung aus duktilen Gussrohren DN 100 zu ersetzen.

Ebenfalls müssen die Fahrbahn und der künftige 1,5 m breite Gehweg entwässert werden.

Am Tiefpunkt des Baugebietes ist bereits vor Jahren zur Ableitung der anfallenden Oberflächenwässer der Straße ein Kanal von ca. 40 m Länge in geringer Tiefe zum Vorfluter gebaut worden. Eine zusätzliche Planungsvorgabe war die weitere Verwendung dieses Kanals. Parallel zum Vorfluter liegt ein Transportkanal des zuständigen Abwasserzweckverbandes.

Durch das gleich hinter den schon vorhandenen Häusern aufsteigende Steilgelände – geologisch gesehen eine Abbruchkante – wurden beim Aushub der Baugruben für die Häuser Wasser führende Schichten angeschnitten. Dieses Wasser wurde über Drainagen abgeleitet und hinter den Drei-Kammer-Faulgruben in deren Ableitungen eingeführt.

Folgende Kriterien waren deshalb für die Wahl des Entwässerungsverfahrens maßgebend:

- 1. Geringe Kanalrohrüberdeckung von 0,50 – 0,80 m wegen des vorhandenen Anschlusskanals
- 2. Geringes Platzangebot für die verschiedenen Rohr- und Kabelleitungstrassen durch die Vorgabe der Bündelung
- 3. Geringes Gefälle infolge der vorhandenen Topografie
- 4. Anfall von Fremdwasser aus den Dränagen und von Quellwasser
- 5. Witterungsabhängig wechselnde Lage des Grundwasserspiegels im Höhenbereich der Leitungen

Das unter Punkt 4. angesprochene Fremd- und Quellwasser muss dem Vorfluter auf jeden Fall separat zugeführt und darf keinesfalls in den Verbandskanal eingeleitet werden.

Auf den bebauten Grundstücken besteht eine klare Trennung zwischen häuslichem Abwasser einerseits und Drän- und Dachentwässerung andererseits. Das häusliche Abwasser wird in die Drei-Kammer-Klärgrube eingeleitet, Dachentwässerung und Dränwasser erst danach.

Damit bietet sich auf jeden Fall das Verfahren der Trennentwässerung an.

Beim Einsatz von Kombinationsschächten, wie z. B. nach dem System Predl der Infraschacht, können Schmutz- und Regenwasserkanäle im 1,5 m breiten Gehweg eingebaut werden. Für die Wasserleitung und Kabeltrassen von E-Werk und Telekom verbleibt der oben genannte 1,0 – 1,5 m breite Seitenstreifen. Damit wird die Vorgabe der Gemeindeverwaltung eingehalten, wonach die Fahrbahn durch die Baumaßnahme nur geringfügig tangiert werden durfte.

#### 4. Wahl des Rohrmaterials

Auf Grund der oben angeführten Kriterien – geringe Überdeckung, geringes Längsgefälle und schwankender Grundwasserspiegel im Leitungsbereich – bieten sich für den Einbau Kanalrohre aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 598 an.

Die hohe statische Belastbarkeit der duktilen Gussrohre, die bewährte TYTON-Steckmuffenverbindung nach DIN 28 603, die Schachtanschlusstechnik und die variable und einfache Anschlusstechnik für Seitenzuläufe DN 150 in Form von Anbohrstättelstücken gaben den Ausschlag zu Gunsten duktiler Gussrohre.

Für die Schmutzwasserkanäle wurde die Dimension DN 250 und für die Regenwasserkanäle DN 300 und DN 400 gewählt. Die Länge des Schmutzwasserkanals beträgt ca. 350 m. Der Regenwasserkanal ist um die Länge des vorhandenen Kanals zum Vorfluter kürzer.

Für die Seitenzuläufe DN 150 wurden wegen der geringen Überdeckung ebenfalls Kanalrohre aus duktilem Guss verwendet, weil nicht auszuschließen ist, dass ein schwerer LKW über den Gehwegbereich fährt.

Der Schmutzwasserkanal wurde in einem Schachtbauwerk des Transportkanals des Abwasserzweckverbandes mit einem innen liegenden Absturz aus duktilen Kanalrohren eingebunden. So konnten im Schachtbereich aufwändige Grab-, Sicherungs- und Wasserhaltungsarbeiten vermieden werden.

#### 5. Bauausführung

Das technische Konzept wurde vom Gemeinderat gebilligt und die Maßnahme Ende 2001 ausgeschrieben.

Die beauftragte Baufirma begann Anfang April 2002 mit den Kanalbauarbeiten.

Der Rohrhersteller übernahm die Aufstellung des Standsicherheitsnachweises und die Einweisung der Baufirma in die Einbautechnik duktiler Kanalrohre (**Bild 1**). Die Schmutz- und Regenwasserkanäle wurden mit Seitenversatz mit dem technisch möglichen Minimalabstand eingebaut. Die vergleichsweise dünnen Wände duktiler Gussrohre mit ihren wenig aufragenden Muffen sind bei diesen beengten Verhältnissen von großem Vorteil.

Bild 1: Praktische Einweisung in die Einbautechnik duktiler Kanalrohre





Bild 2: Einbau von Schmutz- und Regenwasserkanal mit Höhen- und Seitenversatz in gemeinsamen Graben

Auf Bild 2 ist das in diesem Bauabschnittsbereich über Nacht angefallene Grundwasser zu erkennen. Nach dem Abpumpen des Grundwassers zeigte sich, dass der Boden für den Kanalrohreinbau eine zu geringe Tragfähigkeit aufwies. Zur Stabilisierung des Rohrauflegers wurde eine 30 cm starke Tragschottererschicht eingebaut.

Bild 3 zeigt ein Schachtbauwerk nach dem System Predl, Typ Infrashacht, mit einem Innendurchmesser von  $D = 1,20$  m. Der Regenwasserkanal kann durch eine Abdeckung dicht verschlossen werden. Die Überdeckung des Regenwasserkanals war teilweise so gering, dass als Schachtabdeckung eine Fertigteilplatte mit eingebautem Schachtdeckelaufsatz verwendet werden musste.

Die Kanalbauarbeiten wurden Ende Mai 2002, also nach ca. 8 Wochen Bauzeit, abgeschlossen.



Bild 3: Schacht mit integriertem Schmutz- und Regenwasserkanal

## 6. Schlussbetrachtung

Durch die Wahl des Entwässerungsverfahrens nach dem Trennsystem kann auch bei künftiger Bebauung der noch freien Grundstücke anfallendes Grundwasser über die bereits bestehenden Hausanschlüsse fachgerecht abgeleitet werden, ohne dass weitere Baumaßnahmen außerhalb des privaten Bereichs erforderlich wären.

Durch die beschriebene Materialauswahl bei den Schachtbauwerken und den Kanalrohren wurde der Einbau im künftigen Gehwegbereich möglich. Damit kann eine teure Straßenwiederherstellung im Fahrbahnbereich vermieden werden.

### **Suchwörter:**

- Trennsystem
- Oberflächenwässer
- Fremdwasser
- Seitenanschluss
- Schachtbauwerk
- Leitungsbündelung

## Einzug einer duktilen Gussrohrleitung DN 300 in eine vorhandene Graugussleitung DN 500 in Magdeburg, Schleinufer

**Von Manfred Sonntag und Rainer Rühl**

### 1. Einleitung

Die Stadt Magdeburg plant den weiteren 4-spurigen Ausbau der stark befahrenen Straße „Schleinufer“ entlang der Elbe. Alle Medienträger, so auch die Städtischen Werke Magdeburg GmbH (SWM), waren aufgefordert, den Handlungsbedarf an ihren Versorgungsanlagen zu ermitteln und die erforderlichen Neu- und Umbauten und Rehabilitationsmaßnahmen vor oder während des Straßenbaus durchzuführen.

Im Planungsbereich verläuft u.a. eine Trinkwasserhauptleitung (HW) DN 500 aus Grauguss mit Stemmuffenverbindungen aus dem Jahr 1929.

Eingehende Recherchen, die Auswertung von Bestandsunterlagen und Schadensstatistiken sowie vorliegende Untersuchungen an Rohrproben weisen auf fortschreitende Spongiose (Graphitierung) und damit auf eine hohe Rohrschadensgefährdung hin. Deswegen wurde die Entscheidung zur grabenlosen Rohrnetzrehabilitation mittels Strangrohrrelining unter Nutzung des Altrohres in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 getroffen.

### 2. Projektbeschreibung

#### 2.1. ALLGEMEINES

Aufgrund des veränderten Verbrauchsverhaltens seit Anfang der 90-er Jahre, der daraus resultierenden geringeren Wasserabgabe und nach der Analyse der zukünftigen Versorgungsverhältnisse im weiteren Umfeld des Planungsabschnittes erwies sich eine Nennweite von 300 mm als ausreichend.

Neben der Leitungsrehabilitation war auch die Erneuerung mehrerer Armaturenknotten, der Be- und Entlüftungsventile und Entleerungen, die Umverlegung eines Dükers über einen Regenwasserkanal und der Bau einer 58 m langen Versorgungsleitung

DN 200 GGG, TYTON-SIT, in offener Bauweise erforderlich.

Die Entscheidung zur Auswahl des Rohrmaterials wurde im Planungsstadium durch einen Varianten- und Kostenvergleich zwischen dem Einziehen eines PE Rohres 355 x 21,1, (SLM-Rohr) oder duktilem Gussrohr DN 300 K9 mit längskraftschlüssiger Verbindung TIS-K, Dichtung aus EPDM, Haltering aus duktilem Gusseisen und einem Muffengleitblech zu Gunsten des Gussrohres getroffen.

Weitere Entscheidungskriterien waren:

- geringe Einschränkung des Baustellenverkehrs während der Bauausführung
- robuste Ausführung duktiler Gussrohre
- duktiler Gusseisen ist ein anorganischer Werkstoff, er unterliegt keiner Alterung; seine Festigkeitseigenschaften bleiben während der gesamten Nutzungszeit konstant.
- Rohre aus duktilem Gusseisen sind lagesicher und formstabil; sie verändern unter Last nicht ihren Außendurchmesser
- Rohre aus duktilem Gusseisen erleiden beim Einziehvorgang keine Rohrschädigung durch Kerben und Riefen
- Rohre aus duktilem Gusseisen haben einen geringeren Platzbedarf infolge Einzelmontage der Rohre
- Rohre aus duktilem Gusseisen können bei jedem Wetter eingebaut werden (Rohrmontage Dezember)
- Rohre aus duktilem Gusseisen können mit einer hoch belastbaren längskraftschlüssigen und abwinkeltbaren TIS-K Muffenverbindung mit einer max. zulässigen Zugkraft von 450 kN geliefert werden.

Nach eingehender Vorbereitung wurde, ausgehend von einer im Hause der SWM erstellten Genehmigungs- und Ausführungsplanung die Leistung ausgeschrieben und eine Fachfirma mit der Durchführung im November und Dezember 2001 beauftragt.

Der Auftragnehmer hatte folgende Teilleistungen für das Strangrohrrelining zu erbringen:

- Baustelleneinrichtung
- Tiefbau- und Verbauarbeiten für die Einbring- und Zielgruben
- Reinigung der Altleitung mittels Kratzer und Gummischeibe, Entsorgung der Rohrablagerungen
- Kamerainspektion mit anschließender Auswertung mit dem Auftraggeber zur Sicherstellung der Hindernisfreiheit und der Ermittlung unbekannter Einbauten (TV-Dokumentation)
- Einbringen des Rohrstranges in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1
- Füllen, Spülen und Desinfektion der neuen Rohrleitung
- Netzverbindung mit dem Altbestand
- Verdämmen des Ringraumes

## 2.2. BESCHREIBUNG DES ROHREINZUGVERFAHRENS

An den vorgesehenen Einbring- und Zielgruben der zu erneuernden Leitungsstrecke wurden Baugruben (ca. 8m x 2m bzw. 3m x 2m) ausgehoben und ordnungsgemäß verbaut. Nach anschließender Leitungstrennung und Restentleerung wurde ein Zugseil eingebracht und der Abschnitt mittels Stahlfederkratzern und Gummischeibe einer Grobreinigung unterzogen. Nach der Reinigung erfolgte die TV-Inspektion, um eventuelle unbekannte Schäden, Hindernisse und Einbauten zu ermitteln. Die Auswertung wurde anschließend im Beisein der Bauleiter und Netzingenieure der SWM vorgenommen. Nach der Freigabe zum Rohreinzieher konnte mit dem eigentlichen Einziehen der Rohrleitung begonnen werden.

Am 1. Rohr wurde der Ziehkopf montiert, der die Aufgabe der Kopplung zwischen Zugseil und Rohrstrang beim Einziehen übernimmt (**Bild 1**).

Bild 1: Zugkopf mit integrierter Verbindung TIS-K



Das Rohr wurde incl. des Muffengleitbleches mittels Bagger in die Montage-(Einzieh) Grube hinabgelassen (**Bild 2**),

mit dem Zugseil verbunden und auf ca. 2/3 der Rohrlänge eingezogen. Danach wurde das 2. Rohr analog in die Montagegrube eingebracht, in Rohrachse ausgerichtet und die TIS-K Muffenverbindung über Zughub-Montagegeräte hergestellt (**Bild 3**).

Bild 2: vorbereitetes Rohr mit Ziehkopf und Gleitblech



Bild 3: Montage der TIS-K-Verbindung



Mit der Seilwinde wurde anschließend der Rohrstrang wiederum bis auf ca. 2/3 Rohrlänge des letzten Rohres eingezogen; danach analog das nächste Rohr am Rohrstrang montiert.

Das Muffengleitblech zieht sich durch die Reibungskräfte selbstständig gleichmäßig auf die Muffe auf (**Bild 4**).

Dadurch wird das Korrosionsschutzsystem Rohr (Zink + Bitumendeckbeschichtung nach DIN 30674 T. 3) ausreichend geschützt, der Reibwiderstand beim Einziehvorgang verringert und das Rohr im Schutzrohr fixiert.

Der Auftraggeber verzichtete bewusst auf den Einsatz von Kunststoff-Gleitkufen, da sich diese bei vor-



Bild 4: Rohrstrang beim Einziehvorgang

hergehenden Reliningmaßnahmen mit Kunststoffrohr in Höhe der Muffenverbindungen des Altrohres teilweise zusammengeschieben hatten und den Einziehvorgang behinderten oder gänzlich stoppten. Mit dem vom Rohrhersteller empfohlenen Muffengleitblech gab es in dieser Hinsicht keine Probleme.

Zwischen der Bedienung der Seilwinde und den Monteuren in der Einbringgrube ist der ununterbrochene Kontakt unverzichtbar, da trotz Reduzierung der Zugkräfte durch eine Umlenkrolle ruckartige Bewegungen, u.a. durch die Elastizität des Stahlseils, nicht gänzlich zu vermeiden waren.

### 3. Erfahrungen

Insgesamt wurden 4 Teilstrecken mit Einzellängen zwischen 42 m und 210 m eingezogen, die Gesamtlänge betrug 564 m. Die Unterteilung ergab sich aus der Lage der Streckenarmaturen in der Rohrtrasse sowie aus einer größeren Richtungsänderung. Grundsätzlich kann das Verfahren nur auf nahezu geraden Strecken angewendet werden. Im System Schutzrohr DN 500/ Medienrohr DN 300 sind Abweichungen im Trassenverlauf von max. 2 Grad zulässig; bei größeren Abweichungen besteht die Gefahr, dass das Medienrohr im Schutzrohr stecken bleibt.

35 Rohre wurde auf der längsten Einzelstrecke von 210 m mit einer Gesamtmasse von ca. 13.500 kg eingezogen, wofür eine Zugkraft von ca. 50 kN erforderlich war.

Die tatsächlich aufgetretene Zugkraft konnte leider nicht gemessen werden; die Messung und Dokumentation der Einziehkraften wird vom Auftraggeber für kommende Reliningmaßnahmen jedoch zwingend vorgeschrieben werden.

Unter Berücksichtigung notwendiger bauverfahrenstechnischer Abläufe wurden lediglich 5 Tage für das eigentliche Einziehen benötigt. Die Einbauleistung betrug 6 Rohre pro Stunde (bei einer Montage im Dezember bei Temperaturen bis zu minus 9 Grad Celsius).

Insgesamt wurden 5 Arbeitskräfte für die Rohrmontage benötigt (2 Monteure im Graben, 1 Anschläger, 1 Kranfahrer, 1 Bediener Seilwinde).

Die einzelnen erneuerten Leitungsabschnitte wurden anschließend zugfest (TYTON-SIT) miteinander verbunden, mit Wasser und Desinfektionsmittel gefüllt, entlüftet und einer Druckprüfung nach DIN 4279 mit 15 bar unterzogen, die auf Anrieb erfolgreich war. Als letzter Arbeitsschritt wurde der verbleibende Ringraum verdämmt.

### 4. Zusammenfassung

Das vom Auftraggeber erstmals gewählte Reliningverfahren mit dem Einzug duktiler Gussrohre mit zugfesten TIS-K Muffenverbindungen in eine vorhandene Graugussleitung DN 500 ist absolut zufriedenstellend verlaufen.

Die Baukosten der Gesamtmaßnahme beliefen sich auf annähernd 227 T€, davon fielen an reinen Materialkosten für Druckrohre, Formstücke, Armaturen und Zubehör etwa 73 T€ an. Rohrreinigung, Tiefbau und Montage umfassten 144 T€. 10 T€ wurden für die Planung und Vermessung sowie für Regiekosten angewandt.

Einsparungen ergaben sich durch:

- Reduzierung von Erdarbeiten
- Entfall von Umhüllungsboden
- Verkürzung der Bauzeit
- Erhöhung der Unabhängigkeit von Witterungsbedingungen (Montage im Winter)

Außerdem ergaben sich folgende, nicht monetär zu beziffernde, Vorteile:

- geringe Verkehrsbeeinträchtigung
- alte Leitung ist Bestandteil des neuen Leitungssystems

Stellt man die Kosten des Reliningverfahrens für den 564 m langen Leitungsabschnitt einer Neulegung gegenüber, so konnten die Städtischen Werke Magdeburg 68 T€ einsparen.

#### **Suchwörter:**

- Strangrohrrelining
- Einzugverfahren
- Muffengleitblech
- Einziehvorgang
- Einziehkraft
- Ringraum
- Minustemperatur
- Einsparpotenzial

## Um- bzw. Neubau einer Hauptversorgungsleitung DN 600 unter erschwerten Randbedingungen

Von Henry Simon und Wolfgang Rink

### 1. Einleitung

Die Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH betreiben derzeit Trinkwasserrohrleitungen von ca. 2.900 km Gesamtlänge. Damit sichern sie die Versorgung von 600.000 Einwohnern mit dem Lebensmittel Nr. 1 ab.

Das Wasserverteilungssystem in Leipzig ist dadurch gekennzeichnet, dass das Versorgungsgebiet mittels vier Hauptversorgungsleitungen (DN 600 – 1000), ausgehend vom WW Probstheida, erschlossen wird. Das Leitungssystem wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts errichtet.

Als Hauptmaterial wurden Muffenrohre aus Grauguss verwendet. Die Hauptversorgungsleitung, welche im Rahmen dieser Baumaßnahme zu Teilen um- bzw. neugelegt wurde, versorgt große Teile des Zentrums sowie des Nordens der Stadt Leipzig mit Trinkwasser.

Durch die Stadt Leipzig wurde die Bundesstraße B 6 innerhalb des Stadtgebietes in mehreren Bauabschnitten neu errichtet. Dabei kam es auch zu Trassenänderungen und Änderungen der Verkehrsführung. Weil die Trasse der Hauptversorgungsleitung Teile der Neubaustrecke berührt, wurde entschieden, die Neulegung parallel und in Koordinierung mit dem Straßenbau vorzunehmen. Gleichzeitig sollten dabei Teilabschnitte dieser Leitung, welche im Tunnel (Parthetunnel) unter den Gleisanlagen der Deutschen Bahn AG im Einfahrtsbereich des Bahnhofes der Stadt Leipzig liegen, ausgewechselt werden (**Bild 1**).

Aufgrund mehrerer Havarien war es erforderlich, die Leitung zeitlich befristet außer Betrieb zu nehmen, um die Neulegung im Rahmen des Straßenbaues sowie der Sanierung des Parthetunnels zu ermög-



Bild 1: Übersichtsplan mit Trassenverlauf

lichen. Dazu war es notwendig, das Versorgungssystem umzustellen, um die Trinkwasserversorgung zu sichern.

### 2. Planung und Trassenbeschreibung

#### 2.1. ABSCHNITT STRAßENBAU B 6

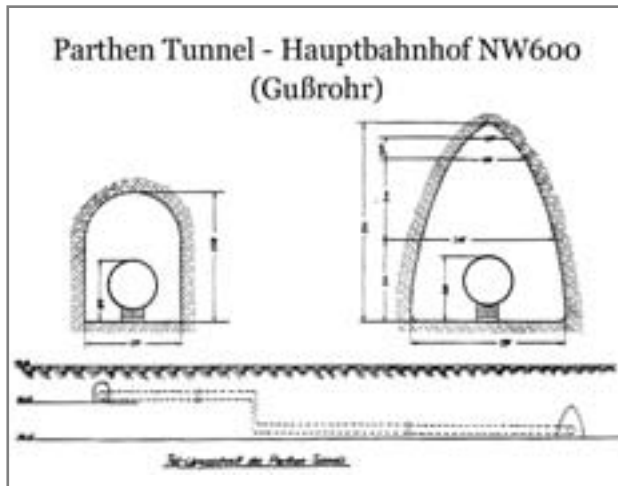
Im Zuge der Erstellung der Straßenplanung wurde, in Koordination mit dem Tiefbauamt der Stadt Leipzig, die Planung für die Trinkwasserleitung vorgenommen. Im Rahmen dieser Investition mussten 410 m Trinkwasserleitung DN 600 neu in den Straßenkörper eingeordnet werden. Die Engstellen der Trassierung lagen in der Unterquerung einer Brücke (umfangreiches Genehmigungsverfahren durch die Deutsche Bahn AG) sowie in der Überquerung des Flusses Parthe mittels einer Rohrbrücke. Wegen der im Trassenbereich vorhandenen Randbedingungen – beengter, unterirdischer Bauraum, Knickpunkte, Höhenunterschiede – wurden Muffenrohre aus duktilem Gusseisen mit einer längskraftschlüssigen TY-TON-Steckmuffenverbindung vorgesehen. Um das Trinkwasser vor Temperatureinflüssen zu schützen, wurden für die Rohrbrücke über die Parthe wärmeisolierte Rohre vorgesehen.

Nach Vorlage aller für die Planung erforderlichen Genehmigungen wurde im April 2000 der Bau der Leitung ausgeschrieben. Als Baubeginn war August 2000 vorgesehen.

## 2.2. ABSCHNITT TUNNEL

Das Tunnelbauwerk mit einer Gesamtlänge von 566 m wurde im Jahr 1920 errichtet. Der Tunnel gliedert sich in zwei verschiedene Tunnelquerschnitte und Höhenlagen. Die Sohle des Kanals liegt zwischen 3,50 m bzw. 8,50 m unter Geländeoberkanten (**Bild 2**).

Bild 2: Tunnelprofile



Im Zuge des Straßenbaues und zur Optimierung der Außerbetriebnahmezeiten war es notwendig, die Planung so zu erstellen, dass beide Maßnahmen annähernd zeitgleich realisiert wurden. Bei der Planung des Tunnels war zu beachten, dass einerseits das Bauwerk Tunnel und andererseits die integrierte Trinkwasserleitung saniert bzw. erneuert werden mussten.

Wegen der exponierten Lage des Bauwerkes im Einfahrtbereich des Hauptbahnhofes war ein umfangreiches und zeitaufwändiges Genehmigungsverfahren durch die Deutsche Bahn AG erforderlich.

Das Investitionsvorhaben wurde in zwei Teilen geplant und zur Realisierung vorbereitet:

1. Teil: Rückbau der vorhandenen Leitung, Reinigung und Schadensbegutachtung des Tunnels
2. Teil: Sanierung des Tunnelbauwerkes sowie Neubau der Trinkwasserleitung DN 600 GGG.

Ziel der Maßnahme war, den Bauzustand des Tunnels so wieder herzustellen, dass er den erhöhten statischen und dynamischen Belastungen aus dem Eisenbahnverkehr stand hält, und die Rohrleitung komplett zu erneuern.

Die alte Rohrleitung im Tunnel bestand im Wesentlichen aus Graugussrohren mit bleiverstemmten

Muffenverbindungen in Längen von 4,10 m. Soweit erforderlich, waren im Bereich von Höhensprüngen die Verbindungen mittels Zuganker längskraftschlüssig montiert worden (**Bild 3**).

Bild 3: Zuganker an der alten Graugussleitung



## 3. Materialauswahl

Für den Bereich des Neubaus der B 6, wo die Rohre konventionell im offenen Rohrgraben einzubauen waren, wurden Muffendruckrohre aus duktilem Guss-eisen nach DIN EN 545 [1] mit der Außenbeschichtung Zink-Überzug mit bituminöser Deckbeschichtung nach DIN 30 674, Teil 3, [2] ausgeschrieben.

Für die Rohrbrücke über die Parthe wurden die gleichen Rohre, jedoch in wärmegeämmter Ausführung (WKG-Rohre) mit einem Wickelfalz-Mantelrohr und der längskraftschlüssigen TYTON-TKF-Steckmuffenverbindung vorgesehen.

Für die Leitung im Tunnel wurden, unter Beachtung der öffentlich rechtlichen Bedingungen (Auflagen der Deutschen Bahn AG) sowie wirtschaftlicher und betrieblicher Gesichtspunkte zwei Varianten betrachtet:



1. Sanierung der Leitung
2. Neubau der Leitung

Hierbei war zu beachten, dass auch der Tunnel selbst saniert werden musste. Die Sanierung der Leitung wurde deswegen verworfen, weil aufgrund der äußerst eingeschränkten Platzverhältnisse eine fachgerechte Sanierung des Tunnels kaum durchführbar gewesen wäre.

Für die Neubauvariante wurde die Anwendung verschiedener Rohrmaterialien untersucht. Die Entscheidung fiel letztlich zu Gunsten von Rohren aus duktilem Gusseisen mit der TYTON-Steckmuffenverbindung nach DIN 28 603 [3].

Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren

- die einfache Montage der Steckmuffenverbindung bei den vorhandenen beengten Platzverhältnissen,
- die guten Festigkeitseigenschaften und die daraus resultierenden Sicherheitsreserven sowie
- die lange Nutzungsdauer dieses Rohrwerkstoffes.

#### 4. Baudurchführung

Die Bauarbeiten wurde in Koordination mit dem Straßenbau in zwei Hauptabschnitten durchgeführt.

##### 4.1. BAUABSCHNITT: AUSWECHSLUNG UND UMLEGUNG DER TRINKWASSERLEITUNG 410 M DN 600 GGG VON PARTHETUNNEL BIS BAUENDE STRAßENBAU

Die Realisierung dieses Abschnittes war gekennzeichnet durch den parallel ablaufenden Straßenbau einschließlich der dafür notwendigen Umlege- sowie Neulegearbeiten an Kabeln und Leitungen und die damit im Zusammenhang stehenden Probleme bei der Koordinierung verschiedener Leistungen und ausführender Firmen (**Bild 4**).

Die mit 3 Monaten veranschlagte Bauzeit konnte eingehalten werden. Insbesondere der Abschnitt über die Parthe war eine nicht ganz einfache Leitungstrasse, zumal dort der Übergang von erdüberdeckter Leitung in den offenen Bereich liegt und gleichzeitig ein vertikaler und horizontaler Höhengsprung zu überwinden war. Die Rohrbrücke besteht aus einer Stahlkonstruktion. Auf den Querprofilen dieser Stahlkonstruktion ist das Unterteil der als Gleitlager ausgebildeten Schelle befestigt (**Bild 5**).

Die Breite der Schelle beträgt 400 mm. Diese Mindestbreite ist erforderlich, um den spezifischen Flächendruck am Wickelfalz-Mantelrohr soweit abzusenken, dass keine Schäden entstehen. Bei der Druckprobe waren insbesondere die Reckwege der längskraftschlüssigen Verbindungen zu beachten.



Bild 4: Parallel verlaufende Kabel und Leitungen

Bild 5: Rohrbrücke mit wärmegeprägten Rohren



#### 4.2. BAUABSCHNITT: SANIERUNG PARTHETUNNEL UND NEULEGUNG 570 M TWL DN 600

Dieser Abschnitt wurde in 3 Lose unterteilt, welche zeitversetzt ausgeführt wurden.

Los 1 Demontage der Trinkwasserleitung DN 600

Los 2 Sanierung Tunnelbauwerk

Los 3 Neuverlegung Trinkwasserleitung

Bereits im Los 1 wurde deutlich, dass die Urväter des Rohrleitungsbaues gut gearbeitet hatten, insbesondere was die Bleiverstimmung angeht, denn eine zerstörungsfreie Demontage der Stemmuffenverbindungen war nicht möglich. Die Muffen erwiesen sich als äußerst form- und kraftschlüssig. Sie konnten erst nach Zerstörung ausgebaut werden.

Unter den Platzverhältnissen im Tunnel und den Transportwegen (die Deutschen Bahn AG stellte nur einen Ausgang zur Verfügung) waren Demontage und Entsorgung der Altleitung für die ausführende Firma sehr zeit- und kraftaufwändig.

Nachdem die Altleitung entfernt, der Tunnel gesäubert und eine nochmalige Begutachtung des nun vollständig sichtbaren Tunnelbauwerkes durchgeführt war, wurde mit dem Los 2 das Tunnelbauwerk komplett saniert. Eine Kosten-Nutzen-Analyse zeigte, dass vor notwendigen turnusmäßigen Begehungen ein Abpumpen eingedrungenen Wassers hinnehmbar sein würde. So wurde eine Sanierungsvariante gewählt, die eindringendes Wasser

Bild 6: Betonsockel mit integriertem Auflager



nicht komplett ausschließt. In dieser Phase wurden beim Bau des Sohlbereiches exakt auf die Rohrleitung abgestimmte Betonaufleger mit integrierter Rohrhalterung hergestellt. Zur Einhaltung eines gleichmäßigen Gefälles wurden die Betonsockel mit unterschiedlichen Höhen errichtet (**Bild 6**).

Wie bereits ausgeführt, besitzt der Tunnel zwei unterschiedliche Profile, nämlich ein gemauertes Rundbogenprofil und ein betoniertes Spitzbogenprofil. Bei 268 m befindet sich ein Schacht mit einem Höhenversprung von ca. 2 000 mm; dort wechselt auch das Tunnelprofil.

Das Tunnelgewölbe mit dem Rundbogenprofil wurde bei 234 m auf einer Länge von ca. 16 m geöffnet. An dieser Stelle wurden für diesen Tunnelteil die Rohre abgesenkt und eingebaut.

Für den Tunnelteil mit dem Spitzbogenprofil wurde am zuvor erwähnten Schacht eine Wand geöffnet und so die Möglichkeit zum Absenken und Einbauen der Rohre geschaffen.

Die von der Planung vorgeschlagene Einbautechnik wurde durch den beauftragten Unternehmer geändert, was sich in der praktischen Umsetzung als sehr sinnvoll erwiesen hat.

Mit Hilfe eines Hubwagens (**Bild 7**) wurden die einzelnen Rohre in die jeweiligen Tunnelabschnitte transportiert, vor Ort in die entsprechende Position gebracht und auf die vorgefertigten Betonfundamente abgesenkt. Auf den Betonsockeln war ein Sattel aus verzinktem Stahl einbetoniert. In diesen wurden die Rohre abgelegt und die Verbindung montiert. Danach wurde die Leitung mit dem Oberteil des Sattels (Schelle) endgültig fixiert. Jedes Rohr hat nur einen Auflagerpunkt im Bereich von 0,5 – 0,7 m hinter der Muffe. Sattel und Schelle wurden mit einem Kunststoffprofil belegt. Dadurch wird ein metallischer Kontakt zwischen Rohrleitung und Befestigungsteilen vermieden. Nach anfänglichen Schwierigkeiten entwickelte sich ein Baustellenablauf, der eine Einbauleistung bis zu 60 m pro Tag ermöglichte und die Bauzeit verkürzte.

Im Bereich der beiden Tunnelabschnitte wurden Rohre mit der nicht längskraftschlüssigen TYTON-Steckmuffenverbindung eingesetzt. Die vom Innendruck ausgehenden Kräfte – resultierende Kräfte und Schubkräfte – werden zum Teil über Widerlager abgefangen und zum Teil über aufgeschweißte Mauerflansche in das Bauwerk geleitet. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse war es nicht möglich, die notwendigen Entleerungen mittels Standardformteilen herzustellen. Bereits während der Vorbereitung der Maßnahme wurden durch den Planer die

notwendigen Sonderformteile ausgewiesen. Sie wurden im Vorfeld der Baumaßnahme bestellt, gefertigt und termingemäß geliefert.

Eine besondere Herausforderung bei der Rohrleitungsmontage war der Übergang von der Brückenleitung zur Tunnelleitung. Hierbei war einerseits die Verbindung des WKG-Rohrabschnittes notwendig und gleichzeitig musste ein Höhengsprung von 8,50 m realisiert werden, um auf die Tunnelsohle zu kommen. Die Brückenleitung konnte nur im vorgereckten Zustand montiert werden, um die Wirksamkeit der Schubsicherungen aufrecht zu erhalten. Mit der Druckprüfung wurde die korrekte Verlegung nachgewiesen. Nach Entkeimung und Nachweis der bakteriologischen Unbedenklichkeit wurde die Hauptversorgungsleitung im Mai 2002 in Betrieb genommen.

## 5. Zusammenfassung

Mit der Um- bzw. der Neulegung der Hauptleitung DN 600 wurde ein anspruchsvolles Bauwerk bewältigt. Die Rohre mussten in unterschiedlichen Trassenbereichen und Bauwerken eingebaut werden – Straße, Rohrbrücke, Tunnel.

Mit dem gewählten Rohrmaterial konnten alle auftretenden Probleme gelöst werden.

Dank der guten Zusammenarbeit aller Beteiligten ging die Leitung pünktlich in Betrieb.

Bild 7: Transport der Rohre mit Hubwagen



Beteiligte der Maßnahme:

Bauherr: Kommunale Wasserwerke  
Leipzig GmbH

Planung: WTL Wassertechnik Leipzig GmbH,  
Beratende Ingenieure:

Löbauer Straße 68, 04347 Leipzig  
Ingenieurbüro f. Siedlungswasser-  
wirtschaft & Tiefbau  
Prof. Bosold & Partner GmbH  
Brandvorwerkstraße 24,  
04275 Leipzig

Bauausführung: Fa. Brochier GmbH  
Am Bahnhof 15, 04509 Wiedemar,  
Gemeinde Klitzschmar

Fa. Ludwig Pfeiffer  
Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG  
Anton-Zickmantel-Straße 50,  
04249 Leipzig

Umwelttechnik & Wasserbau GmbH  
Gerhard-Ellrodt-Straße 24,  
04249 Leipzig

Literaturnachweis:

- [1] DIN EN 545  
Rohre, Formstücke und Zubehör aus  
duktilen Gusseisen und ihre  
Verbindungen für Wasserleitungen
- [2] DIN 30674, Teil 3  
Umhüllung von Rohren aus  
duktilen Gusseisen  
Teil 3: Zink-Überzug mit Deckbeschichtung
- [3] DIN 28 603  
Steckmuffenverbindungen  
Zusammenstellung Muffen und Dichtungen

### **Suchwörter:**

- Trassenänderung
- Wärme gedämmte Rohre
- Rohrbrücke
- Höhengsprünge
- Zuganker
- Hubwagentransport
- Betonfundament
- Wickelfalz-Mantelrohr
- Rohralterung
- Stemmmuffenverbindung

## Rekordpremiere mit duktilen Gussrohren DN 700 im Spülbohrverfahren in den Niederlanden

Von Maarten Renz

### 1. Einleitung

In den Niederlanden überwiegt der Einsatz von Kunststoffrohren beim Bau von Wasser- und Abwasserleitungen, insbesondere beim Einsatz des Spülbohrverfahrens.

Bisher hatte es niemand gewagt, aber schließlich sind sogar gleich zwei Projekte mit duktilen Gussrohren DN 700 im HDD-Verfahren ausgeführt worden. Dies ist nicht nur eine Premiere in den Niederlanden, sondern sogar in ganz Europa (**Bild 1**).

Der im Jahre 1544 gegründete Abwasserverband „Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier“ liegt im Nordwesten der Niederlande. Für die Hauptleitungen werden schon seit vielen Jahren duktile Gussrohre eingesetzt. Beim Einbau nach dem Spülbohrverfahren waren bisher PEHD-Rohre üblich.

Bild 1: geographische Lage der Projekte



Folgende Gründe stehen für den Einsatz duktiler Gussrohre:

Ein Vorteil besteht darin, die gesamte Trasse mit einheitlichem Material auszurüsten.

Duktiles Gusseisen hat höhere Festigkeiten als PE-HD, insbesondere Zugfestigkeit und E-Modul sind höher. Damit kann die Wandstärke viel geringer gehalten werden als bei einem PE-HD-Rohr gleicher lichter Weite. Hierdurch entfällt ein Sprung des Innendurchmessers beim Übergang von PE-HD auf duktiler Gusseisen. In Abwasserleitungen verursachen derartige Querschnittssprünge häufig die Ausbildung von Verstopfungen.

Die während der gesamten Lebenszeit konstanten Materialeigenschaften des duktilen Gusseisens haben eine hohe Sicherheit gegen Schäden zur Folge und bieten damit die Gewähr für eine lange Nutzungsdauer.

PE-HD-Rohre werden üblicherweise durch Schweißen verbunden. Bei DN 700 sind damit nur zwei Verbindungen pro Tag herstellbar. Mit duktilen Gussrohren und der zugfesten Steckmuffenverbindung TIS-K ist es möglich, Strecken von fast 500 Meter Länge in nur zwei Tagen zu montieren.

Duktile Gussrohre DN 700 mit TIS-K-Verbindung (**Bild 2**) lassen sich bis zu 2° abwinkeln, woraus sich bei einer Baulänge von 6 Metern ein kleinster Kurvenradius von 172 Metern ergibt. Dieser Radius liegt deutlich unter dem von Rohren aus PE-HD derselben Nennweite. Die Trassen verlaufen in ehemaligen Meereshöhen, die mit vielen scharfkantigen Muscheln durchsetzt sind. Für diese Randbedingungen ist eine Korrosionsschutz-Umhüllung der Rohre mit Zementmörtel nach DIN 30 674-2 optimal.

Bei derart gewichtigen technischen Argumenten kann der Rohrpreis nachrangig sein; zudem wird er durch die geringeren Einbau- und Betriebskosten aufgewogen.

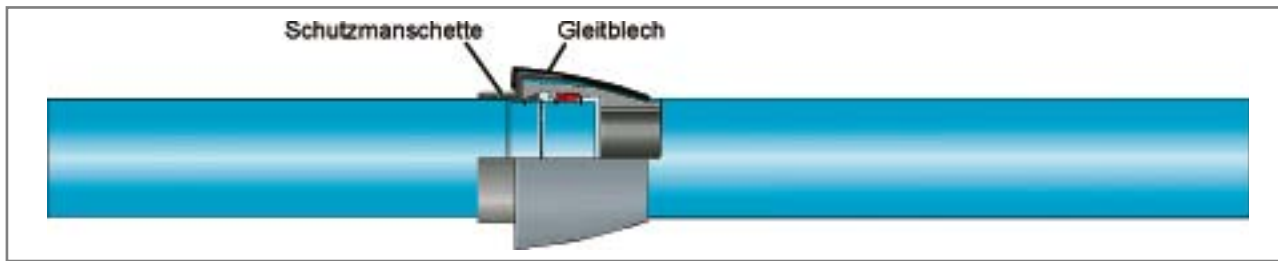


Bild 2: TIS-K Verbindung mit Gummimanschette und Gleitblech.

## 2. Projekt Alkmaar Ost

Ursprünglich sollte das Projekt Heemskerk das erste mit duktilen Gussrohren ausgeführte HDD-Projekt in den Niederlanden sein. Wegen des längeren Genehmigungsverfahrens fand die Premiere jedoch in Alkmaar statt.

Die Stadt Alkmaar musste die Leistung der Kläranlage verbessern, zum einen, um die Belästigung der Bevölkerung in der direkten Umgebung zu vermindern. Andererseits musste auch die Wasserqualität im Stadtgraben von Alkmaar und im Noordzeekanaal (Kanal in der Nähe van Alkmaar) verbessert werden. Die Planung sah eine weiträumige Änderung des Abwasserkonzepts rund um Alkmaar vor.

Ein Bestandteil des neuen Entwässerungskonzepts ist der Bau der neuen Abwasserdruckleitung „Alkmaar-Oost“. Sie hat die Nennweite 700 und eine Länge von insgesamt 2600 Metern. Im Verlauf der Trasse muss die Leitung einen Radfahrertunnel unterqueren. Zunächst war diese Unterquerung in offener Bauweise geplant. Bei der offenen Bauweise barg der schlechte bauliche Zustand das Risiko einer Beschädigung des Tunnels. Die Baufirma legte daher ein Alternativangebot vor, in dem der Radfahrertunnel mit dem HDD-Verfahren unterquert wurde. Damit konnte zudem gleichzeitig noch eine parallel zum Tunnel verlaufende Autostraße unterquert werden. Bei dieser Straße war kein Genehmigungsverfahren erforderlich, wie es bei Staatsautobahnen verlangt wird; so kam es, dass dieses Projekt zuerst gebaut wurde.

Der Bohrkanal hat eine Länge von 318 Metern. Es lagen keine besonderen Schwierigkeiten vor, Ein- und Austrittswinkel betragen je  $11^\circ$ , die Tiefe ca. 7,5 Meter. Der Bohrkanaldurchmesser war 1180 mm.

Zur Minimierung von Risiken, nicht zuletzt für die Bauversicherung, wurde die gesamte Rohrstrecke vormontiert und mit Wasserinnendruck auf Dichtigkeit geprüft, bevor sie in einem Stück eingezogen wurde.

Das Gesamtgewicht des Streckenabschnitts aus 53 Rohren von je 1461 kg errechnet sich zu etwa 78 Tonnen.

Bei einem spezifischen Gewicht der Bentonitsuspension von 1,1 kg/L beträgt der Auftrieb 244 kg pro Meter. Zur Verminderung des Auftriebs wurde ein Ballastrohr aus HD-PE der Nennweite DN 315 eingezogen. Der Zwischenraum wurde beim Einziehen mit Wasser gefüllt, um einen negativen Auftrieb im Bohrkanal zu erzeugen. Die Rohrleitung bekam so einen Abtrieb von etwa 20 kg pro Meter, wodurch ein Aufschwimmen des Rohrstranges gegen den First des Bohrkanals sicher vermieden werden konnte.

Ursprünglich war bei diesem Projekt eine Einzelrohrmontage geplant, was dann aus versicherungstechnischen Gründen wieder verworfen wurde. Für die Montage aller 53 Rohre einschließlich Einzug des Ballastrohres und Druckprobe wurden anderthalb Arbeitstage benötigt. Die TIS-K Verbindungen wurden nach dem Zusammenbau gereckt, womit u. a. eine fehlerfreie Montage nachgewiesen werden konnte.

Zur Verminderung der Reibung zwischen Rohrstrang und Boden während des Einzugs in den Bohrkanal wurde neben dem ausgelegten Rohrstrang ein 30 cm tiefer Graben ausgehoben und mit Bentonitsuspension als Gleitmittel gefüllt. Zwischen diesem Graben und der Startgrube blieb ein Damm stehen, um den Kreislauf der Bohrspülung nicht zu stören. Der Rohrstrang wurde neben dem Graben vormontiert, mit 10 bar auf Dichtigkeit geprüft und anschließend mit Baggern vorsichtig in den Graben geschoben (**Bild 3**).

Bild 3: Rohrstrang vor dem Einziehen

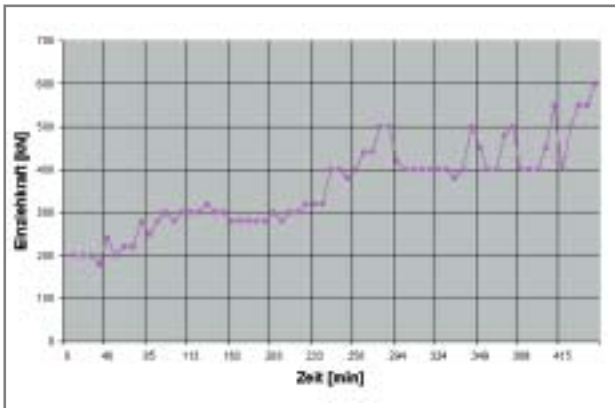




Bild 4: Der Rohrstrang wird mit einem Bagger über den Damm gehoben.

Der Rohreinzug verlief problemlos. Der Rohrstrang wurde mit einem Bagger über den Damm gehoben (**Bild 4**). Für den eigentlichen Einzug stand ein Rigg mit 650 kN Zugkraft zur Verfügung. Anfänglich ergab sich eine Zugkraft von 350 kN, die sich gegen Ende nach 7 Stunden auf 600 kN steigerte. Damit wurde die zulässige Zugbelastung der TIS-K-Verbindung DN700 von 1280 kN nur zur Hälfte ausgenutzt.

Bild 5: Verlauf der Einziehkraft beim Projekt Alkmaar Oost



### 3. Projekt Zuidbroek (Heemskerk)

Derzeit wird das gesamte Abwasser der Gemeinden Beverwijk, Castricum, Heemskerk, Uitgeest und Zaanstad-West zur Kläranlage in Beverwijk geleitet. Infolge des neuen Wohngebiets Zuidbroek zwischen Beverwijk und Heemskerk reichte die Kapazität dieser Kläranlage nicht mehr aus. Zur Sicherstellung der Abwasserentsorgung war eine weiträumige Änderung des Abwassernetzes rund um Heemskerk erforderlich. Als Teil dieses Konzepts ist eine neue Abwasser-Druckleitung zu bauen. Diese Druckleitung „Zuidbroek“ hat eine Nennweite von DN 800 und eine Länge von insgesamt 1600 Metern. Sie unterquert

die Autobahn A9 von Alkmaar nach Amsterdam. Für die Unterquerung waren ursprünglich HD-PE-Rohre DN 800 vorgesehen. Nach eingehender Abwägung aller Argumente wurde der Entwurf auf duktile Gussrohre DN 700 geändert. Mit der kleineren Nennweite ergibt sich in diesem Trassen-teil eine höhere Fließgeschwindigkeit mit der Folge eines geringeren Reinigungsaufwandes beim Betrieb der Leitung.

Zur Unterfahrung eines Flusses oder einer Autobahn ist in den Niederlanden grundsätzlich die Genehmigung der „Rijkswaterstaat“ einzuholen. Diese Behörde ermittelt das Gefährdungsrisiko der Trasse. Für die Erstanwendung duktiler Gussrohre bei einer derartigen Unterfahrung war das Genehmigungsverfahren nicht einfach. Mit Hilfe der Baufirma Heijmans konnte letztlich jedoch ein positiver Bescheid erreicht werden.

Der Bohrkanal hat eine Länge von 490 Metern. Wie in Alkmaar betragen Ein- und Austrittswinkel  $11^\circ$ , während die Tiefenlage ca. 12,5 Meter betrug. Der Bohrkanal hatte einen Durchmesser von 1060 mm.

Auch in diesem Fall wurden Rohre DN 700 TIS-K mit Zementmörtelummhüllung eingesetzt. Auch hier war es für die Baufirma eine Premiere, und auch hier gestattete die Versicherungsgesellschaft keine Einzelrohrmontage. So wurde auch hier der ganze Rohrstrang vormontiert, druckgeprüft und in einem Stück eingezogen.

Das Gesamtgewicht des Stranges mit 82 Rohren à 1461 kg betrug ungefähr 120 Tonnen. Bei einem spezifischen Gewicht der Bentonitsuspension von 1,2 kg/L ergab sich ein Auftrieb von 284 kg pro Meter. Als auftriebsverminderndes Ballastrohr wurde ein PE-HD-Innenrohr DN 350 eingesetzt. Der Zwischenraum wurde mit Wasser gefüllt, um einen Abtrieb von etwa 20 kg pro Meter im Bohrkanal zu bekommen. Die gesamte Montagezeit der 82 Rohre einschließlich des Einzugs des Ballastrohres dauerte zwei Arbeitstage.

Zur Absenkung des Reibbeiwertes zwischen Rohrstrang und Boden wurde ein Graben von etwa 500 Meter Länge ausgehoben. Dieser Graben füllte sich von selbst mit Grundwasser und erlaubte so eine fast reibungslose Bewegung des Rohrstranges. Nach der Montage wurde der Rohrstrang einer Druckprobe mit 10 bar unterzogen und anschließend mit Baggern vorsichtig in den Graben geschoben (**Bild 6**).

Auch hier verlief der Einzug problemlos. Es wurde ein 1000 kN-Rigg eingesetzt. Durch das Auslegen des Rohrstranges im Wassergraben betrug die Zugkraft anfänglich nur 90 kN! Insgesamt dauerte der Einziehvorgang nur 5 Stunden. Gegen Ende des Einziehvorganges wurde eine Kraft von 450 kN

gemessen. Hier wurde nicht einmal die Hälfte der max. zulässigen Zugkraft von 1280 kN für die TIS-K-Verbindung DN700 erreicht.

Nach dem Einziehen wurden bei beiden Projekten die Druckproben mit 10 bar wiederholt; sie standen auf Antrieb.

#### 4. Schlussfolgerungen

Beide Projekte haben bewiesen, dass duktile Gussrohre eine sichere und wirtschaftliche Alternative zu HD-PE-Rohren beim Einsatz des Horizontalspülbohrverfahrens darstellen. Dabei war der Einzug der Nennweite 700 eine Premiere.

Die langkräftschlüssige TIS-K-Verbindung ermöglicht eine einfache, schnelle und sichere Montage. Mit dieser Bauweise kann in einer Trasse durchgängig das gleiche Material verwendet werden. Damit brauchen auch die Differenzen von Wanddicken und thermischen Ausdehnungskoeffizienten nicht mehr berücksichtigt zu werden.

Aufgrund der Materialeigenschaften des duktilen Gusseisens besitzt die Leitung die größtmögliche Nutzungsdauer. Diese Tatsache ist auch deshalb von Bedeutung, weil Leitungen in Spülbohrtrassen für spätere Reparaturen meist nicht mehr zugänglich sind.

Darüber hinaus bietet der kleinere Kurvenradius einen weiteren Vorteil für den Einsatz duktiler Gussrohre beim HDD-Verfahren.



Bild 6: Rohrstrang während des Einziehens

#### **Suchwörter:**

- Horizontalspülbohrverfahren
- HDD-Verfahren
- Kurvenradius
- Zugkraftmessung
- Bentonitsuspension
- Ballastierung
- Querschnittsprung
- Montagegeschwindigkeit
- TIS-K Verbindung
- Zementmörtelummhüllung
- Gummimanschette
- Gleitblech
- Einbaukosten
- Betriebskosten

## Überflurhydranten aus Gusseisen mit Kugelgraphit, moderne Technik in traditionellem Design für die Denkmalpflege

Von Johannes Neubert

### 1. Einleitung

Überflurhydranten sind in vielen Städten ein nicht mehr wegzudenkender Teil des Stadtbildes geworden. Die Öffentlichkeit verbindet mit ihnen in erster Linie den Gedanken des Brandschutzes, nimmt sie also vorrangig als Sicherheitsarmatur wahr. Daneben dienen sie:

- Betriebszwecken der WVU (Spülung, Entlüftung, Ersatzversorgung mit Trinkwasser)
- sonstigen Zwecken (Bauwasser, Straßenreinigung)

Der vorliegende Aufsatz beleuchtet insbesondere die Werkstoffanwendung „Gusseisen“ im Zusammenhang mit dem Produkt „Überflurhydrant“ und zeigt gleichzeitig, welche gestalterischen Möglichkeiten und materialtechnischen Vorteile in dem modernen Werkstoff „Duktiles Gusseisen bzw. Gusseisen mit Kugelgraphit“ stecken.

### 2. Entwicklungsgeschichte

Die Geschichte der Überflurhydranten begann im Wesentlichen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem Aufbau der innerstädtischen Infrastruktur. In dieser Zeit war Gusseisen der wichtigste Werkstoff im Bereich der Gas- und Wasserversorgung und des Maschinenbaus. Als Konstruktions- und Gestaltungsmaterial war Gusseisen von Anfang an untrennbar mit der Produktgruppe „Rohre, Formstücke, Armaturen“ verbunden.

Somit sind Überflurhydranten in Deutschland seit etwa 150 Jahren im Bewusstsein der Öffentlichkeit präsent und neben den gusseisernen Gasbeleuchtungskandelabern eines der populärsten Gusseisenprodukte schlechthin.

Dabei sind sich die wenigsten der Tatsache bewusst, dass Überflurhydranten in der Regel der einzig sichtbare Teil des ansonsten unterirdischen Rohrnetzes sind.

Erst im Jahre 1935 wurde der Überflurhydrant in Deutschland genormt. Bis dahin waren diverse regionale Ausführungen bekannt.

In der Entwicklung der Überflurhydranten sind hinsichtlich der verwendeten Materialien mehrere Entwicklungslinien erkennbar:

#### Dichtungen:

- Leder (bis ca. 1920-30)
- Naturgummi (bis ca. 1960-70)
- synthetischer Gummi (ab ca. 1960)

#### Spindelmaterial:

- Stahl/Messing (bis ca. 1960)
- Nicht rostender Stahl (ab ca. 1950)

#### Gehäusematerial:

- Grauguss mit relativ niedriger Festigkeit (bis ca. 1950)
- Grauguss mit relativ hoher Festigkeit (bis ca. 1990)
- Gusseisen mit Kugelgraphit ab 1980

(Anm.: die Jahresangaben können nach Hersteller oder Region stark schwanken)

Im Folgenden soll der Schwerpunkt dem Gusseisen als Gehäusematerial vorbehalten sein. Die erste Generation – Grauguss niedrigfest – von der Anfangszeit der





## Überflur-Hydrant

mit zwei Ausläufen und selbsttätiger Entleerung  
für Rohrdeckungen von 1,0, 1,25 oder 1,50 m.

Höhe der Säule über Erde 900 mm.

Beide Ausläufe erhalten Metz'sches Normalgewinde und  
Verschlußkapseln.

Die Öffnung des Ventils erfolgt am Säulenkopf  
durch einen Hakenschlüssel.

Die inneren Teile können herausgezogen werden, ohne  
den Hydrant auszugraben.

Ventilweite 70 mm. Fußkrümmer 80 mm.

Lichte Weite des Rohranschlusses . . .	65/70	80 mm
Hydrant mit selbsttätiger Entleerung . .	95,-	105,-
Fußkrümmer mit Muffe oder Flansch . .	7,-	8,-
Hakenschlüssel . . . . .	3,50	3,50

Bild 1: Auszug aus einem Prospekt von 1905

Hydranten bis zur frühen Mitte des 20. Jahrhunderts – ist geprägt durch die Verwendung anfangs undefinierter, später klassifizierter Gusseisensorten im Bereich niedriger Zugfestigkeiten. Um den Anforderungen als drucktragendes Gehäusematerial gerecht zu werden, waren enorme Gusswanddicken erforderlich. Ein daraus resultierendes Armaturengewicht im Bereich von 250 kg kennzeichnet diese erste Generation.

Bei der Gestaltung ist das Gründerzeitdesign für die erste Generation charakteristisch. Selbst Hydranten aus den frühen 30er Jahren weisen noch dieses Aussehen auf.

Beispielhaft gibt Bild 1 einen Auszug aus einem Prospekt des Jahrgangs 1905 eines der traditionsreichsten Hersteller wieder.

Bei der zweiten Generation – Grauguss hochfest – ist durch die Entwicklung der Gießertechnik eine signifikante Erhöhung der Zugfestigkeit möglich geworden. Parallel dazu wurde der Werkstoff ins Normenwerk aufgenommen. Mit der Anwendung der Gusseisensorte GG-25 konnte zuletzt das Armaturengewicht im Vergleich zur ersten Generation fast halbiert werden. Diese zweite Generation reichte bis Mitte/Ende der 80er Jahre.

Bei der Gestaltung der Überflurhydranten kam es in dieser Zeit zu einer dem damaligen Zeitgeist entsprechenden Versachlichung/Vereinheitlichung – aus

Sicht des Produktdesigns eher zu einer Verarmung. Der so genannte „DIN-Hydrant“ beherrschte für ein halbes Jahrhundert das Bild auf unseren Straßen (**Bild 2**).

Bild 2: DIN-Hydrant



In den 80er Jahren wurde das Material des Hydrantengehäuses in Richtung Gusseisen mit Kugelgraphit geändert; dies ist erstaunlich spät, vergleicht man es mit der zu diesem Zeitpunkt bereits jahrzehntelangen erfolgreichen Anwendung im Bereich der Rohre und Formstücke. Dabei nutzten die Konstrukteure anfangs nur zögerlich die Vorteile des neuen Materials, dessen Festigkeit um den Faktor 1,5 – 2 gestiegen war, wobei sich jedoch die bedeutendste Verbesserung durch die nun vorhandenen Bruchdehnungswerte von zum Teil über 15 % ergab. Damit wird der Hydrant befähigt, zu hohe Gehäusespannungen, verursacht etwa durch frostinduzierte Bodenbewegungen, durch Verformung abzubauen.

Zu Beginn der 90er Jahre verschwand dann der Werkstoff Grauguss aus diesem Bereich vollständig. Infolge der Öffnung der Märkte und dem daraus resultierenden Wettbewerbsdruck mobilisierten die Hersteller ihr Innovationspotenzial und entwickelten mit vorher nicht gekannter Intensität neue Produkte.

Zunächst wurden die Hydranten deutlich schlanker und konnten ihr Gewicht beinahe nochmals halbieren. Moderne Überflurhydranten wiegen heute nur noch 60-90 kg.

Bild 3: Überflurhydrant Modell 94



Bild 4: Altstadthydrant Modell 1905/95

Gleichzeitig wurde die optische Gestaltung des Produktes als Wettbewerbsargument (wieder-)entdeckt (**Bild 3**). Neben der Entwicklung moderner Designlinien gab dieser Trend den Herstellern Gelegenheit, mit Altstadthydranten ein attraktives „Stadtmöbel“ für die Sanierung der historischen Stadtkerne anzubieten. Ein in diesem Zusammenhang als besonders gelungenes Produkt ist im Bild 4 zu sehen.

### 3. Altstadthydranten

Der hier gezeigte Altstadthydrant mit der Typenbezeichnung „Modell 1905/95“ kann für sich in Anspruch nehmen, auf der Grundlage eines authentischen Vorgängermodells entwickelt worden zu sein. Dabei wurde nicht nur die charakteristische Linienführung des Gründerzeithydranten mit Standfuß und Taille im Mittelbereich bewahrt; sogar die eingegossenen Ornamente des Altstadthydranten „Modell 1905/95“ sind eine exakte Kopie des Gründerzeithydranten.

Um dem Anspruch größter Detailtreue gerecht zu werden, werden technisch aufwändige Außenkerne zur Abbildung der Originalornamente auf der Hydrantensäule eingesetzt.

So wird dem Stadtplaner und Denkmalpfleger ein Produkt angeboten, welches ein Höchstmaß an

Authentizität vermittelt und noch nach fast einem Jahrhundert durch seine gediegene und ästhetische Formgebung besticht.

Dabei verfügt der Betreiber des Altstadthydranten „Modell 1905/95“ über Armaturentechnik der neuesten Generation.

Besonders erwähnenswert sind der verbesserte Bedienkomfort des Hydranten und vor allem die Fortschritte bei der Qualität der eingesetzten Werkstoffe im Bereich der Trinkwasserhygiene. Ein Prüfzeugnis für den entsprechenden Werkstoff nach DVGW-Arbeitsblatt W 270 (Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich) liegt vor.

Bei der Außenbeschichtung wird durch ein spezielles Pulver-Duplex-Verfahren „EPP+Polyester“ neben dem exzellenten Korrosionsschutz vor allem die Farbbeständigkeit sichergestellt.

Die empfohlene standardmäßige Farbe ist „Rot“. Darüber hinaus ist (fast) jeder Farbwunsch erfüllbar.

Durch konsequente Ausnutzung des Werkstoffes „Gusseisen mit Kugelgraphit“ und seinen Möglichkeiten, konnte auch bei diesem aufwändig gestalteten Produkt ein anwenderfreundliches Gewicht von deutlich unter 100 kg verwirklicht werden.

Die Planer von historisch wertvollen Innenstädten wie Leipzig, Templin, Saalfeld und Lübz (**Bild 5**), um nur einige stellvertretend zu nennen, haben sich bereits für diese Chance zur authentischen Bereicherung des Innenstadtbildes entschieden.



Bild 5: Rohrnetzmeister Albrecht aus Lübz mit „seinem“ neuen Altstadthydranten

### **Suchwörter:**

- Grauguss
- Gusseisen mit Kugelgraphit
- Altstadthydrant
- DIN-Hydrant
- Epoxydharzpulverbeschichtung

## Kommunikationsangebot zwischen Hochschulen und Rohrherstellern trifft auf großes Interesse

**Von Sonja Buchholz**

### Einleitung

„Was gibt es Neues bei duktilen Gussrohren?“ Zur Klärung dieser Frage trafen sich am 29. und 30. April 2002 38 Dozenten und Professoren am Müggelsee in Berlin. Gemeinsam mit der Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e.V. (FIHB) hatte die FGR zum zweiten Mal zur Hochschullehrertagung geladen. Der Tagungsort Berlin garantierte ein interessantes Exkursionsangebot.

### Zu Besuch in der Berliner Unterwelt

Zum Auftakt der Tagung stand die Besichtigung einer doppelten Druckrohrleitung in ca. 20 m Tiefe auf dem Programm. Die Leitung aus duktilen Gussrohren ist Teil der neuen Abwasserdruckleitung von Biesdorf nach Waßmannsdorf, die im Zuge der Neuverteilung des Abwassers im Berliner Osten gebaut wird.

Auslöser für die Umstrukturierung im Abwasserbereich war das Klärwerk Falkenberg, das aufgrund zu hoher Schmutzfracht nicht mehr ausreichend funktionierte. Dieses Klärwerk wurde Anfang 2003 stillgelegt und das Abwasser auf die Werke Waßmannsdorf und Biesdorf verteilt.

Die 18 km zwischen Biesdorf und Waßmannsdorf wurden zur Hälfte in grabenloser Bauweise realisiert. Der Tunnel mit einem Innendurchmesser von 3 m liegt bis zu 25 m unter Gelände, einzelne Schächte sind bis zu 35 m tief.

Bei der EU-weiten Ausschreibung wurden die 7 Baulose an unterschiedliche ARGEN vergeben. Den Zuschlag für den größten Abschnitt des ca. 150 Mio. Euro teuren Projekts erhielt eine ARGE aus Österreich.

Während der Tunnelbauphase waren zeitweilig bis zu vier Vortriebsmaschinen im Einsatz. Teilweise fand der Vortrieb im Grundwasser statt, wofür das sog. Hydroschildverfahren zum Einsatz kam. Bei die-

sem Verfahren ist der Bohrkopf bzw. der Abbauraum mit einer Wasser-Ton-Suspension (Bentonit) gefüllt. Diese Stützflüssigkeit verhindert das Einbrechen der Abbaufäche (Ortsbrust). Die Vermessung der Trasse und die Steuerung der Vortriebsmaschinen erfolgte über Satelliten-gestützte Festpunkte und elektronische Laserpeilung.

Der Betontunnel dient als Mantelrohr für zwei Abwasserdruckrohrleitungen DN 1200 aus duktilem Gusseisen, die – eine Premiere für die Berliner Wasserbetriebe – übereinander liegen (**Bild 1**). Die Auflagerkonstruktion ist in Bild 1 gut zu erkennen: Wie in einem Regal liegen die beiden großen Rohrleitungen übereinander. Diese Exkursion war eine der letzten Gelegenheiten, sich die Leitung vor Ort anzusehen. Aus Gründen des Korrosionsschutzes wird der Tunnel nach Fertigstellung der Baumaßnahme mit Grundwasser geflutet. Wenn der Sauerstoff im stehenden Wasser verbraucht ist, bildet es einen optimalen Schutz gegen Rostbildung.

Die Entscheidung für den Einsatz von Gussrohren war unter anderem aufgrund der Bieter gefallen, die, obwohl sowohl Stahl als auch duktiler Guss als alternative Rohrwerkstoffe ausgeschrieben waren, durchweg eine Ausführung mit duktilen Gussrohren anboten.

Nach Besichtigung der Tunnelbaustelle erläuterte der Projektleiter der Berliner Wasserbetriebe, Dipl.-Ing. Lutz Riedel, gemeinsam mit dem Bauleiter Dipl.-Ing. Schwattke die Einzelheiten der Baumaßnahme und stellte sich den Fragen eines durchaus nicht unkritischen Publikums. Dabei entstand eine lebhafte Diskussion über die Notwendigkeit von Maßnahmen gegen Desulphurikation (Fäulnisprozesse im Abwasser) bei diesem Projekt.

### Großer Bahnhof in Berlin-Mitte

Von der „Abwasserautobahn“, wie die Doppelleitung gerne genannt wird, ging die Exkursion weiter zu

einem anderen wichtigen Infrastrukturprojekt der Hauptstadt: Im Lehrter Bahnhof sollen sich in ein paar Jahren die Bundesstraße 96, die U-Bahnlinie U6, die Nord-Süd-ICE-Strecke sowie Stadt- und Regionalbahnen unter- und oberirdisch treffen.

Der ursprüngliche Lehrter Bahnhof lag in Tiergarten (Moabit), an Spree und Humboldthafen im rechten Winkel zu den Gleisen der Berliner Stadtbahn. Der Bahnhof wurde zwischen 1869 und 1871 nach Entwürfen von Alfred Lent, B. Scholz und Gottlieb La Pierre als Kopfbahnhof für die Eisenbahnverbindung Berlin–Lehrte–Hannover erbaut. Er galt wegen seiner monumentalen Neorenaissancearchitektur als „das Schloss der Berliner Bahnhöfe“. Im 2. Weltkrieg stark beschädigt, wurde der Bahnhof 1951 geschlossen, 1957–1959 gesprengt und abgetragen. Im Juni 1992 beschloss die Bundesregierung die Errichtung eines Fernbahnhofs im Bereich des heutigen Lehrter Stadtbahnhofes. Meinhard von Gerkan entwarf dafür die Stahl- und Glaskonstruktion der 85 m x 120 m großen Bahnhofshalle (**Bild 2**). Außerdem sollen 15 000 m<sup>2</sup> Geschäftsflächen, 5 000 m<sup>2</sup> Flächen für den Service der Deutschen Bahn und 44 000 m<sup>2</sup> für Büros entstehen.

Der Lehrter Bahnhof ist die zurzeit größte Baustelle Europas. Das derzeit im Bau befindliche Los 1.4, zu dem etwa 50 % aller Baugruben im Los 1, der Rohbau der Tunnel und des Bahnhofs sowie die Eisenbahnüberführung gehören, wird von einer aus 10 Unterteilen bestehenden ARGE ausgeführt. Sehr ungewöhnlich ist, dass alle Baumaßnahmen (Stadtbahn, Fernbahn und Straßen) gemeinsam ausgeschrieben wurden.

Um das Volumen der Baumaßnahme zu verdeutlichen, hier ein paar Zahlen: Die Baugruben haben eine Gesamtfläche von 47 000 m<sup>2</sup> und werden von 45 500 m<sup>2</sup> Spund- und Schlitzwänden gestützt. Die im Grundwasser liegende, bis zu 1,50 m dicke Baugrubensohle wird von 5 500 RI-Pfählen gegen Auftrieb gesichert. Allein für die Sohle wurden 41 000 m<sup>3</sup> Unterwasserbeton verbaut, noch einmal 550.000 m<sup>2</sup> für die restlichen Baumaßnahmen. 550 000 m<sup>2</sup> Schalung, 75 000 t Betonstahl und 40 km Arbeitsfugen, sind Mengen, für die die Vorkraft kaum ausreicht.

Die immense Logistik, die für eine solche Baustelle vonnöten ist, schlägt sich u.a. in den Bauzeiten nieder: plante man anfangs eine Fertigstellung des gesamten Projektes für 2005, so geht man heute von einer Beendigung aller Baumaßnahmen frühestens in 2012 aus.

Zum Abschluss des Exkursionstages entspannten sich die Teilnehmer bei einer gemütlichen Schiffsrundfahrt auf dem Müggelsee.

## Europa und die Folgen

Der zweite Tag der Tagung stand ganz im Zeichen der Vorträge. Nach der Begrüßung durch den Vorstand der FGR eröffnete Dipl.-Ing. Klaus Endrullat vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin den ersten Teil der Vortragsveranstaltung unter dem Thema „Europa und die Folgen“. Herr Endrullat informierte die Teilnehmer über die Bedeutung und Anwendung der Bauproduktenrichtlinie innerhalb der Europäischen Normung sowie die CE-Kennzeichnung, unter besonderer Berücksichtigung von Produkten für den Trinkwassertransport.

Mit Produkten für die Trinkwasserversorgung befasste sich auch der nächste Vortragende, Dr. Horst Schössner vom Hygieneinstitut in Gelsenkirchen. Er erläuterte die „Entwicklung des European Acceptance Scheme (EAS) für Trinkwasserrohre“, das sicherstellen soll, dass alle in Europa für die Trinkwasserversorgung gehandelten Rohre nach den gleichen Kriterien bewertet werden. Diese Kriterien beziehen sich auf

- Anwendung
- toxikologische Auswertung
- Wahl der Prüfparameter
- Prüfmethoden
- Übertragbarkeit der Prüfergebnisse
- Audit vor und nach der Prüfung
- Anerkennungskriterien
- Anerkennungsverfahren

Knapp die Hälfte der Europäischen Mitgliedsstaaten hat ein Nationales Anerkennungssystem etabliert. Diese unterschiedlichen Systeme weisen derzeit aber nur geringe Übereinstimmungen auf. Damit gibt es i. d. R. keine Anerkennung der ausländischen Produkte, womit ein Handelshemmnis entsteht. Um dieses abzubauen, muss das EAS dringend vorangetrieben werden.

Mit einem Vortrag zur „DVGW-Zertifizierung duktiler Gussrohren und Formstücke“ zeigte Dr. Jürgen Rammelsberg, Geschäftsführer der FGR, die nationale Seite der Qualitätssicherung auf.

Gerade in hoch entwickelten Ländern wie Deutschland sind die Befürchtungen groß, als Ergebnis der Harmonisierung der Europäischen Normung Qualitätseinbußen hinnehmen zu müssen. Mit der Zertifizierung durch den DVGW wird dieser Tendenz entgegengesteuert. Das entsprechende Regelwerk für die Gussrohre ist hierbei die Vorläufige Prüfgrundlage VP 545. Basis der VP 545 sind die Europäischen Produktnormen DIN EN 545 für den Bereich Trinkwasser und DIN EN 969 für den Bereich Gas sowie ein zertifiziertes QM-System nach ISO 9000.

## Neues aus Forschung und Technik

Der zweite Teil der Vortragsveranstaltung stand unter dem Thema „Neues aus Forschung und Technik“. Dr. Wulf Lindner vom DVGW in Bonn berichtete über die Ergebnisse der DVGW-Schadensstatistik aus den Jahren 1997-1999. Diese Erhebung dokumentiert den Zustand der Rohrleitungen der Trinkwasserversorgung in Deutschland. Hierfür werden die DVGW-Mitgliedsunternehmen aus dem Versorgungsbereich jährlich befragt.

Lindner betonte, dass mit Hilfe der Statistik keine Schlüsse über die Güte und Haltbarkeit der einzelnen Materialien gezogen werden könnten. Aufgrund der Weiterentwicklung der Materialien und Bautechnik sowie des unterschiedlichen Alters der Rohrleitungen könne eine derartige Zusammenstellung immer nur Aufschluss über die zurück liegenden Zeiträume geben. Der DVGW bietet interessierten Unternehmen Unterstützung bei der Auswertung der Daten an.

Über die Erneuerung schadhafter Rohre sprach im Anschluss Prof. Harald Roscher von der Fachhochschule Erfurt. Er stellte Ergebnisse von Untersuchungen über den Einsatz des Berstliningverfahrens mit Gussrohren zur Auswechslung von Graugussleitungen vor. Seit 8 Jahren begleitet die FH Erfurt die Rehabilitation des Erfurter Trinkwasserrohrnetzes wissenschaftlich. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurde neben dem Berstlining-Verfahren (s. GUSSROHR-TECHNIK 36/2001) auch das Hydros-Verfahren untersucht, bei dem das alte Rohr aus der Trasse heraus, über einen Berstkegel geschoben wird. Das neue Rohr wird anschließend in die Trasse eingezogen.

Um den Einbau von Rohrleitungen mit grabenlosen Bauverfahren ging es auch im folgenden Referat von Dipl.-Ing. Frederik Lipskoch, Absolvent der Fachhochschule Oldenburg. Lipskoch stellte die Ergebnisse seiner Diplomarbeit vor, während der er sich mit der „Anwendung der ATV-Arbeitsblätter A 127 und A 161 für die statische Berechnung bei den geschlossenen Einbauverfahren“ befasst hat. Die genannten Arbeitsblätter beziehen sich auf Rohre, die in offener Bauweise bzw. im Vortriebsverfahren eingebaut werden. Lipskoch hat in der Arbeit die Anwendung für Microtunnelbau, HDD, Einpflügen und Einfräsen erarbeitet.

Dieser Exkurs in die komplexen Sphären der Rohrstatik erforderte zum Schluss noch einmal die ganze Konzentration der Teilnehmer.

Im Anschluss an die Tagung bedankte sich Dr. Jürgen Rammelsberg bei den Referenten und Zuhörern und lud im Namen der FGR zu einem gemeinsamen Mittagessen ein.

Weitere Informationen zu den Baustellen und den Vorträgen finden Sie auf der Internetseite der FGR unter [www.gussrohrtechnik.de](http://www.gussrohrtechnik.de) sowie auf den folgenden Websites:

[www.fihb.de](http://www.fihb.de) (Site der Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e.V.),  
[www.bahn.de/konzern/netz/projekte/](http://www.bahn.de/konzern/netz/projekte/) (Internetseite der Bahn AG)

[www.bwb.de](http://www.bwb.de) (Site der Berliner Wasserbetriebe).



Bild 1: Natürlicher Korrosionsschutz: Der Tunnel wird nach Fertigstellung der Abwasserdruckleitungen mit Grundwasser geflutet. (Foto: FGR/Starosta)



Bild 2: Der Lehrter Stadtbahnhof ist die zurzeit größte Baustelle in Europa. Eine ARGE aus 10 Unternehmen baut am Los 1.4 mit. (Foto: DB AG/Jazbec)

### **Suchwörter:**

- Abwasserdruckleitung
- Doppelleitung
- Lehrter Bahnhof
- Bauproduktenrichtlinie
- EAS-System
- DVGW-Zertifizierung
- CE-Kennzeichnung
- DVGW-Schadensstatistik
- statische Berechnung
- geschlossene Einbauverfahren
- Berstlining

## Umschlagseiten/Bildnachweis

**Titelseite:** Zum Einziehen bereit liegt der Rohrstrang DN 700 in einem mit Grundwasser gefüllten Graben.

**Rückseite:** Duktile Gussrohre werden mit Hubschrauber in unzugängliche alpine Lagen transportiert.

## Impressum

Herausgeber und Copyright:  
Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e. V.  
Wittestraße 30 K  
13509 Berlin  
Tel: 030/435 72 580, Fax: 030/435 72 400  
e-mail: fgr-berlin@t-online.de  
www.gussrohrtechnik.de  
Layout: Johann Zehentmaier

