

35

GUSSROHR-TECHNIK



INFORMATIONEN DER FACHGEMEINSCHAFT GUSS-ROHRSYSTEME

Themen + Autoren

5 Boddendüker

Bau eines Dükers zur Stabilisierung der Trinkwasserversorgung Zingst

Dipl.-Ing. Günter Gottschalch
Hans Köhler
Dipl.-Ing. Eckhardt Scholz

9 Neue Einbautechnik

Einbau duktiler Gußrohre DN 200 mittels Raketenpflugverfahren

Dipl.-Ing. Michael Haupt
Konrad Lehner
Dr.-Ing. Rainer Rühl

16 Löschwasser

**Brandschutz – Vorbeugen ist besser als.....
Duktile Gußrohre für das Feuerlöschsystem des Unternehmens BSL Olefinverbund in Schkopau**

Gerhard Nowak
Wolfgang Rink

19 Sicherheit

DVGW-Prüfzeichen für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen

Dipl.-Ing. Oskar Halter
Dipl.-Ing. Michael Mischo

23 Außenschutz

Kostensenkung durch den Einsatz duktiler Gußrohre mit Zementmörtelummhüllung für eine Trinkwasserleitung des Flughafens Leipzig – Halle

Dipl.-Ing. Marek Matheuszik
Dr.-Ing. Rainer Rühl
Dipl.-Ing. Olaf Schneider

26 Innenschutz

Zementmörtelauskleidungen von Rohrleitungen aus Gußeisen

Dr. rer. nat. Norbert Klein

29 Flexibilität

Einbau von duktilen Gußrohren DN 1000 in einem durch Kohleabbau verursachten Bergsenkungsbereich

Dipl.-Ing. Volker Becker

Impressum

Herausgeber und Copyright:

Neue Adresse:

Fachgemeinschaft Guß-Rohrsysteme

Wittestraße 30 K, 13509 Berlin
Tel. 030/43 57 25 80, Fax 030/43 57 24 00
E-Mail: FGR-Berlin@t-online.de
Demnächst: www.gussrohrtechnik.de

Nachdruck mit Quellenangabe nur mit ausdrücklicher Zustimmung des/der Autor(en) erlaubt. Belegexemplar erbeten.

Druck:

Körner Offsetdruck, Düsseldorf
Oktober 2000

In dieser Ausgabe der GUSSROHR-Technik wurde noch die bisherige Rechtschreibung angewendet.

Umschlagseiten

Bildnachweise

Titel: Durchquerung einer Trinkwasser-Talsperre. Druckleitung für geklärtes Abwasser, DN 500, ca. 350 m lang, vor dem Absenken.

Rückseite: Einbau von duktilen Gußrohren zur Abgasableitung aus der „Cargolifter“-Luftschiffwerft. Duktile Gußrohre DN 350, innen mit einer Auskleidung aus Tonerde-Zementmörtel, die Außenummhüllung besteht aus einer Hochtemperatur-Alu-Schutzbeschichtung. Die FPM-Dichtungen sind aus Fluor-Kautschuk.

Bildnachweise der Landkartenabdrucke:

S. 40: Nutzung mit Genehmigung des LVermA BB, Nr. GB 105/00. Kartengrundlage: TK 10

S. 45: Ausschnitt aus der TK 25 5511/5611

S. 50: Ausschnitt aus der TK 100 C 5506

Beide vervielfältigt mit Genehmigung des LVA Rheinland-Pfalz v. 24. 8. 2000, AZ 26 722-1.401

33 Grabenlos und störungsfrei

Eine Baumaßnahme der besonderen Art: 1100 m Leitungsbau mit duktilen Gußrohren DN 600 blieb von den Anliegern in Fürth unbemerkt

Dipl.-Ing. Ulrich Fitzthum
Dipl.-Ing. Manfred Jung
Dipl.-Ing. Wolfgang Landrichter

40 Seerettung

Seesanieung durch Tiefenwasserableitung aus dem Tonsee Mittenwalde. Tiefenwasserableitung mit duktilen Gußrohren

Dipl.-Ing. Olaf Hiekel

45 Doppeldüker

Bau eines Abwasserdükers von der Rheininsel Niederwerth zur Zentralkläranlage der Stadt Koblenz

Dipl.-Ing. Bernd Schumacher

50 Elektrizität aus Trinkwasser

Transportleitung DN 400 für das Wasserwerk der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler

Dipl.-Ing. Bernd Jösch

55 Wasser für F1-Fans

Bau einer Förderleitung DN 400 GGG zur Sicherstellung der Versorgung der Stadt Hockenheim, Rhein-Neckar-Kreis

Dipl.-Ing. Reinhard Kessler

59 Netzwerk

Erschließung des SWB-Industrie- und Gewerbeparks Brandenburg an der Havel

Helmut Krüger

63 Hochschullehrertagung

Noch mehr Kooperation zwischen Rohrherstellern und Hochschulen gewünscht

FGR

Schnellübersicht

Ein ungewöhnliches Projekt: Ein Düker zur Wasserversorgung einer Halbinsel in der vorpommerschen Boddenlandschaft. Die Trasse beginnt auf einer Fläche mit Grundwasser 30 cm unter Gelände, läuft dann durch naturgeschützte flache Boddengewässer mit Schlamm und Mudde im Untergrund bis zu einer Vogelschutzinsel. Bauzeit: Im Winter! Nur ein knapper Kilometer, aber ein Meisterwerk der Ingenieur- und Tiefbautechnik. **Seite 5**

Kosten sparen beim Einbau von Gußrohren: Das Raketenpflugverfahren macht es möglich. Wurde im letzten Heft dieser Zeitschrift noch über das Einziehen einer 126 m langen Leitung DN 150 berichtet, so geht es hier schon um eine Strecke von 966 m mit DN 200. **Seite 9**

In den neuen Bundesländern ist die industrielle Um- und Neugestaltung immer noch in vollem Gange. Das gilt auch für die ehemaligen Buntmetallwerke: 10 km Löschwasserleitung DN 400, PN 16, mit 250 Oberflurhydranten erfordert die Infrastruktur des Geländes in Schkopau. Damit stehen im Ernstfall 2500 m³/h Löschwasser zur Verfügung. **Seite 16**

14 Normen und Vorschriften umfaßt allein das deutsche Regelwerk für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen. Sie ergänzen und konkretisieren die europäischen Normen, die naturgemäß den kleinsten europaweit gemeinsamen Nenner darstellen.

Das DVGW-Prüfzeichen trägt dem Rechnung. Mit ihm hat der Anwender die Gewißheit, daß der

Schnellübersicht

Hersteller neben den Vorgaben der europäischen Produktnormen auch nationale Normen und Richtlinien beachtet hat, die sich insbesondere auf die Dauerhaftigkeit, die Verbindungstechnik und die hygienischen Aspekte beziehen.

Seite 19

Den größten Anteil an den Gesamtkosten einer Leitungsbaumaßnahme hat der Einbau der Rohre. Hier gilt es, den Aufwand möglichst gering zu halten.

Eine Methode ist die Verwendung duktiler Gußrohre mit einer Zementmörtelumhüllung: Solche Rohre sind hoch belastbar, können also z. B. bei sehr hoher oder sehr niedriger Überdeckung verwendet werden; die Zementmörtelumhüllung erlaubt Bettungsmaterial mit Größtkorn von 100 mm, d. h. in fast allen Fällen kann der Ausbau zum Wiederverfüllen benutzt werden.

Seite 23

Nach den heute geltenden Normen für Gußrohre gehören die Zementmörtelauskleidungen für Wasserleitungen zum standardmäßigen Lieferumfang. Die Zementmörtelauskleidungen sind Stand der Technik und haben sich seit Jahrzehnten bewährt. Auch zur Sanierung werden häufig bestehende Rohrleitungen mit Zementmörtel ausgekleidet.

Seite 26

Eine Zubringerleitung DN 1000 aus Stahlrohren mit Schweißverbindungen war in einem Teilbereich aufgrund bergbaulicher Einwirkungen stark gefährdet. Sie wurde in diesem Bereich durch eine Leitung aus duktilen Gußrohren ersetzt. Gleichzeitig wurden mit Hilfe von Meßgeräten technische Möglichkeiten geschaffen, um künftige Bewegungen in den Rohr-Verbindungen zu erfassen und, falls erforderlich, frühzeitig vorbeugende Maßnahmen zu treffen.

Seite 29

Unbemerkt von den Anliegern eines Stadtteiles von Fürth wurde in ihrem Ort eine Wasserleitung DN 600 gebaut. Ermöglicht wurde dieses Bauvorhaben durch das Horizontalspülbohrverfahren, mit dem alle Hindernisse in einer Tiefe bis zu 27 m unterfahren wurden. Dabei wurden duktile Gußrohre eingesetzt, weil nur sie die geforderten Krümmungsradien unter 200 m zuließen. Nach 40 Stunden war der komplette Rohrstrang eingezogen.

Seite 33

Ob Gartenteich, ob Badesee: Kein stehendes Gewässer ist vor dem „Umkippen“ sicher. Eine solche Entwicklung zeichnete sich für den

Tonsee Mittenwalde ab. Um ihr entgegenzuwirken, wird nun die am stärksten betroffene unterste Wasserschicht mit Hilfe einer Leitung aus duktilen Gußrohren abgesaugt. Diese Leitung arbeitet normalerweise ohne Zuführung von Energie.

Seite 40

Von der Rheininsel Niederwerth aus war eine ca. 1200 m lange Verbindungsleitung zum Einlaufbereich der Zentralkläranlage Koblenz herzustellen. Dazu mußte der 330 m breite Rheinhauptstrom mit einem Doppeldüker unterquert werden.

Seite 45

Alte Wege verlassen und sich Neuem zuwenden: Bei der Wasserversorgung der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler wird jetzt eine Energierückgewinnungsanlage eingesetzt. Eine handelsübliche, rückwärtslaufende Kreiselpumpe arbeitet im „Turbinenbetrieb“, indem der vorhandene Einspeisedruck in einen Hochbehälter genutzt wird. Schon nach wenigen Betriebsjahren wird der zu erzielende Erlös durch den Stromverkauf die Investitionskosten der Energierückgewinnungsanlage übersteigen.

Seite 50

Das typische Problem aller Orte mit Großveranstaltungen hat auch Hockenheim mit seiner Formel-1-Rennstrecke: Bei 20 000 Einwohnern muß die Stadt über eine Infrastruktur für mindestens 120 000 Verbraucher verfügen. Um auch in Zukunft, bei zu erwartender Steigerung des Wasserverbrauchs, eine ausreichende Versorgung sicherzustellen, wurde eine zweite Trinkwasser-Transportleitung nach Hockenheim gebaut. Der Beitrag berichtet über die Besonderheiten der Trasse und ihre Bewältigung.

Seite 55

Leitungsbau bei Infrastrukturänderungen ist besonders heikel, weil neben den Umstellungen von Mono- auf Multistruktur auch die vorhandenen Böden mit einem bunten Materialgemisch und einer Vielzahl unterirdischer Bauwerke und Leitungen aufwarten. Hier waren 5,3 km Wasserleitungen „in höchst verwickelten Trassen“ für 52 Abnehmer herzustellen, selbstverständlich mit duktilen Gußrohren. Warum selbstverständlich, erfahren Sie auf

Seite 59

Über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Gußrohrtechnik informierte die FGR eine Gruppe von Hochschullehrern auf einer Fachtagung Mitte Juni in Köln. 26 Professoren aus ganz Deutschland – von Stralsund bis Konstanz, von Aachen bis Cottbus – trafen sich zu einer Veranstaltung, mit der die FGR-Seminarreihe für die „Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen“ weitergeführt wurde.

Seite 63

Bau eines Dükers zur Stabilisierung der Trinkwasserversorgung Zingst

Von Günter Gottschalch, Hans Köhler und Eckhardt Scholz

Ein ungewöhnliches Projekt: Ein Düker zur Wasserversorgung einer Halbinsel in der vorpommerschen Boddenlandschaft. Die Trasse beginnt auf einer Fläche mit Grundwasser 30 cm unter Gelände, läuft dann durch naturgeschützte flache Boddengewässer mit Schlamm und Mudde im Untergrund bis zu einer Vogelschutzinsel. **Bauzeit:** Im Winter! Nur ein knapper Kilometer, aber ein Meisterwerk der Ingenieur- und Tiefbautechnik. Ungewöhnliche Hilfsmittel mußten eingesetzt werden, wie z.B. Schwimmpanzer, waffeliger Bagger oder luftbereifte Tragekonstruktionen zum schonenden Einziehen des Rohrstranges.

Übrigens: Angebunden wurde der Düker an eine Graugußleitung aus dem Jahre 1938. Sie war noch „wie neu“. Der alte Düker (nicht aus Gußeisen) dagegen mußte bereits 1982 mit einem „modernen Werkstoff“ saniert werden. Aber auch das hielt nicht lange. Seit 1999 konnte die Leitung nur noch mit Hilfe von „Notreparaturen“ bis zur Fertigstellung des neuen Dükers in Betrieb gehalten werden.

1. Einleitung

Die Gemeinde Zingst sowie die Gemeinden Prerow, Born und Wieck auf dem Darß sind Abnehmer von Trinkwasser der Wasser und Abwasser GmbH Bodenland in Ribnitz-Damgarten. Besonders in den Sommermonaten steigt hier der Trinkwasserbedarf infolge des Tourismus stark an. Zur Sicherung einer stabilen Trinkwasserversorgung für die Spitzenlastzeiten war unter den Gesichtspunkten der künftigen Entwicklung und der nachhaltigen Trinkwasserbereitstellung nach Menge und Güte eine Leitung DN 300 als Ersatz für eine defekte Doppeldükerleitung durch die Fitt, einen Bestandteil des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft, zu bauen. Die einmaligen geographischen und topographischen und während der Bauzeit aufgetretenen meteorologischen Besonderheiten machten den Bau dieser Leitung zu einer technischen Herausforderung an alle Beteiligten.

2. Vorhandenes Versorgungssystem

Bild 1 gibt einen Kartenausschnitt der Halbinsel Zingst mit den Inseln im Boddengewässer zwischen Zingst und der Gemeinde Barth wieder.

Als Folge eiszeitlicher Vorgänge sind auf der Halbinsel keine ausreichend wasserspeichernden Schichten vorhanden. Zusätzlich besteht durch die unmittelbare Nähe der Ostsee die Gefahr des Salzwassereintrages. Für die Entwicklung des Tourismus in den Ostseebadeorten mit steigenden Anforderungen an Menge und Qualität des Trinkwassers mußte das vorhandene System erweitert und betriebssicherer gemacht werden.

Die Orte Prerow, Born und Wieck werden über eine 1982 gebaute Wasseraufbereitungsanlage in Peterskreuz auf dem Darß mit Trinkwasser versorgt. Die Leitung zwischen dem Darß und Zingst kann während der Sommermonate nur zu einer Stabilisierung der Trinkwasserversorgung beitragen und ist allein nur für eine Notversorgung geeignet. Für eine stabile und mengenmäßig ausreichende Versorgung

Bild 1: Kartenausschnitt Zingst – Barth



Ausschnitt Rad- und Wanderkarte „Fischland, Darß, Zingst“, mit freundlicher Genehmigung des Verlages, S. Seite 8



Bild 2: Freigelegte Graugußleitung aus dem Jahre 1938

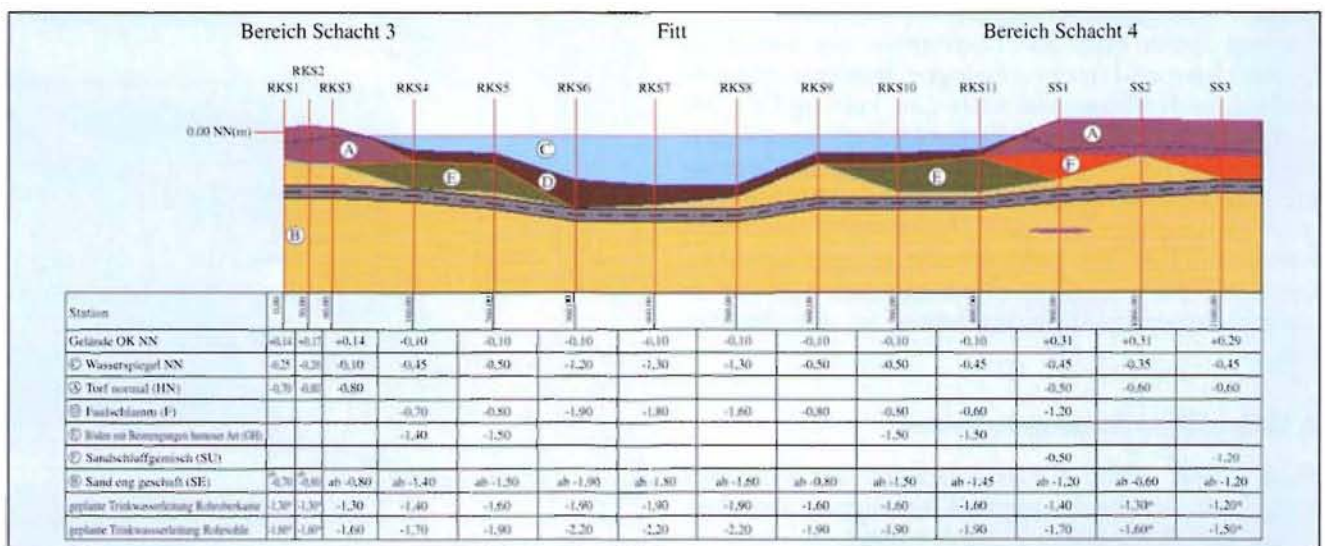
der Gemeinde Zingst ist eine weitere Versorgung vom Festland aus erforderlich. Die Versorgungsleitung Barth - Zingst wurde 1938 mit Gußrohren DN 300 gebaut; sie ist heute noch in Betrieb. Der Zustand der Rohre wurde im Jahre 2000 untersucht. Nach mehr als 60 Jahren Nutzung unter schwierigen Randbedingungen befinden sich die Rohre noch in neuwertigem Zustand (**Bild 2**).

Sorge bereiten die drei Dükerungen der Gewässer

- Barther Strom
- Die Fitt
- Zingster Strom,

welche damals mit Stahlrohren ausgeführt worden waren. 1982 wurden diese Stahlrohr-Düker durch Einzug von PE-HD Rohren DN 150 saniert, allerdings mit mehreren Havarien, die nicht nachhaltig repariert werden konnten. So reifte der Entschluß, den Doppeldüker durch die Fitt komplett mit Rohren aus duktilem Gußeisen zu erneuern. Während der Bauphase durfte natürlich unter keinen Umständen die noch bestehende Versorgung von Zingst über den zweiten Teilstrang des Doppeldükers gefährdet werden.

Bild 3: Schnitt durch die Dükertrasse



3. Planung, Trassenverlauf, Baugrund

Wegen der sensiblen Lage im Bereich des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft war die Bauzeit auf der Vogelschutzinsel Kirr auf die Wintermonate beschränkt. Alle Maßnahmen unterlagen den besonderen Schutzbestimmungen des Nationalparks.

Die neue Leitung wird auf einer Grünfläche der Halbinsel Bresewitz vor dem Deich in die vorhandene Graugußleitung DN 300 eingebunden und führt von dort direkt durch die Fitt zur Insel Kirr, wo sie in Höhe des vorhandenen Schachtes Nr. 4 an die vorhandene Graugußleitung angeschlossen wurde. Von dort aus bleibt die Leitung aus den 30er Jahren in Richtung Zingst bis zum Düker Zingster Strom nach wie vor in Betrieb.

Die Baustellenzufahrt läuft ausschließlich über die Landesstraße L 021 Barth - Bresewitz. Alle auf der Insel Kirr benötigten Ausrüstungen mußten auf dem Wasserwege dorthin gebracht werden, wobei die besonderen Schutzbestimmungen des Nationalparks einzuhalten waren.

Mittels 11 Rammkernsondierungen war im Vorfeld der Baugrund entlang der Trasse erkundet worden. Die Ergebnisse der Untersuchungen (**Bild 3**) ermöglichen eine relativ problemlose Gründung und Bettung der Dükerleitung nach Abtrag der nichttragenden Schichten aus Torf und Faulschlamm in den darunter anstehenden Sanden. Wegen der geringen Wassertiefen konnte der Graben größtenteils mit Hilfe eines hochbeinigen Baggers ausgehoben werden. Setzungen oder Verformungen infolge Nachgiebigkeit des Untergrundes waren nicht zu erwarten.

Die Rohre waren nach DIN EN 545, Wanddickenklasse K 10, mit zugfester Verbindung TYTON-TKF, DN 300, mit Zementmörtelaukleidung festgelegt worden. Flanschenformstücke waren nach PN 10 dimensioniert. Die Einhaltung der trinkwasserhygienischen Vorschriften wurde mit Prüfzeugnissen nach DVGW-Arbeitsblatt W 347 nachgewiesen.



Bild 4: Vorgefertigter Rohrstrang beim Einziehen

Die Rohre sind im gesamten Leitungsbereich mit einer werksseitig aufgebrauchten PE-Umhüllung nach DIN 30 674 Teil 1 gegen chemische Angriffe des aggressiven Bodens geschützt. Formstücke und Armaturen sowie die Rohrverbindungsstellen wurden baustellenseitig mit wärmeschrumpfendem Material nach DIN 30 672 Teil 1 nachumhüllt. Damit war der bestmögliche Schutz gegenüber den Angriffen von außen durch Torf, Faulschlamm und Meerwasser gegeben.

4. Einbauverfahren

Grundlage für den Einbau waren DIN 19 630 sowie die Einbaurichtlinien des Rohrherstellers. Aufgrund der Platzverhältnisse mußte der 948 m lange Düker in mehrere Einzelstränge zu je ca. 150 m Länge aufgelöst werden (Bild 4). Die Einzelstränge wurden nach der Montage und vor dem Einziehen mit Trinkwasser befüllt und mit 15 bar abgedrückt. Erst nach bestandener Druckprobe wurden die Muffenverbindungen mit wärmeschrumpfendem Material nachumhüllt.

Mit Hilfe von luftbereiften Rädern auf speziellen Tragkonstruktionen (Bild 5) konnten dabei die Rohrstränge schonend und unter Einhaltung der maximal zulässigen Abwinkelung eingezogen werden. Gleichzeitig vereinfachten sich mit dieser Vorrich-

Bild 5: Einziehen der Rohre über luftbereifte Tragkonstruktionen



tung die Arbeitsschritte „Nachumhüllung der Muffenverbindungen“ und „Prüfung auf Porenfreiheit“.

Die komplett montierten, auf Dichtheit geprüften und nachumhüllten Teilstränge wurden verschlossen und schwimmend mit Hilfe eines Pionierschwimmpanzers bis zur Insel Kirr gezogen. Zur Schonung des Uferbereichs der Vogelschutzinsel wurden die letzten Meter von Hand mit einem Kettenzuggerät statt mit dem Schwimmpanzer eingezogen.

Generell waren die Arbeiten am Ufersaum der Kirr von besonderer Umsicht geprägt: So wurden die einzelnen Bodenschichten (Vegetationsnarbe aus Salzgraswiesen, Torf, Mudde) getrennt auf Folien zwischengelagert und nach dem Rohreinbau in der ursprünglichen Reihenfolge wieder eingebaut.

Entlang der vorgebagerten Rinne standen eingespülte Bohrpfähle, an welchen der schwimmende Rohrstrang fixiert werden konnte (Bild 6). Dann wurde der Strang mit Trinkwasser befüllt und damit der Absenkvorgang eingeleitet.



Bild 6: Schwimmender Strang auf der Fitt. Im Hintergrund die eingespülten Bohrpfähle zur Fixierung der Rohrleitung

Die abgesenkte Leitung ruhte zur endgültigen Setzung für einige Tage mit Trinkwasser gefüllt in ihrem Bett. Erst danach wurde sie mit 15 bar Druck, entsprechend DIN 4279, über 6 Stunden auf Dichtheit geprüft.

Nach dieser Druckprüfung wurde der Düker an die vorhandene Leitung aus Graugußrohren DN 300 angebunden. Dabei wurde darauf geachtet, daß weder im Bauzustand noch beim künftigen Betrieb Kräfte aus statischen und dynamischen Betriebsbedingungen auf die Graugußrohre übertragen werden können.

5. Inbetriebnahme

Nach Abschluß der Bauarbeiten wurde die Leitung gespült und desinfiziert. Die amtsärztliche Freigabe wurde problemlos erreicht, obwohl der Bau der Dükerleitung doch unter sehr schwierigen Bedingungen halb zwischen Festland und Seegrund und der zeitweilig fast vollständig unter Wasser stehenden Einbindungsstelle auf der Insel Kirr verlief.

6. Zusammenfassung

Anhand eines nicht alltäglichen Leitungsbauprojekts konnte die hohe Reife des duktilen Gußrohrsystems an einer Stelle demonstriert werden, wo „modernere“ Werkstoffe bereits nach kürzester Zeit zum Sanierungsfall geworden waren, wohingegen die mehr als 60 Jahre alten Gußleitungen den Betrieb noch anstandslos über weitere Jahrzehnte sicherstellen können.

Bild 7: Beginn des Dükers auf der Halbinsel Bresewitz



Veröffentlichung des Kartenausschnittes auf S. 5:
© Dr. Lutz Gebhardt, „grünes herz♥verlag für tourismus“,
Pf 10 05 64, 98684 Ilmenau/Thür., Tel. 0 36 77/6 30 25,
Fax 6 30 40, www.gruenes-herz.de

Stichwörter

- *Düker durch Flachwasser*
- *alte Gußrohre*

Einbau duktiler Gußrohre DN 200 mittels Raketenpflugverfahren

Von Michael Haupt, Konrad Lehner und Rainer Rühl

Kosten sparen beim Einbau von Gußrohren: Das Raketenpflugverfahren macht es möglich. Wurde im letzten Heft dieser Zeitschrift noch über das Einziehen einer Leitung DN 150, 126 m lang, berichtet, so geht es hier schon um eine Strecke von 966 m, DN 200, die in 5 Einzelsträngen mit maximal 276 m Länge eingezogen wurde.

Was macht dieses Verfahren so kostengünstig? Es sind vor allem die hohe Einbauleistung von (typisch) 100 m pro Stunde und der Wegfall fast aller Baggerarbeiten. Das alles auf schmalstem Bauraum und mit einem Minimum an Flurschäden, was eine sofortige Geländenutzung nach Abschluß der Leitungsbauarbeiten ermöglicht.

0. Einleitung

Zur Anbindung des Gewerbegebietes Zorbau bei Weißenfels an den südlichen Bereich des Netzes der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH war eine 19 km lange Druckleitung aus duktilen Gußrohren zu bauen. Aus den hydraulischen Berechnungen ergaben sich Teilstrecken zu

15 km DN 400 und 4 km DN 200

Im vorliegenden Bericht wird der Einbau eines 966 m langen Teilstückes des Abschnittes DN 200 mit dem Raketenpflugverfahren beschrieben, einem für duktile Gußrohre in jüngster Zeit entwickelten grabenlosen Verfahren.

Die Trasse verläuft hauptsächlich über landwirtschaftliche Acker- und Weideflächen, deren Nutzung an besondere Auflagen gebunden war:

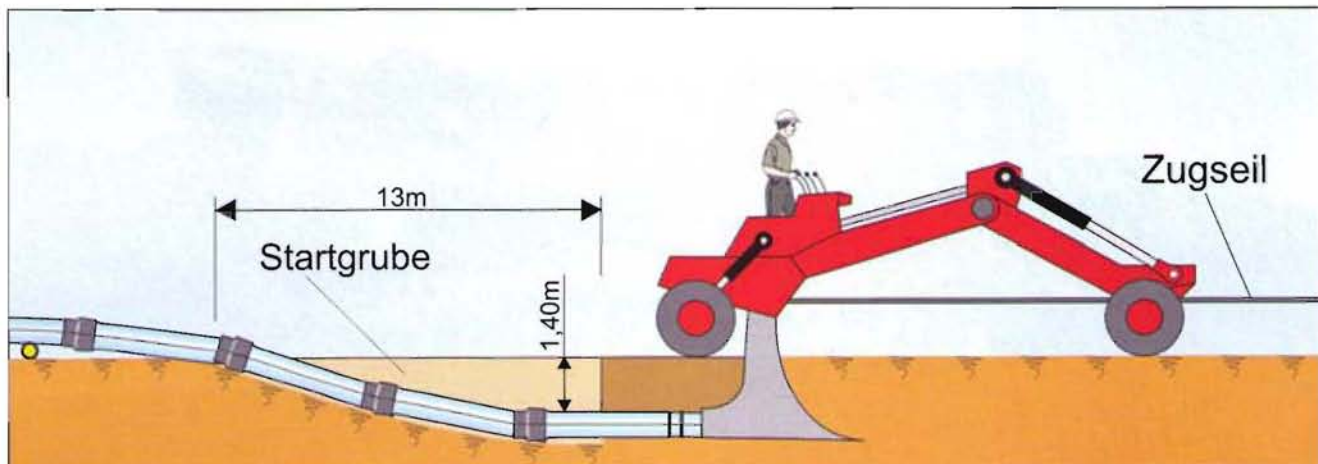
- Möglichst geringe Breite des Arbeitsstreifens
- Minimale Ertragsausfälle
- Schonung naturschutzrelevanter Flächen
- Schonung des wertvollen und dichten Jungbaumbestandes einer Forstbaumschule mit ggfs. hohen Entschädigungsforderungen an den Bauherrn

Bei der Durchquerung dieser Flächen wurde das Raketenpflugverfahren eingesetzt, weil damit die oben genannten Forderungen am ehesten erfüllt werden konnten. Es wurde auf einer Länge von 966 m – mit der Nennweite DN 200 im November 1999 erstmalig in Deutschland – angewendet.

1. Verfahrensbeschreibung

Der grabenlose Einbau duktiler Gußrohre mittels Raketenpflugverfahren wurde bereits ausführlich in [1] beschrieben. Das Verfahren benötigt längskraftschlüssige, vormontierte Rohrstränge, die an einen raketenförmigen Aufweitkörper am Ende des Pflugschwertes angekoppelt werden. In einer Startgrube mit schräg ausgebildeter Rampe wird der Rohrstrang in den Bereich der Leitungszone gezogen und in die gewünschte Einbautiefe gebracht. Die Böschungsneigung der Startgrube ist an die zulässige Abwinkelbarkeit der längskraftschlüssigen Rohrverbindungen angepaßt. **Bild 1** stellt das Verfahren sowie die erforderliche Ausrüstung schematisch dar.

Bild 1: Schematische Darstellung des Raketenpflugverfahrens



Bei der Raketenflugtechnik System GEORG FÖCKERSPERGER GmbH sind der eigentliche Pflug und ein Zugfahrzeug mit Seilwinde (**Bilder 2 und 3**) voneinander getrennte Einheiten. Die Seilwinde bringt die Kraft auf, welche für das Einpflügen erforderlich ist. Dabei stützt sich das Zugfahrzeug mit einem Schild im Erdreich ab. Der Abstand zwischen Zugfahrzeug und Raketenpflug ergibt sich aus der Seillänge und beträgt maximal 50 m. Dadurch muß der kontinuierliche Einpflügvorgang durch Nachsetzen des Zugfahrzeuges kurzzeitig (wenige Minuten) unterbrochen werden.

Der Radantrieb des Raketenpfluges dient lediglich seiner eigenständigen Bewegung vom Transportfahrzeug zur Rohrtrasse. Der Raketenpflug ist so konstruiert, daß seine Arbeitsbreite zwischen drei und sechs Metern stufenlos variiert werden kann. Über die vier dreidimensional in jeder Richtung und unabhängig voneinander verstellbaren Radausleger können Geländeunebenheiten ausgeglichen werden. Die Lagegenauigkeit der Rakete und damit der Rohrleitung werden mit Hilfe eines Rundumlasermeßgerätes permanent kontrolliert und notwendige Korrekturen über eine sensible hydraulische Steuerung ausgelöst. Damit ist eine Genauigkeit von +/- 5 cm erreichbar. **Bild 4** zeigt den Empfänger dieses Meßgerätes am Raketenpflug.

1.1 Einbaubedingungen und Baugrunderkundung

Für den Einbau der Druckrohrleitung war die Einhaltung des vorgegebenen hydraulischen Längsschnittes mit einer maximalen Abweichung von +/- 5 cm gefordert. Die Einbautiefen waren zwischen 1,2 und 1,7 m unter Geländeoberkante projektiert.

Das Baugrundgutachten wies für alle Strecken eine etwa gleiche Bodenbeschaffenheit (Bodenklasse 3-5) aus. Auf eine bis 0,5 m mächtige Mutterbodenschicht folgte eine über die geplante Einbautiefe hinausgehende Schicht aus Schluff (feinsandig, tonig) und Lößlehm.

Die Streckenlänge umfaßte insgesamt 966 m. Sie wurde in Abhängigkeit von den äußeren Randbedin-

gungen in fünf Teilstrecken unterteilt, so daß sich fünf Rohrstränge ergaben, die jeweils vor dem eigentlichen Teilstück vormontiert wurden (**Bild 5**):

- Strang 1: (78 m): bearbeitetes Feld ; Einbautiefe 1,5 m bis 1,6 m
- Strang 2 (240 m): Bereich der Baumschule mit teilweise dichtem Jungbaumbestand; Einbautiefe 1,3 m bis 1,7 m
- Strang 3 (276 m): bearbeitetes Feld, Einbautiefe 1,3 m bis 1,7m
- Strang 4 (138 m + 66 m = 204 m): Grünland mit angrenzendem Baumbestand; Grundwasserspiegel in Höhe der Rohrsohle, Einbautiefe 1,3 m bis 1,7 m
- Strang 5 (90 m + 78 m = 168 m): Feldweg mit angrenzendem Baumbestand; Einbautiefe 1,3 m bis 1,5 m

Anzahl und Länge der vormontierten Stränge ergaben sich aus

- maximal zulässigen Einzugskräften
- standortbedingten Zielen (durchgehende Querung der Baumschule),
- Platzverhältnissen und
- von der Planung vorgegebenen Formstückeinbauten an Hoch- und Tiefpunkten.

Trotz nahezu gleicher Bodenbeschaffenheit resultierten aufgrund verschiedener geographischer Lagen und örtlicher Nutzungen unterschiedliche Einbaubedingungen:

Das erste Teilgebiet wird als Ackerland und als Forstbaumschule bewirtschaftet (Stränge 1 bis 3). Wegen einer längeren Trockenperiode waren auf dieser Fläche Verfestigungen zu erwarten, welche bis an die Bodenklasse 6 heranreichten. Weitere Trassen befanden sich in einem als Grünland und unbefestigtem Weg genutzten Auegebiet mit einem Grundwasserstand bis knapp unter die Rohrsohle. Wegen des nahegelegenen Baumbestandes war mit Wurzeln zu rechnen (Stränge 4 und 5).

Bild 2: Rohrflug mit Zugfahrzeug





Bild 4: Rundumlaser (Empfänger) am Raketenpflug

1.2 Medienrohr - duktiles Gußrohr DN 200

Für das Projekt wurden zementmörtelumhüllte duktile Gußrohre nach DIN 30674 Teil 2 mit der längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindung TIS-K eingesetzt. Die Steckmuffenverbindung TIS-K nimmt die hohen Zugkräfte beim Einpflügen auf. Gleichzeitig läßt sie eine Abwinkelung von 3° zu, was einem minimalen Kurvenradius von 115 m entspricht [2]. Die Zementmörtelumhüllung stellt den wirksamen mechanischen Schutz des Systems insbesondere auch dann sicher, wenn größere Steine beim Einpflügen am Rohrstrang schleifen sollten.

Der Muffenbereich wurde durch Gummimanschetten und zusätzlich durch einen Blechkonus mechanisch geschützt. Damit wird eine Beschädigung der Gummimanschetten bzw. ein Abstreifen infolge der mechanischen Beanspruchung beim Gleiten des Stranges durch das Erdreich verhindert (**Bild 6**, Seite 12).

Die aus dem Gewicht, der Länge des Rohrstranges sowie Einpflügtiefe und Bodenverhältnissen resultierenden Kräfte wirken im Maximum an der Kopplungsstelle Rohrstrang/Raketenpflug - dem Zugkopf mit integrierter TIS-K-Verbindung (**Bild 7**, Seite 12).

Bild 3: Zugfahrzeug mit Seilwinde



Dem Zugkopf ist die „Rakete“, der Aufweitkörper, vorgelagert. Diese hat die Aufgabe, das Erdreich über das Maß des Außendurchmessers der Muffe zu verdrängen. Das Gußrohr kann dadurch mit geringeren Reibungswiderständen eingezogen werden.

Die Zugkräfte an der Kopplungsstelle werden über den Druck eines Zug/Druckkolbens ermittelt, der zwischen Zugkopf und Rakete angebracht ist. Eine Überschreitung der zulässigen Zugbelastung der TIS-K-Muffe (bei DN 200 max. 250 kN) kann so durch kontinuierliche Kontrolle der Zugkräfte verhindert werden. Um die Reibungswiderstände weiter zu verringern, wurde bei dem bindigen Boden ab Strang 3 in die Schnittrinne Wasser zugegeben. Eine weitere Möglichkeit der Verringerung der Reibungswiderstände wäre durch zusätzliche Zugabe einer Bento-



Bild 5: Vormontierte Rohrstränge

nitsuspension und/oder durch Vergrößerung des Aufweitkörpers möglich gewesen. Aufgrund der günstigen Bodenverhältnisse war dies jedoch nicht erforderlich.

Zur Erkundung der Bodenbeschaffenheit wurde die gesamte Trasse ohne Rohrleitung und ohne Aufweitkörper auf einer Tiefe von 1,8 m „vorgepflügt“. Gleichzeitig wurde dadurch sichergestellt, daß beim anschließenden Einpflügen der Rohrleitung der kon-



Bild 6: Rohrverbindung mit Blechkonus

tinuierliche Prozeß nicht durch Hindernisse innerhalb der Rohrtrasse unterbrochen werden mußte.

Über eine Zuführung am Pflugschwert wurden gleichzeitig zwei Leerrohre HDPE DN 40 sowie zwei Warnbänder oberhalb der duktilen Gußrohrleitung mit eingepflügt (**Bild 8**).

2. Projektablauf

Die Rohrmontage war am 01. 11. 1999 abgeschlossen. Der Zeitaufwand für die Vormontage einschließlich Nachumhüllung der Verbindung und Aufsetzen des Blechkonus für die fünf Rohrstränge betrug etwa fünf Tage. Die Rohrstränge wurden vor der geplanten Trasse ausgelegt. Im Vorfeld waren die Trassenabschnitte nach störenden Hindernissen abgesucht worden.

Am 03. 11. 1999 begann das Einpflügen. Als vorbereitende Arbeiten mußten die Einzugsene von der Geländeoberkante bis zur geplanten Grabensohle und die Startgrube von 13 m Länge und 1 m Breite hergestellt werden. Von hier aus wurde zunächst ohne Rohrstrang „vorgepflügt“. Danach wurde der erste Rohrstrang mit einem Raupenbagger an den Pflug herangezogen, mit dem Spitzende am Zugkopf über eine TIS-K-Muffenverbindung angekoppelt und im Startschacht in die Ausgangsstellung gebracht. Das im gleichen Arbeitsgang einzuziehende doppelte Kabelleerrohr und Warnband für Wasserleitung und Kabel wurden in die an der Rakete befindlichen Führungen eingefädelt. Für alle Strecken war das Kabelleerrohr komplett neben der Trasse ausgerollt worden. Am Laser wurde das Leitungsgefälle eingegeben und mittels Peillatte über die Einzugsstrecke punktuell überprüft. Diese Vorbereitungszeit dauerte bis 1,5 h. Dann wurde kontinuierlich eingepflügt, wobei das Pflügen nur durch das Nachsetzen des Zugfahrzeuges unterbrochen wurde.

Der erste Rohrstrang wurde am Ende um etwa 3 m über das Einsteckende der bereits offen im Graben

verlegten Rohrleitung hinausgezogen, um den Montageaum für die Kopplung mit den entsprechenden Formstücken (EU-Stück, F-Stück, Paß- und Ausbaustück) zu erhalten.

Am vorderen Ende des Stranges wurde die Rakete freigelegt und das Rohr abgekoppelt. Die Rohrenden erhielten eine Verschlusskappe zum Schutz vor Verschmutzungen. Die nächste Einzugs- und Startgrube war so angelegt worden, daß sie für den späteren Einbau eines Hochpunktschachtes dienen konnte.

Die ersten beiden Stränge wurden „trocken“, d.h. ohne reibungsminderndes Gleitmittel, eingepflügt. Zur Herabsetzung der hohen Zugkräfte wurde in die Schnittrinne der Rohrstränge 3 und 5 Wasser zugegeben. Beim Strang 4 war dies aufgrund des hohen Grundwasserspiegels nicht erforderlich.

Da die gemessenen Zugkräfte deutlich unter dem Wert der maximal zulässigen Zugkraft geblieben waren, ergab sich für den vierten und fünften Strang die Möglichkeit, am Ende des eingezogenen Teilstranges vor Erreichen der Startgrube einen weiteren Strang direkt anzukoppeln und den Einpflügvorgang anschließend fortzusetzen. Dies war insofern günstig, als die Platzverhältnisse nicht erlaubten, längere vormontierte Stränge auszulegen. Gleichzeitig reduzierte sich die Vorbereitungszeit durch eingesparte Erdarbeiten, Ab- und Ankoppeln und Verzicht auf erneutes Justieren des Lasermeßgerätes.

Einschließlich aller Nebenzeiten, wie z.B. Einrichten der Geräte und Maschinen, Umsetzen der Maschinen, Vorpflügen, Einbau der Leerrohre und Warnbänder, wurden für alle fünf Stränge zwei Arbeitstage (zwei halbe und ein ganzer Tag) benötigt.

Bild 7: Angekoppelter Rohrstrang





Bild 8: Einpflügen der duktilen Gußleitung mit Warnband und HDPE-Leerrohren

3. Zugkraftmessungen

Aufgrund unterschiedlicher Bodenverhältnisse war mit unterschiedlichen Zugkräften und daraus resultierend mit unterschiedlichen Einziehgeschwindigkeiten bzw. Einbauleistungen zu rechnen.

Erwartungsgemäß steigen die Zugkräfte mit der eingepflügten Rohrlänge. Die Streubreite der Meßwerte bei gleicher eingepflügter Rohrlänge ergibt sich aus den unterschiedlichen Bodenverhältnissen.

Die größten Zugkräfte traten im Bereich der Baumschule (Strang 2) auf. Infolge austrocknungsbedingter Verfestigung des Bodens stiegen dort die Zugkräfte bis an die Belastbarkeitsgrenze der TIS-K-Verbindung.

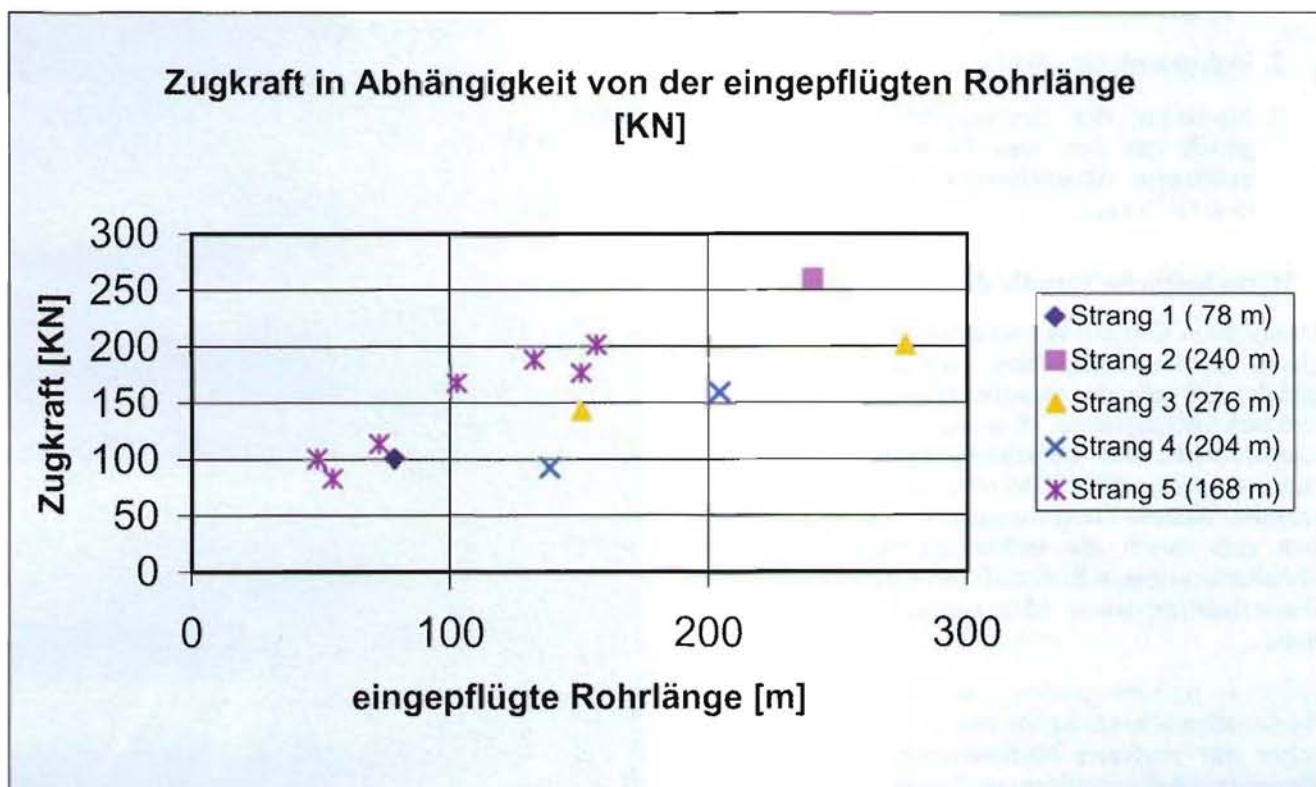
Die Bodenreibung konnte durch Zugabe von Wasser in die Schnittrinne deutlich reduziert werden. Beim Strang 3 lag der Maximalwert bei nahezu analogen Bodenverhältnissen wie bei Strang 2 trotz größerer Einpflüglänge (276 m) durch kontinuierliche Zugabe von Wasser bei 200 kN – eine Reduzierung um 23 %. Auch beim Strang 5 ist der Einfluß der Wasserzugabe deutlich sichtbar. Nach ca. 50 m lagen die Zugkräfte bei 100 kN; danach wurde in einer Zwischengrube Wasser zugegeben. Die Zugkräfte fielen auf 84 kN (Reduzierung um 16 %).

Aus den ermittelten Werten läßt sich folgern, daß Rohrstranglängen von 250 m für die angetroffenen Bodenverhältnisse bei der Nennweite DN 200 ein Maximum darstellen. Größere Längen sind durch Zusatzmaßnahmen mit dem Ziel einer Verringerung der Reibungswiderstände zwischen Rohrwand und umgebendem Erdreich (z.B. durch Zugabe von Wasser oder Verwendung eines größeren Aufweitkörpers) möglich. Dann dürften Einzugsängen von 300 m realisierbar sein.

In der Tabelle auf Seite 14 sind die Leistungsdaten der verschiedenen Stränge zusammengefaßt.

Die erreichten Einbauleistungen lagen im Extrem zwischen 2,9 ... 12,5 m/min; im Durchschnitt zwischen 5 ... 6 m/min. Die geringen Leistungen beim Strang 2 ergaben sich aus größeren Unterbrechungen: Infolge hoher Zugkräfte in dem verfestigten Boden im Bereich der Baumschule mußte das Ab-

Das Diagramm enthält die ermittelten Zugkräfte



	Länge [m]	Einbauleistung [m/min]	Bemerkungen
Strang 1	78	5,20	
Strang 2	240	3,90	größere Stillstandszeiten
Strang 3	276	6,00	
Strang 4	138 + 66	12,5 und 7,3	
Strang 5	90 + 78	2,90	größere Stillstandszeiten

Tabelle 1: Leistungsdaten der verschiedenen Stränge

stützschild der Zugmaschine mehrfach nachgesetzt werden. Beim Strang 5 resultierten die Unterbrechungen daraus, daß durch starken Wind die Laserjustierung beeinflusst wurde.

Die minimale Beeinträchtigung der Oberflächenstruktur ist gut im **Bild 9** zu erkennen. Durch Überfahren der eingepflügten Rohrtrassen mittels Kettenfahrzeug wurden eventuell noch vorhandene Hohlräume im Rohrleitungsbereich geschlossen sowie Bodenunebenheiten im Bereich der ehemaligen Schnittrinne unmittelbar nach dem Einpflügen beseitigt.

Synchron mit dem Einpflügevorgang wurden die Bestandskoordinaten über das satellitengestützte GPS-System (Global Positioning System) erfasst. Der GPS-Empfänger war auf dem Raketenspflug stationiert (**Bild 10**). Damit konnten gleichzeitig drei Aufgaben gelöst werden:

1. Automatische Erfassung der Bestandsdaten
2. Dokumentation der Leitungskoordinaten
3. Nachweis der Einbaugenauigkeit und Vergleich mit den vom Bauherrn vorgegebenen zulässigen Abweichungen von der Soll-Linie von +/- 5 cm

4. Wirtschaftliche Vorteile des Einpflügens

Die größten Einsparungen hat das Einpflügen im Vergleich zur konventionellen Einbautechnik dadurch erzielt, daß sich die gesamte Breite des Arbeitsstreifens von üblicherweise 18 m auf 4 m reduzieren ließ. Damit ließen sich Entschädigungen und Ersatzleistungen von ca. 350 TDM oder ca. 350,- DM/m vermeiden. Weitere Einsparungen von ca. 30 TDM ergaben sich durch die technologischen Vorteile des Verfahrens selbst, z. B. Entfall von Grabenaushub und Wasserhaltung sowie Montage außerhalb des Grabens.

Folgende technologischen Vorteile sprachen bei der Werkstoffentscheidung für den Einsatz duktiler Gußrohre mit zugfester Muffenverbindung TIS-K und Zementmörtelumhüllung im Einpflügevorgang:

- Einfache, sichere, gelenkige und im Bedarfsfall zerstörungsfrei lösbare Steckverbindung
- Einbau im vorhandenen Boden ohne Austausch oder besondere Bettung
- Einbau unabhängig von Temperatureinflüssen

5. Zusammenfassung

Das in [1] dargestellte Einbauverfahren wurde mit neuen verfahrenstechnischen Erkenntnissen beim Einbau duktiler Gußrohre mittels Raketenspflugtechnik weiterentwickelt. Die Auswirkungen unterschiedlicher Bodenverhältnisse auf die verfahrenstechnischen Kenngrößen werden für die Rohrdimension DN 200 ausführlich erörtert.

Bild 9: Rohrtrasse nach dem Einpflügen





Bild 10: GPS-Empfänger am Raketenpflug

Die erreichten Einbauleistungen lagen im Extrem zwischen 2,9 und 12,5 m/min; im Durchschnitt zwischen 5 und 6 m/min. Bei Rohrstranglängen bis zu 276 m näherten sich die Zugkräfte der zulässigen Zugbelastung der eingesetzten Verbindung. Durch Wasserzugabe in die Schnittrinne konnten die Zugkräfte deutlich reduziert werden. Damit dürften bei vergleichbaren Bodenverhältnissen Einziehlängen bis 300 m möglich sein. Die Lage der Rohrleitung wurde über Rundumlaser kontrolliert. Die parallel durchgeführte Bestandserfassung über das satellitengestützte GPS-System dokumentiert die Einhaltung der projektierten Leitungskordinaten nach Lage und Gefälle und ermöglichte gleichzeitig den Nachweis der hohen Einbaugenauigkeit des Raketenpflugverfahrens.

Die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile des Verfahrens, gekennzeichnet durch

- hohe Einbauleistungen
- geringe Flurschäden
- Einbau in engstem zur Verfügung stehenden Bauraum
- Einsparung von Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich des 4. Rohrstranges
- Entfall von Umschichtungen des Erdreiches
- sofortige Nutzung der Flächen unmittelbar nach Abschluß der Bauarbeiten

wurden am konkreten Vorhaben erörtert.

Literatur:

[1] Föckersperger, F.; Mischo, M.; Walther, G.: Wirtschaftlicher und umweltschonender Einbau duktiler Gußrohre mit dem Raketenpflugverfahren im ländlichen Raum - GUSSROHRTECHNIK 34 (1999, S. 5-10)

[2] FGR-Norm 66: Duktile Gußrohre für Horizontalbohrverfahren (Juli 1998)

Stichwörter

- *grabenloser Einbau*
- *längskraftschlüssige Verbindung*
- *Raketenpflugverfahren*

Brandschutz – Vorbeugen ist besser als.....

Duktile Gußrohre für das Feuerlöschsystem des Unternehmens BSL Olefinverbund in Schkopau

Von Gerhard Nowak und Wolfgang Rink

In den neuen Bundesländern ist die industrielle Um- und Neugestaltung immer noch in vollem Gange. Das gilt auch für die ehemaligen Bunawerke: 10 km Löschwasserleitung DN 400, PN 16 mit 250 Oberflurhydranten erfordert die Infrastruktur des Geländes in Schkopau. Damit stehen im Ernstfall 2500 m³/h Löschwasser zur Verfügung.

Wie immer beim Einfügen in bereits bestehende Strukturen, bei teilweise schon laufenden Produktionen und bei extrem kurzen Zeitvorgaben, sind Logistik und Zuverlässigkeit des Materials ausschlaggebend. Mit den duktilen Gußrohren und ihren längskraftschlüssigen Verbindungen klappte das gewohnt problemlos.

Wie schon in Heft 34 berichtet wurde, ist die Erneuerung des traditionsreichen Unternehmens in vollem Gange.

In der chemischen Industrie bislang einmalig ist das Ausmaß der Umgestaltung dieser traditionellen Che-

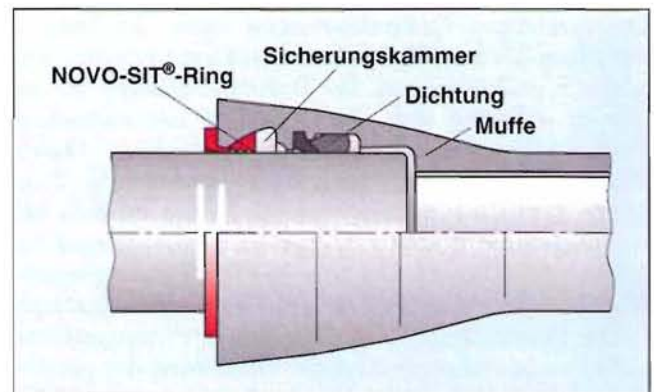
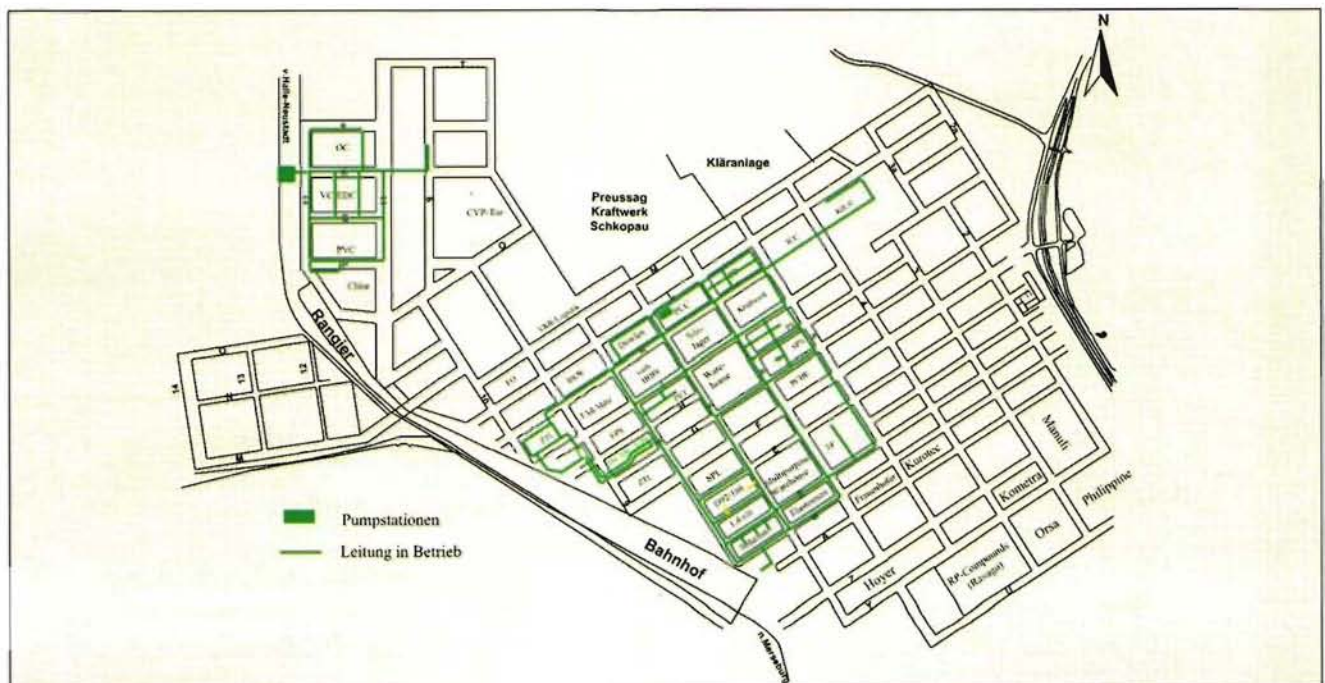


Bild 2: Steckmuffen-Verbindung TYTON-NOVO-SIT®

miestandorte. Die 1995 begonnene Restrukturierung der zur Buna SOW Leuna Olefinverbund (BSL) gehörenden Werke in Schkopau, Böhlen und Leuna wurde Mitte des Jahres 2000 abgeschlossen. Dazu zählen die Errichtung und Inbetriebnahme neuer Produktionseinheiten, die Modernisierung vorhande-

Bild 1: Plan des Löschwassernetzes



ner Anlagen und die Infrastruktur, die künftig in ihrer Effektivität, Sicherheit und Umweltverträglichkeit dem weltweiten Wettbewerb gewachsen sein wird. Diese Investitionen garantieren auch den Erhalt und den Ausbau zukunftsorientierter Arbeitsplätze bei der BSL Olefinverbund GmbH, bei vorhandenen und zukünftigen Ansiedlern an den Chemiestandorten und in der Region.

Die Restrukturierung ging einher mit der Verbesserung der Sicherheit. Dafür wurden erhebliche Mittel aufgewendet. So wurden die automatischen Brandwarn- und Brandmeldeanlagen verbessert, stationäre Löschanlagen (Sprinklersysteme, Wendestrahldrohre) installiert und die Löschwassermanlage rekonstruiert. Dazu gehörte auch der Aufbau von druckerhöhten Löschwassersystemen bzw. die Erweiterung des vorhandenen Systems.

Grundlage für das verzweigte Netz (**Bild 1**) bildet ein Ringsystem aus duktilen Gußrohren nach DIN EN 545, DN 400, PN 16. Als Rohraußenschutz wurde ein Zinküberzug mit einer bituminösen Deckbeschichtung gewählt. Innen haben die Rohre eine Zementmörtelauskleidung (ZMA). Die Gesamtnetzlänge beträgt ca. 10 000 m. Dafür mußten ca. 2 000 längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindungen montiert werden. Bis auf einen Teilabschnitt von 60 m Länge – dort wurden die Rohre mit der Horizontalspülbohrtechnik eingebaut – wurden grundsätzlich Rohre und Formstücke mit der längskraftschlüssigen TYTON-NOVO-SIT®-Steckmuffen-Verbindung (**Bild 2**) eingesetzt.

Dieses Verbindungssystem läßt auch den Einbau im Winter bei Temperaturen unter Null zu. Schweiß-

Bild 3: Trasse mit Fundamenten



Bild 4: Eine der Pumpstationen

arbeiten auf der Baustelle sind nicht erforderlich. Darüber hinaus war die zeitsparende und sichere Montierbarkeit der Verbindungen eine Voraussetzung für die termingerechte Fertigstellung der Gesamtanlage.

Die Trassen führen durch bereits bebautes Gebiet. So mußte öfter Fundamenten ausgewichen werden. Außerdem waren in vielen Fällen andere kreuzende Leitungen zu unter- oder überfahren (**Bilder 3** und **5**). Diese Erschwernisse konnten mit den eingesetzten Steckmuffenverbindungen und dem zur Verfügung stehenden vielseitigen Formstückprogramm überwunden werden.

Das Feuerlöschsystem wird mit mechanisch gereinigtem Flußwasser aus der Saale gespeist. Zwei

Bild 5: Beschwerliche Trasse

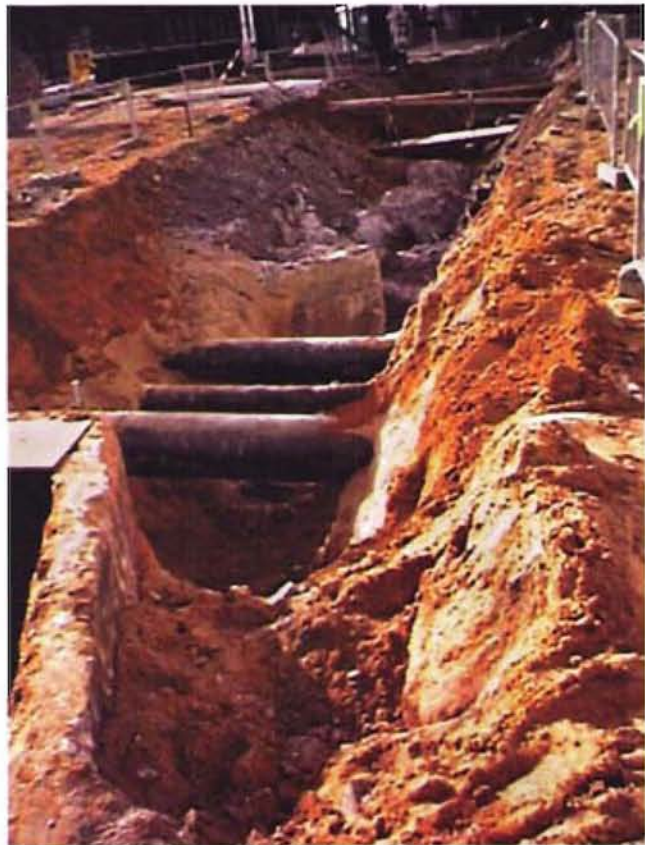




Bild 6: Einer von 250 Hydranten

mit Diesellaggregaten ausgerüstete Pumpstationen (**Bild 4**) stellen das im Brandfall benötigte Löschwasser bereit, das aus 250 Oberflurhydranten DN 150 (**Bild 6**) entnommen werden kann.

2 500 m³ Löschwasser in der Stunde müssen bei einem Brand zur Verfügung stehen. Insgesamt wurden 50 Absperrklappen eingebaut (**Bild 7**). Diese wurden so platziert, daß auch im Reparaturfall durch das vermaschte System die Versorgungssicherheit weitgehend gewährleistet bleibt. Je 50 Be- und Entlüftungseinrichtungen an den Hochpunkten unterstreichen die Reparaturfreundlichkeit und Sicherheit des Systems.

Infolge der bereits vorhandenen Infrastruktur mußten Straßen und Gleisanlagen unterquert werden. Dazu wurden offene und verschiedene grabenlose Einbauverfahren angewendet. Die Hauptstraße (Straße F) wurde auf einer Länge von 60 m mit Hilfe der Horizontalspülbohrtechnik unterfahren. Hier wurden Rohre mit der längskraftschlüssigen TYTON-TKF-Steckmuffen-Verbindung eingesetzt. Andere Straßen und Bahngleise wurden sowohl in offener als auch in grabenloser Bauweise - Einbau von Mantelrohren in ungesteuertem Vortrieb - gequert. In diesen Fällen wurden die Mediumrohre mit Transportschellen in die Mantelrohre eingezogen und zentriert.

Während der Bauphase stellte die Logistik höchste Anforderungen an Planer, Bauleitung und Bauausführende. Es waren zu beachten:

- Extrem kurze Bauzeiten
- Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Infrastrukturprojekte
- Die Zufahrt zu den verschiedenen Produktionsanlagen mußte sichergestellt bleiben

Dabei bewährten sich die eingesetzten duktilen Gußrohre mit der längskraftschlüssigen TYTON-NOVO-SIT®-Steckmuffen-Verbindung. Der Rohrgraben wurde nach dem Einbau der Rohre sofort wieder verfüllt. Das von Planer und Bauleitung erdachte Baukastensystem konnte realisiert werden, weil die dazu benötigten Rohrleitungskomponenten problemlos und zum erforderlichen Zeitraum zur Verfügung standen. Die Druckproben wurden bauabschnittsweise nach DIN 4279 Teil 3 durchgeführt, der Prüfdruck betrug 21 bar. Die Inbetriebnahme des Feuerlöschsystems erfolgte gleitend, so daß bereits während der Bauphase Teilabschnitte an den Betreiber übergeben werden konnten.

Der insgesamt gestellte Zeitrahmen wurde eingehalten. Hierzu trug die gute Zusammenarbeit aller Beteiligten - Auftraggeber, Bauausführende und Rohrlieferant - entscheidend bei.



Bild 7: Absperrklappen

Stichwörter

- *Löschwasserleitung*
- *Trasse durch Industriegelände*

DVGW-Prüfzeichen für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen

Von Oskar Halter und Michael Mischo

14 Normen und Vorschriften umfaßt allein das deutsche Regelwerk für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen. Sie ergänzen und konkretisieren die europäischen Normen, die naturgemäß den kleinsten europaweit gemeinsamen Nenner darstellen.

Das DVGW-Prüfzeichen trägt dem Rechnung. Mit ihm hat der Anwender die Gewißheit, daß der Hersteller neben den Vorgaben der europäischen Produktnormen auch nationale Normen und Richtlinien beachtet hat, die sich insbesondere auf die Dauerhaftigkeit, die Verbindungstechnik und die hygienischen Aspekte beziehen.

1. Einleitung

Voraussichtlich im September 2000 wird der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) die Vorläufige Prüfgrundlage VP 545 [1] veröffentlichen.

Die VP 545 hat den Titel „Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen in der Gas- und Wasserversorgung“ und legt Anforderungen und Prüfungen zum Erwerb des DVGW-Prüfzeichens fest. Sie gilt für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen nach DIN EN 545 [2] bzw. DIN EN 969 [3] sowie für Formstücke aus duktilem Gußeisen nach DIN 28650 [4] jeweils mit Muffen- oder Flanschverbindung.

VP 545 enthält Anforderungen und Prüfungen, die sich seit vielen Jahren in der deutschen Gas- und Wasserversorgung bewährt haben, wobei die Anforderungen den Festlegungen der europäischen Normen nicht widersprechen, sondern diese konkretisieren und ergänzen.

2. Europäische und nationale Normung

Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen sind für die Bereiche Wasser, Gas und Abwasser europäisch genormt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Produkt- und Systemnormen.

Für den Bereich der Verbindungstechniken ist auf europäischer Ebene lediglich die Flanschverbindung in DIN EN 1092-2 [9] genormt.

Europäische Normen verweisen vielfach auf nationale Vorgaben, wo bisher europäische Regelungen nicht möglich waren. So sind eine Reihe von nationalen Normen und Vorschriften notwendig, die unabhängig vom Einsatzbereich der Produkte die verschiedenen Umhüllungen (Überzüge), Auskleidungen und Verbindungen beschreiben, aber auch Richtlinien, die sich auf den Aspekt Hygiene beziehen und in Deutschland beachtet werden müssen (Tabelle 2).

3. Die Notwendigkeit der VP 545

Die Zertifizierung von Produkten hat im DVGW eine lange Tradition. Auf dem Gebiet der Wasserversorgung erfolgte die erste Produktzertifizierung 1959 nach Fertigstellung von Arbeitsblättern zur Überprüfung von Wasserarmaturen der Trinkwasser-Hausinstallation.

Grundlage der DVGW-Zertifizierung wasserfachlicher Produkte ist die von neutralen und kompetenten Labors bestätigte Übereinstimmung von Produktbeschaffenheit und -funktionalität mit Anforderungen von DIN EN- und DIN-Normen und DVGW-Arbeitsblättern.

Eine solche Zertifizierung ist auch heute noch vor allem im Interesse von Versorgungs- und Installations-

Tabelle 1: Europäische Normen

Bereich	Produktnormen	Systemnormen
Wasserversorgung	DIN EN 545 [2]	DIN EN 805 [6]
Gasversorgung	DIN EN 969 [3]	prEN 12007 [7]
Abwasserentsorgung	DIN EN 598 [5]	DIN EN 1610 [8]

Bereiche	Normen u. Vorschriften	Betreff
Produkte	DIN 28650 [4]	Formstücke, die nicht in DIN EN 545 genormt sind.
Umhüllungen (Überzüge)	DIN 30674 Teil 1 [10]	Polyethylen-Umhüllung
	DIN 30674 Teil 2 [11]	Zementmörtel-Umhüllung
	DIN 30674 Teil 3 [12]	Zinküberzug mit Deckbeschichtung
	DIN 30677 Teil 2 [13]	Epoxidharz-Umhüllung
Auskleidungen	DIN 3475 [14]	Email-Auskleidung
	DIN 3476 [15]	Epoxidharz-Auskleidung
	DIN 2880 [16]	Zementmörtel-Auskleidung
Verbindungen	DIN 28601 [17]	Schraubmuffen-Verbindung
	DIN 28602 [18]	Stopfbuchsenmuffen-Verbindung
	DIN 28603 [19]	Steckmuffen-Verbindungen
Hygiene	DVGW - W 270 [20]	Mikrobiologisches Verhalten
	DVGW - W 347 [21]	Zementmörtel-Auskleidung
	KTW-Empfehlungen [22]	Organische Beschichtungen und Dichtungen

Tabelle 2: Nationales Regelwerk

unternehmen. Aber auch die Produkthersteller können objektiv mit dem Prüfzeichen die Hochwertigkeit ihrer Produkte belegen.

Nun kann man sich die Frage stellen, ob eine „Qualitätsmarke“ heute noch zeitgemäß ist und warum Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen bisher nicht zertifiziert waren, wo sie doch schon seit vielen Jahrzehnten in der Trinkwasserversorgung erfolgreich eingesetzt werden. Der Grund dafür ist die zunehmende Europäisierung, die sich auch in der Normung ausdrückt. Eine europäische Norm ist vielfach der kleinste gemeinsame Nenner, den Normenausschüsse finden müssen, wenn die Akzeptanz einer Norm groß sein soll.

Abschnitt 2 verdeutlicht, welche Vielfalt an nationalen Normen und Vorschriften neben den europäischen Normen für Produkte aus duktilem Gußeisen relevant sind. Der Verbraucher verliert da schnell den Überblick und weiß vielfach nicht, welche Vorgaben wichtig sind und nicht allein mit dem Nachweis der Einhaltung einer europäischen Norm abgedeckt werden können.

Eine zuverlässige Gas- und Wasserversorgung setzt voraus, daß die eingesetzten Rohrwerkstoffe den hohen Ansprüchen an Funktionstauglichkeit und Sicherheit genügen. Bei der Trinkwasserversorgung kommt zusätzlich der Aspekt Hygiene hinzu.

In der VP 545 werden alle diese Anforderungen gebündelt, der Verbraucher bekommt die Gewißheit, daß bei DVGW-zertifizierten Produkten alle nationalen gesetzlichen Bestimmungen beachtet sind, und daß den Richtlinien entsprochen wird, die die erforderliche Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Qualität, Hygiene und Umweltverträglichkeit sicherstellen.

Die Mitglieder der Fachgemeinschaft Guß-Rohrsysteme (FGR) haben den Antrag auf Erteilung des Prüfzeichens beim DVGW eingereicht. Die Mitgliedswerke werden seit mehr als zehn Jahren auf freiwilliger Basis fremdüberwacht. Vertragspartner ist das Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen (MPA NRW) in Dortmund, eine kompetente und nach ISO 45001 akkreditierte Institution, die als ein vom DVGW anerkanntes Prüflaboratorium gilt.

Während bisher die europäischen Produktnormen und darüber hinaus die Norm FGR 61 [23] die Prüfgrundlage der Audits war, wird künftig VP 545 die Grundlage der Produktzertifizierung für den Bereich Gas und Wasser sein.

Basis für die Fremdüberwachung von Produkten für den Bereich Abwasser bleibt nach wie vor DIN EN 598, wobei aber auch hier selbstverständlich über DIN EN 598 hinaus die nationalen Normen für Umhüllungen (Überzüge), Auskleidungen und Verbindungen maßgebend sind sowie die Norm FGR 61 [23].

4. Inhalte der VP 545

Grundsätzlich gelten auch in VP 545 die technischen Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 545 bzw. DIN EN 969, wobei sich der Hersteller verpflichtet, ein zertifiziertes QM-System nach DIN EN ISO 9000 ff zu unterhalten.

Neben der Einhaltung der in Tabelle 2 aufgeführten Normen und Richtlinien gibt es folgende ergänzende Anforderungen:

- Rohre \leq DN 300 müssen bereits ab 1 Meter hinter der Muffenstirn die zulässigen Toleranzen für den Rohraußendurchmesser DE einhalten.

- Die mittlere flächenbezogene Zinkmasse beim metallischen Zink-Überzug von Rohren muß mindestens 160 g/m² betragen.
- Die Muffeninnenflächen müssen mit einem metallischen Zink-Überzug und einer zusätzlichen Deckbeschichtung versehen sein.
- Für Muffenverbindungen müssen fremdüberwachte Typprüfungen nach DIN EN 545 hinsichtlich Dichtheit und Längskraftschlüssigkeit durchgeführt werden.
- Die Ergebnisse sind bereits in die neue Ausgabe des DVGW-Arbeitsblattes GW 368 [24] eingeflossen.
- Nach Antragstellung auf Erteilung des DVGW-Prüfzeichens erfolgt eine Baumusterprüfung, deren Umfang in VP 545 festgelegt ist.
- Mit einem vom DVGW anerkannten Prüflaboratorium ist ein Vertrag zur Fremdüberwachung abzuschließen.

Das DVGW-Prüfzeichen gilt nur für die im Rahmen der Baumusterprüfung erfaßten und im Zertifikat aufgeführten Produkte.

Mit den Antragsunterlagen hat jeder Hersteller eine Erklärung einzureichen, die besagt, daß er über einen deutschsprachigen technischen Kundendienst verfügt, der innerhalb von 24 Stunden vor Ort sein kann.

5. Zusammenfassung

Bei Produkten für die Gas- und Wasserversorgung, die mit dem DVGW-Prüfzeichen versehen sind, hat der Anwender die Gewißheit, daß der Hersteller neben den Vorgaben der europäischen Produktnormen auch nationale Normen und Richtlinien beachtet hat, die sich insbesondere auf die Dauerhaftigkeit, die Verbindungstechnik und die hygienischen Aspekte beziehen.

Mit dem DVGW-Regelwerk VP 545 gelang es erstmals, die Vielfalt normativer Vorgaben und Richtlinien für gußeiserne Rohre und Formstücke in der Gas- und Wasserversorgung in der vorläufigen Prüfgrundlage darzustellen. Denn nur bei Einhaltung der Anforderungen nach VP 545 hat der Hersteller die Möglichkeit, das DVGW-Prüfzeichen für seine Produkte zu erwerben.

6. Ausblick

Auf Wunsch der Verbraucher arbeitet ein DVGW-Projektteam zur Zeit an einer weiteren vorläufigen Prüfgrundlage, die sich mit den Dichtungen für Verbindungen von Rohren und Formstücken aus duktilem Gußeisen beschäftigt wird. So ist vorgesehen, in VP 546 die Muffendichtungen einschließlich längskraftschlüssiger Muffendichtungen zu behandeln, in VP 547 werden voraussichtlich die Flanschdichtungen beschrieben.

Eine vorläufige Prüfgrundlage kann nach einer gewissen Zeit und bei Akzeptanz von Kundenseite zu einem DVGW-Merkblatt werden, das jederzeit dem Stand der Normung und Technik angepaßt werden kann. So wird zur Zeit im CEN/TC 203 an der Überarbeitung von EN 545 gearbeitet, wobei neue Aspekte bei der Festlegung von Gußwanddicken und Korrosionsschutzarten zu erwarten sind. Ebenso ist eine weitere Arbeitsgruppe des CEN/TC 203 damit beschäftigt, die PE-Umhüllung von Gußrohren und die Epoxid-Beschichtung von Formstücken europäisch zu normen. In allen Fällen werden diese Arbeiten von deutschen Spiegelausschüssen und DVGW-Fachausschüssen verfolgt, zumal in Deutschland nationale Normen zu diesen Beschichtungsarten existieren.

Auch das CE-Zeichen wird in absehbarer Zeit ein Thema für Rohre und Formstücke in der Wasserversorgung sein. Die Mandate zur Erarbeitung harmonisierter Normen bzw. sogenannter Anlagen ZA für den Bereich Abwasser sind bereits erteilt. Bei der Erteilung des Mandates für Produkte in der Wasserversorgung kommt der DVGW-Zertifizierung eine große Bedeutung zu, da die CE-Kennzeichnung keine Kennzeichnung für die Qualität eines Produktes ist, sondern lediglich ein Handelszeichen, das den uneingeschränkten Handel des Produktes auf dem europäischen Binnenmarkt erlaubt. Das DVGW-Qualitätszeichen wird demnach zu einer wichtigen Ergänzung des CE-Kennzeichens.

Normen und Regelwerke

- [1] VP 545
Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für die Gas- und Wasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen
- [2] DIN EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen; Anforderungen und Prüfverfahren
- [3] DIN EN 969 und DIN EN 969/A1
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für Gasleitungen; Anforderungen und Prüfverfahren
- [4] DIN 28650
Formstücke aus duktilem Gußeisen - Bögen 30°, EN-Stücke, MI-Stücke, IT-Stücke - Anforderungen, Maße
- [5] DIN EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für die Abwasserentsorgung; Anforderungen und Prüfverfahren
- [6] DIN EN 805
Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden

- [7] prEN 12007
Gasversorgung - Allgemeine funktionale Anforderungen an Werkstoffe, Planung, Bau, Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Gasversorgungssystemen mit einem Betriebsdruck bis zu 16 bar
- [8] DIN EN 1610
Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- [9] DIN EN 1092 - 2
Flansche und ihre Verbindungen - Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet - Teil 2: Gußeisenflansche
- [10] DIN 30674 - 1
Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Polyethylen-Umhüllung
- [11] DIN 30674 - 2
Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Zementmörtel-Umhüllung
- [12] DIN 30674 - 3
Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen; Zink-Überzug mit Deckbeschichtung
- [13] DIN 30677 - 2
Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Armaturen; Umhüllung aus Duroplasten (Außenbeschichtung) für erhöhte Anforderungen
- [14] DIN 3475
Armaturen und Formstücke aus Gußeisen mit Kugelgraphit für Roh- und Trinkwasser; Korrosionsschutz durch Innenemaillierung; Güteanforderungen, Prüfungen
- [15] DIN 3476
Korrosionsschutz durch EP-Innenbeschichtung aus Pulverlacken (P) bzw. Flüssiglacken (F); Anforderungen und Prüfungen
- [16] DIN 2880
Anwendung von Zementmörtelauskleidung für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke
- [17] DIN 28601
Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen - Schraubmuffen-Verbindungen
- [18] DIN 28602
Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen - Stopfbuchsenmuffen-Verbindungen
- [19] DIN 28603
Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen - Steckmuffen-Verbindungen
- [20] DVGW-Arbeitsblatt W 270
Vermehrung von Mikroorganismen auf Materialien für den Trinkwasserbereich; Prüfung und Bewertung
- [21] DVGW-Arbeitsblatt W 347
Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich
- [22] KTW-Empfehlungen
Gesundheitliche Beurteilung von Kunststoffen und anderen nichtmetallischen Werkstoffen im Rahmen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes für den Trinkwasserbereich: Mitteilungen im Bundesgesundheitsblatt
- [23] Norm FGR 61
Qualitätssicherung für Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für die Trinkwasserversorgung; Güteanforderungen, Prüfbestimmungen
- [24] DVGW-Arbeitsblatt GW 368
Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gußeisen und Stahl

Stichwörter

- *DVGW-Prüfzeichen*
- *Fremdüberwachung*
- *Zertifizierung*
- *Produktsicherheit*

Kostensenkung durch den Einsatz duktiler Gußrohre mit Zementmörtelumhüllung für eine Trinkwasserleitung des Flughafens Leipzig – Halle

Von Marek Matheuszik, Rainer Rühl und Olaf Schneider

Die Kosten des Rohrmaterials machen nur einen geringen Teil der Gesamtkosten einer Leitungsbaumaßnahme aus. Den größten Betrag erfordert der Einbau. Hier gilt es, den Aufwand möglichst gering zu halten.

Eine Methode ist die Verwendung widerstandsfähiger Rohre. Dabei führt die Kombination aus duktilen Gußrohren und einer Zementmörtelumhüllung zu optimalen Ergebnissen: Die Gußrohre sind hoch belastbar, können also z. B. bei sehr hoher oder sehr niedriger Überdeckung verwendet werden; die Zementmörtelumhüllung erlaubt Bettungsmaterial mit Größtkorn von 100 mm, d. h. in fast allen Fällen kann der Aushub zum Wiederverfüllen benutzt werden.

0. Einleitung

Am 24. März 2000 eröffnete die Flughafen Leipzig-Halle GmbH feierlich die neue Start- und Landebahn nördlich der Autobahn A 14. Diese Investition schuf eine wichtige Voraussetzung für die weitere Entwicklung der Wirtschaftsregion um Leipzig und Halle. Eine der letzten Erschließungsmaßnahmen im Rahmen dieses Bauvorhabens war der Anschluß des neu zu errichtenden Frachtzentrums Süd an die bestehende Wasserversorgung des Zentralbereiches. Hierzu mußte innerhalb des sehr kurzen Zeitraumes zwischen Ende Februar und 31. März unter ungünstigsten Witterungsbedingungen eine Trinkwasserleitung DN 250 in einer Gesamtlänge von 2650 m gebaut werden.

1. Einbaubedingungen

Die Einbautiefe der Rohrleitung bewegte sich zwischen 1,5 m und 5,0 m, im Mittel bei 3 m. Etwa 20 000 m³ Erde mußten bewegt werden. Größerer bautechnischer Aufwand war zu erwarten durch Schichtenwasser (z. T. ab 1 m Tiefe) bzw. durch kreuzende Drainageleitungen einschließlich mehrerer Kabeltrassen.

Anhaltende Niederschläge erschwerten die Baubedingungen in extremer Weise (**Bild 1**). Der Auftragnehmer suchte deshalb nach Möglichkeiten,

unter den oben beschriebenen Bedingungen das Bauvorhaben kostengünstig und termingerecht zu realisieren.

2. Technische Lösung

Der entscheidende Kostenblock liegt in den Tiefbauarbeiten. Gemeinsam mit dem Hersteller wurde deshalb ein Rohrsystem ausgewählt, das unter den gegebenen Bedingungen einen schnellen Einbau unter Wiederverwendung des Aushubes für die Verfüllung des Rohrgrabens gestattete.

Dem Planer wurde deshalb vorgeschlagen, wegen ihrer hohen mechanischen Belastbarkeit zementmörtelumhüllte Gußrohre nach DIN 30674 Teil 2 für diese Maßnahme einzusetzen und die übliche Sandbettung einzusparen. Die Robustheit dieses Rohr-

Bild 1: Charakteristische Aufnahme des Baufeldes in der Schlechtwetterperiode Februar/März 2000



systems erlaubt die Verwendung von Einbaumaterialien in der Rohrleitungszone mit einem Siebdurchgang zwischen 0 ... 63 mm und einem Größtkorn von 100 mm.

Die Schutzwirkung der Zementmörtelumhüllung ist folgendermaßen aufgebaut:

Zuerst wird das Rohr metallisch spritzverzinkt. Der Zinküberzug wirkt als aktive Korrosionsschutzkomponente.

Auf den Zinküberzug wird anschließend eine Epoxidharz-Zwischenschicht aufgetragen. Sie bildet eine Haftbrücke zwischen der verzinkten Rohroberfläche und der Zementmörtelschicht.

Auf die Zwischenschicht wird unmittelbar danach eine mindestens 5 mm dicke Zementmörtelumhüllung aufgebracht. Der Mörtel ist faserverstärkt. Durch

die Kunststoffmodifizierung erreicht der Mörtel eine Schlagfestigkeit von mindestens 160 Nm.

Durch die Wiederverwendung des Grabenaushubes konnten Kosten in Höhe von ca. 23 DM/lfdm eingespart werden, was bei der gesamten Maßnahme einer Einsparung von ca. 61 000 DM entspricht.

Die Rohre wurden mit der längskraftschlüssigen Verbindung NOVO-SIT ausgestattet. Diese Steckmuffenverbindung erfüllt die Forderungen hinsichtlich einfacher, sicherer und schneller Montage und erlaubt mit ihrer Abwinkelbarkeit von 3° eine optimale Anpassung an die Trassenführung.

3. Praktische Erfahrungen

Die Rohrmontage wurde am 24.2.2000 begonnen und termingerecht am 31.3.2000 abgeschlossen. Durchschnittlich wurden trotz widrigster Witterungs-

bedingungen 100 m/Tag eingebaut, in der Spitze 204 m/Tag. Die Rohre wurden teilweise innerhalb des Flugplatzgeländes bei laufendem Flugbetrieb eingebaut (**Bild 2**).

Bild 2: Verlegung der duktilen Gußrohre direkt neben der Rollbahn. Die Verlegezeiträume wurden in Abhängigkeit vom Flugbetrieb vorgegeben.



In **Bild 1** ist der Aufwand für die Wasserhaltung zu erkennen. Nur durch zügige Rohrmontage mit sofortiger Wiederverfüllung des Rohrgrabens war die Wasserhaltung zu beherrschen. Kreuzende und rückstauende Drainagen machten teilweise Pumpenleistungen von 3 x 50 l/min erforderlich. Die **Bilder 3** und **4** verdeutlichen den notwendigen bautechnischen Aufwand bei Einbautiefen bis 5 m. Der wirtschaftliche Vorteil der Verwendung des Grabenaushubes für die Wiederverfüllung der Rohrleitungszone ist leicht abzuleiten.

Die fristgerechte Fertigstellung des Bauvorhabens wäre ohne die Entscheidung zum robusten Rohraußenschutz nicht möglich gewesen. Die gesamte Leitungstrecke von 2650 m Länge wurde mit einem Prüfdruck von 21 bar nach DIN EN 805 bzw. DIN 4279 im Normalverfah-



Bild 3: Einbau duktiler Gußrohre mit Zementmörtelummhüllung in 5 m Tiefe unter extremen Witterungsbedingungen

Bild 4: Verlegung der duktilen Gußrohre direkt im „gewachsenen“ Boden



ren geprüft, wobei sich keinerlei Beanstandungen ergaben.

4. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Kostensenkungspotentiale beim Einsatz duktiler Gußrohre mit Zementmörtelummhüllung am Beispiel einer Trinkwasserleitung DN 250 im Rahmen einer Baumaßnahme des Flughafens Leipzig/Halle.

Die extrem kurzen zeitlichen Vorgaben des Auftraggebers wären ohne die Entscheidung zur Verwendung von Gußrohren mit Zementmörtelummhüllung unter den während der Bauphase herrschenden Witterungsbedingungen nicht erfüllbar gewesen.

Auftraggeber: Flughafen Leipzig-Halle GmbH

Planung: Planungsbüro Spiekermann GmbH & Co, NL Leipzig

Bauausführung: Hans Brochier GmbH & Co, Hauptniederlassung Leipzig

Stichwörter

- *Zementmörtelummhüllung*
- *Senkung von Einbaukosten*

Zementmörtelauskleidungen von Rohrleitungen aus Gußeisen

Von Norbert Klein

Nach den heute geltenden Normen für Gußrohre gehören die Zementmörtelauskleidungen für Wasserleitungen zum standardmäßigen Lieferumfang. Die Zementmörtelauskleidungen sind Stand der Technik und haben sich seit Jahrzehnten bewährt. Auch zur Sanierung werden häufig bestehende Rohrleitungen mit Zementmörtel ausgekleidet.

Zementmörtelauskleidungen sind anorganische Beschichtungen. Das Bindemittel Zement erhärtet durch Hydratation, d.h. durch Reaktion mit Wasser. Zementmörtel enthalten keine Lösemittel und sind umweltfreundlich von der Herstellung über die Verarbeitung bis zur Entsorgung der Produkte nach Gebrauch.

Zementmörtelauskleidungen stellen gleichbleibende hydraulische Eigenschaften während der Nutzungsdauer sicher und vermeiden Korrosionsschäden dauerhaft. Tabelle 1 informiert über den Korrosionsschutz durch Zementmörtelauskleidungen.

Die Zementmörtelauskleidung ist bei Beachtung des Regelwerkes ein hervorragender Korrosionsschutz. Bei kleineren Verletzungen sowie Rissen und Spalten ist Selbstheilung möglich. Reparaturen nach größeren Beschädigungen sind auch an der Baustelle problemlos durchführbar.

In bestehenden Rohrleitungen mit unzureichendem Korrosionsschutz können Rostwasser und Inkrustationen auftreten. Hier besteht die Möglichkeit, nach Entfernen der Inkrustationen und Reinigen diese Rohrleitungen zur Sanierung nachträglich mit Zementmörtel auszukleiden.

Ein dauerhafter Korrosionsschutz ist dann sichergestellt, wenn die Hinweise des Regelwerkes beachtet werden. In den letzten Jahren haben sich Änderungen ergeben, worüber Tabelle 2 informiert.

Die bisherige Liefernorm DIN 2614 wurde bzw. wird zukünftig durch die Produktnormen DIN EN 545, DIN EN 598 und DIN EN 969 für Gußrohre und -formstücke sowie DIN EN 10 298 für Zementmörtelauskleidungen von Stahlrohren und -formstücken ersetzt. Da DIN 2614 auch wichtige Hinweise für die Anwendung gab, wurden in den letzten Jahren, um den Informationsverlust zu vermeiden,

DIN 2880 als „Restnorm“ und andere technische Regeln erarbeitet. Somit besteht ein vollständiges Regelwerk für Bau und Betrieb von Rohrleitungen zum Transport von Trink- und Rohwässern, aber auch von Meerwasser, von Abwässern, von Brauchwässern bis hin zu Salzsolen.



Tabelle 1: Korrosionsschutz durch Zementmörtelauskleidungen

Zweck der Zementmörtelauskleidung		Ziel
Vermeiden von		Erhalten der
Rostwasser	durch Bildung von gelösten oder suspendierten Korrosionsprodukten im Wasser	Wasserbeschaffenheit
Inkrustationen	durch Bildung von anhaftenden Korrosionsprodukten an der Rohrwand	hydraulischen Eigenschaften
Rohrdurchbrüchen	durch Angriffe am Rohrwerkstoff durch Mulden- und Lochkorrosion	Dichtheit

Die Anwendungsnorm DIN 2880 beschreibt die Arten der Zementmörtel und der Zementmörtelauskleidungen, legt dazu Anwendungsbereiche und spezielle Prüfungen fest und gibt Hinweise für die Inbetriebnahme und den Betrieb zementmörtelausgekleideter Rohrleitungen. Für den Trinkwasserbereich zitiert sie die mitgeltenden DVGW-Arbeitsblätter W 343, W 346 und W 347. Neu hinzugekommen sind dabei die hygienischen Anforderungen für die Zementmörtelauskleidungen, die im DVGW-Arbeitsblatt W 347 festgelegt sind, und die detaillierten Hinweise für die Inbetriebnahme von zementmörtelausgekleideten Rohrleitungen in den beiden Anhängen zum DVGW-Arbeitsblatt W 346.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 347 entspricht in seinem Aufbau den KTW-Empfehlungen, grenzt jedoch die Anwendung zementgebundener Werkstoffe von denen der Kunststoffe im Trinkwasserbereich ab. Es legt Anforderungen und Prüfungen für Ausgangsstoffe und für Zementmörtelauskleidungen fest. Diese für die Aspekte der Trinkwasserhygiene relevanten Angaben sind nicht in den europäischen Produktnormen enthalten. Dort wird lediglich auf das nationale Regelwerk verwiesen.

Gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 347 brauchen nur Zementmörtelauskleidungen mit organischen Zusätzen auf das mikrobiologische Verhalten nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 270 geprüft werden. Hierzu zählen Formstückauskleidungen mit kunststoffmodifiziertem Zementmörtel. Für die Rohrauskleidung sind keine organischen Zusätze vorgesehen. Deshalb entfällt die mikrobiologische Prüfung, weil sich Mikroorganismen nur durch organische Stoffe aus dem Zementmörtel vermehren können.

Bei der Verwendung zementmörtelausgekleideter Rohrleitungen zum Transport weicher Wässer sind bei der Inbetriebnahme geeignete Desinfektionsmaßnahmen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Vermeidung überhöhter pH-Anstiege zu befolgen. Entsprechende Empfehlungen geben die beiden Anhänge zum DVGW-Arbeitsblatt W 346. Bei Verwendung DVGW-zertifizierter Produkte, z.B. nach DVGW VP 545, sachgerechter Handhabung, fachgerechtem Einbau sowie Beachten der Hinweise zur Inbetriebnahme der Rohrleitung ist die hygienische Unbedenklichkeit zementmörtelausgekleideter Rohrleitungen sichergestellt.

Normen und Regelwerk

DIN EN 545	Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen; Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 598	Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung; Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 969/A1	Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für Gasleitungen; Anforderungen und Prüfverfahren

Tabelle 2: Technische Regeln über Zementmörtelauskleidungen

Bisher	Aktuell/Zukünftig	
	Produktenormen	Anwendungsnormen
DIN 2614 Liefernorm mit Anwendungshinweisen	DIN EN 545 Für Rohre und DIN EN 598 Formstücke aus DIN EN 969 duktilem Gußeisen	DIN 2880 Eigenschaften, Anwendungsbereiche und -hinweise
	DIN EN 10 298 für die ZM-Auskleidung von Stahlrohren und -formstücken	
DVGW-Arbeitsblätter	Produktspezifische DVGW-Arbeitsblätter	Anwendungsspezifische DVGW-Arbeitsblätter
W 343 Hinweise zur Sanierung alter Rohrleitungen	W 343 Hinweise zur Sanierung alter Rohrleitungen	
W 346 Handhabung		W 346 Handhabung
W 270 Mikrobiologische Anforderungen (Nur bei organischen Zusätzen)	W 347 Hygienische Anforderungen	Anhang 1 Inbetriebnahme, Veränderung des pH-Wertes Anhang 2 Inbetriebnahme, Spülung und Desinfektion

prEN 10 928	Stahlrohre und Formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen, Zementmörtelauskleidungen	DVGW-Arbeitsblatt W 346	Guß- und Stahlrohrleitungen mit ZM-Auskleidung; Handhabung
DIN 2614 (DIN 2614 wird zurückgezogen, wenn DIN EN 10298 im Weißdruck erschienen ist)	Zementmörtelauskleidung für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke; Verfahren, Anforderungen und Prüfungen	Anhang 1 (in Druck)	Inbetriebnahme und Einfahren der Rohrleitung
DIN 2880	Anwendung von ZM-Auskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke	Anhang 2 (in Druck)	Desinfektion der Rohrleitung
DVGW-Arbeitsblatt W270	Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich; Prüfung und Bewertung	DVGW-Arbeitsblatt W 347	Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich
DVGW-Arbeitsblatt W 343	Zementmörtelauskleidungen von erdverlegten Guß- und Stahlrohrleitungen - Einsatzbereiche, Anforderungen und Prüfungen	DVGW Vorläufige Prüfgrundlage VP 545	Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für die Gas- und Trinkwasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen
(z. Zt. in Überarbeitung)		(z. Zt. in Bearbeitung)	

Stichwörter

- *Zementmörtelauskleidung*
- *Technische Regeln über Zementmörtelauskleidungen*

Einbau von duktilen Gußrohren DN 1000 in einem durch Kohleabbau verursachten Bergsenkungsbereich

Von Volker Becker

Eine Zubringerleitung DN 1000 aus Stahlrohren mit Schweißverbindungen war in einem Teilbereich aufgrund bergbaulicher Einwirkungen stark gefährdet. Sie wurde in diesem Bereich durch eine Leitung aus duktilen Gußrohren mit TYTON-Langmuffen ersetzt. Die TYTON-Langmuffe nach DIN 28603, Form B, schafft optimale Bedingungen bei baugrundbedingten Bewegungen in axialer und vertikaler Richtung. Zusätzlich sind mit Hilfe von Meßgeräten technische Möglichkeiten geschaffen worden, um künftige Bewegungen in den Rohr-Verbindungen zu erfassen und, falls erforderlich, frühzeitig vorbeugende Maßnahmen zu treffen.

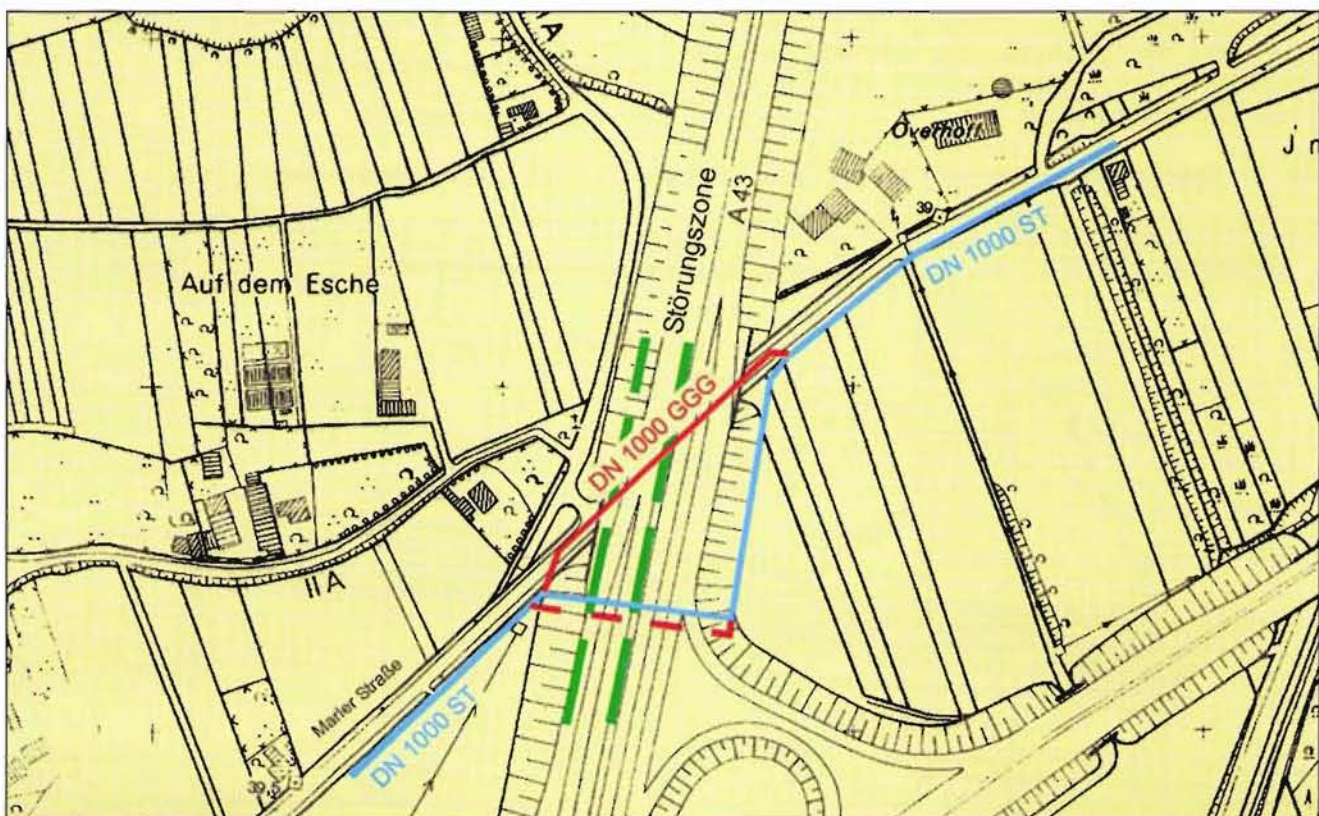
Einleitung

Der Raum Marl – nördliches Ruhrgebiet – ist geprägt durch den Kohle-Bergbau und muß deshalb auch mit den dadurch entstehenden Senkungen leben. Diese

Umstände erforderten schon in der Vergangenheit entsprechende bergbauliche Sicherungsmaßnahmen an Bauwerken. So wurden bereits beim Bau der Zubringerleitung DN 1000 Überschieber aus duktilem Gußeisen zur Aufnahme von Bewegungen eingebaut.

Die Leitung wurde erstmals 1938 vom Wasserwerk Haltern aus für die Wasserversorgung des Raumes Marl, insbesondere für die Chemieindustrie, gebaut. Im vorliegenden Senkungsbereich liegt die Leitung neben einer Kreisstraße und unterquert die Autobahn A 43 Recklinghausen-Münster. Da die Wasserleitung schon vor der Errichtung der Autobahn vorhanden war, wurde diese Kreuzung mit dem Bau der Autobahn 1975 neu erstellt. Die Autobahn liegt hier auf einem Damm und überquert die Kreisstraße mit einem Brückenbauwerk. Die Wasserleitung kreuzt südlich des Brückenbauwerkes die A 43 in einem Schutzrohr aus Stahlbetonmuffenrohren DN 1400 (**Bild 1**).

Bild 1: Kreuzung der Wasserleitung DN 1000 unter der Autobahn A 43 in Marl



1. Bergbauliche Einwirkungen

Bedingt durch bergbauliche Bodenspannungen trat im Kreuzungsbereich Kreisstraße/Autobahn eine Erdstufe auf, die unregelmäßige Setzungen der Brückenelemente verursachte. Durch geophysikalische Untersuchungen wurde der genaue Verlauf der Störungszone festgestellt. Dabei stellte sich heraus, daß auch die Kreuzung der Leitung DN 1000 mit der A 43 von dieser Störung beeinträchtigt wurde (**Bild 1**).

Um die Einwirkungen dieser Störung auf die Leitung DN 1000 festzustellen, wurden zusammen mit den Fachleuten des zuständigen Bergwerkes umfangreiche Untersuchungen mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

- Bei ca. 16 m und 41 m, vom westlichen Schutzrohrende aus gemessen, waren Muffenverbindungen des Stahlbeton-Mantelrohres DN 1400 auseinandergezogen und nach unten versetzt. Beim Meßpunkt 41 m war die Versetzung so stark, daß hier das Stahlbetonrohr auf den Abstandshaltern der innenliegenden Leitung DN 1000 auflag.
- Das Mantelrohr hatte sich im Bereich der Störungszone soweit gesenkt, daß das Stahlrohr auf einer Länge von rd. 25 m mit seinen Abstandshaltern nicht mehr auf der Sohle des Stahlbetonrohres auflag.
- Dadurch hing das Stahlrohr in diesem Bereich soweit durch, daß unzulässig hohe Spannungen auftraten (**Bild 2**).

Damit war die Sicherung der Leitung zwingend notwendig geworden.

2. Auswahl der Sicherungsmaßnahmen

Da eine Sicherung der Leitung in der vorhandenen Lage unter der Autobahn technisch nicht möglich war, mußte eine Umlegung der Leitung in neuer Trasse untersucht werden.

Eine Umgehung der Störungszone war aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich. Letztlich blieben zwei Alternativen, die näher untersucht wurden:

Alternative 1:

Herstellen einer neuen Kreuzung der Leitung mit der Autobahn südlich der vorhandenen. Hierbei war geplant, Stahlbetonrohre DN 2000 unter der Autobahn durchzupressen und in diesen begehbaren Kanal eine neue Wasserleitung DN 1000 einzuziehen (**Bild 1**).

Alternative 2:

Einbau einer neuen Leitung DN 1000 in die Straßenebene der Kreisstraße und Kreuzung der Autobahn unter dem Brückenbauwerk Autobahn/Kreisstraße in offener Bauweise (**Bild 1**).

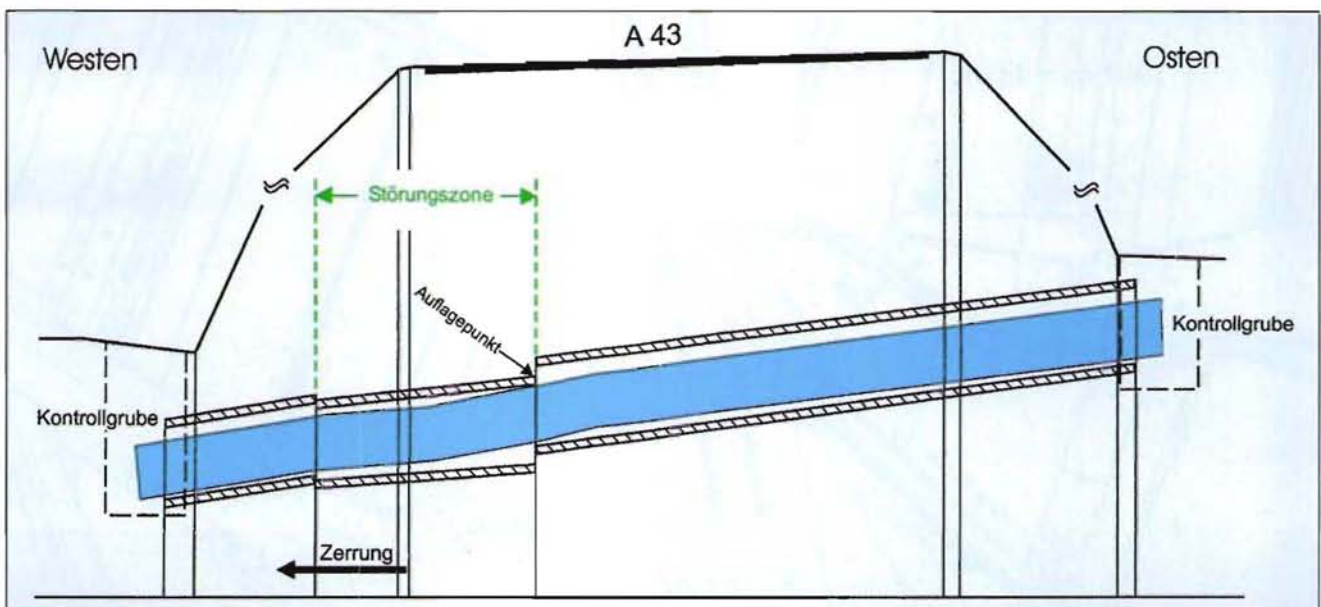
Für die Auswahl des Rohrwerkstoffes standen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Stahlrohre nach DIN 1626 mit verstärkter Wand von 10 mm und Stumpfschweiß-Verbindung.
- Rohre aus duktilem Gußeisen nach DIN EN 545 mit TYTON-Steckmuffen Form B (Langmuffen) nach DIN 28 603.

Die Entscheidung fiel zugunsten der duktilen Gußrohre mit TYTON-Langmuffen-Verbindungen in der Alternative des direkten Einbaus der Medienrohre ohne Schutzrohr. Ausschlaggebend waren hierfür:

1. das hohe Arbeitsvermögen des duktilen Gußeisens,
2. die Abwinkelbarkeit der Verbindungen um maximal 3°,
3. die Möglichkeit der axialen Verschiebbarkeit der TYTON-Langmuffenverbindung um fast 100 mm,
4. Dichtheit auch bei extrem hohen Scherlasten,
5. die einfache Montage und
6. die kürzere Bauzeit.

Bild 2: Lage der Wasserleitung DN 1000 mit Schutzrohr DN 1400 im Bereich der Störungszone



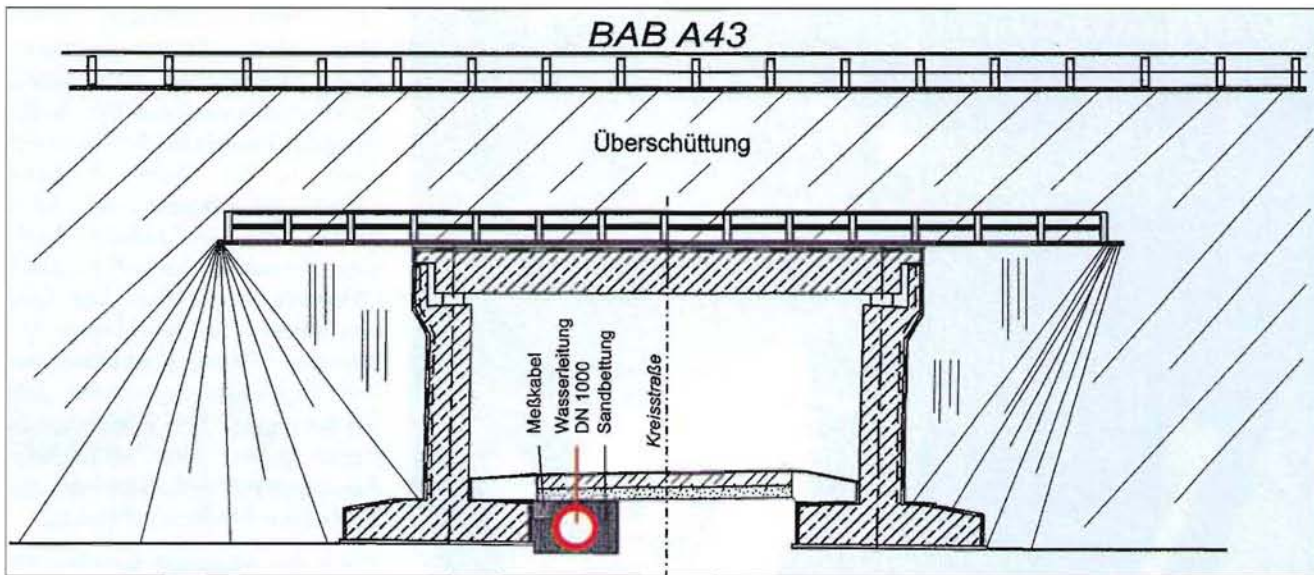


Bild 3: Querprofil Kreisstraße / A 43 / Wasserleitung DN 1000

Eine Abwinkelung von 1° ergibt am Ende eines 6 Meter langen Rohres eine Abweichung von der Achse des zuvor verlegten Rohres um 10 cm. Bei der zulässigen Abwinkelung von 3° wäre dies eine mögliche Querverschiebung des Endes von 30 cm je Verbindung.

Durch die axiale Verschiebbarkeit (Längenänderung) der Tyton-Verbindung DN 1000 können je nach Einbaueinstellung Pressungen bzw. Zerrungen von fast 100 mm aufgenommen werden.

3. Baudurchführung

Unter der Autobahnbrücke wurde die Leitung in die südliche Fahrbahnhälfte der Kreisstraße mit einem lichten Abstand von 0,50 m bis 0,70 m zum Brückenfundament eingebaut (Bild 3).

Da die Durchfahrtshöhe unter der Brücke von 4,70 m für den Einsatz eines Baggers nicht ausreichte, wurde nach Aufbruch der Oberflächen zunächst der Rohrgraben mit einem Radlader so tief ausgehoben, bis eine ausreichende Arbeitshöhe für den Bagger gegeben war. Anschließend fuhr der Bagger über eine Rampe in diesen Graben und stellte von dort aus die endgültige Rohrgrabentiefe her (Bild 4).

Um durch den Rohrgraben die Standfestigkeit des Brückenfundamentes nicht zu gefährden, wurde die endgültige Ausschachtung nur für den Einbau einer Rohrlänge, das heißt ca. 7 m, hergestellt. Anschließend wurde das 6 m lange duktile Gußrohr DN 1000 mit dem Bagger vor Kopf auf die Grabensohle gelegt und das Einsteckende mit einem Kettenzug in die Muffe des zuvor montierten Rohres eingezogen (Bild 5).

Beim Einbau vor Kopf im kurzen Rohrgraben hat sich gezeigt, daß bei dem beengten Bewegungsraum unter der Brücke die Wahl von 6 m langen duktilen Gußrohren die richtige Lösung war.

Da im Senkungsbereich in Richtung der Leitungsachse sowohl Zerrungen als auch Pressungen zu erwarten waren, wurden die Muffenverbindungen in Mittelstellung eingebaut. Jede Muffenverbindung kann somit 50 mm Zerrung oder 50 mm Pressung aufnehmen. Bergbaubedingte Wegedifferenzen der Rohrenden horizontal und/oder vertikal zur Leitungslage werden durch die bis zu 3° abwinkelbaren Muffenverbindungen aufgenommen. Im direkten Bereich der Störungszone können somit Senkungen bis zu 90 cm (2 Rohrlängen jeweils 3° abgewinkelt) aufgenommen werden.

Bild 4: Erdarbeiten/Rohrverlegung im Brückenbereich

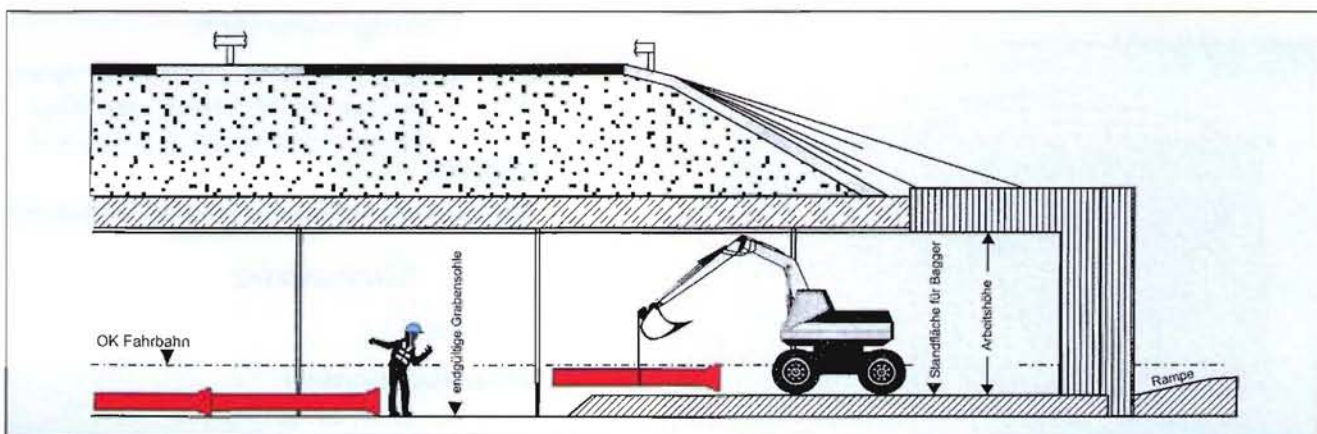




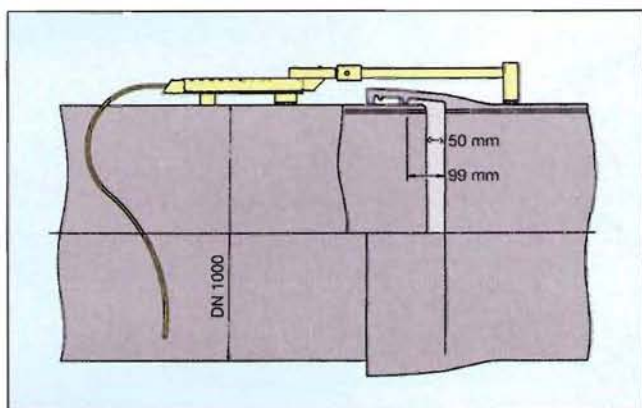
Bild 5: Vor-Kopf-Einbau unter der Brücke

Die Erdarbeiten wurden unter schwierigen Bedingungen von der Tiefbaufirma Wübbe, Marl, mit Erfolg durchgeführt.

Die Rohrverlegungsarbeiten erfolgten durch das eigene Personal der GELSENWASSER AG.

Um die Längsbewegungen der Rohre in den Muffenverbindungen kontinuierlich ohne Aufgrabung überprüfen zu können, wurde im Bereich der Störungszone auf jede Muffenverbindung ein Dehnungsmessgerät montiert. Insgesamt wurden 14 Dehnungsmessgeräte, System Pecont, Typ MKR der Fa. Schuck eingesetzt (**Bild 6**).

Bild 6: Schematische Darstellung eines Dehnungsmessgerätes in Ausgangsstellung



Die Meßeinrichtung liefert über eine Widerstandskette einen elektrischen Widerstand, welcher proportional zur Änderung der Einstecktiefe des Rohrendes in der Muffe ist. Jedes Dehnungsmessgerät ist über Kabel, die in einem Meßschrank zusammengeführt sind, elektrisch erreichbar. Von hier aus können in beliebigen Abständen Widerstandsmessungen durchgeführt werden. Die Änderungen der Widerstandswerte geben eine verlässliche Aussage über den Stand der zugehörigen Muffenverbindung.

Nach der Montage wurden die Dehnungsmessgeräte mit einer Filzmatte abgedeckt und anschließend der Rohrgraben bis zum Deckenaufbau mit steinfreiem Sandboden verfüllt.

Die Messergebnisse werden protokolliert und in einer DV-Datei verwaltet.

Da die Einstecktiefen der Muffenverbindungen durch Einmessung bei der Montage und die späteren Änderungen der Einstecktiefe durch regelmäßige Messungen bekannt sind, können bei Erreichen kritischer Zustände frühzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

tischer Zustände frühzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

4. Zusammenfassung

Eine im Jahre 1975 erstellte Kreuzung einer Autobahn mit einer Leitung aus Stahlrohren DN 1000 in einem Schutzrohr DN 1400 aus Stahlbetonmuffenrohren mußte aufgrund von bergbaubedingten Einwirkungen erneuert werden. Die neue Kreuzung wurde im Zuge einer Straßenunterführung erstellt.

Bei der Neuverlegung fiel die Entscheidung aus technischen und wirtschaftlichen Gründen zugunsten von Rohren aus duktilem Gußeisen mit TYTON-Langmuffenverbindung. Durch entsprechende Meßvorrichtungen werden die künftigen Bewegungen in den Muffen-Verbindungen überwacht.

Die gewählte Lösung erhöht wesentlich in einem stark gefährdeten Bereich die Sicherheit der Wasserversorgung und trägt gleichzeitig zur Sicherung der Verkehrswege bei.

Stichwörter

- Bergsenkung
- Dehnungsmessung

Eine Baumaßnahme der besonderen Art: 1100 m Leitungsbau mit duktilen Gußrohren DN 600 blieb von den Anliegern in Fürth unbemerkt

Von Ulrich Fitzthum, Manfred Jung und Wolfgang Landrichter

Unbemerkt von den Anliegern eines Stadtteiles von Fürth wurde in ihrem Ort eine Wasserleitung DN 600 gebaut. Ermöglicht wurde dieses Bauvorhaben durch das Horizontalspülbohrverfahren, mit dem alle Hindernisse in einer Tiefe bis zu 27 m unterfahren wurden. Dabei wurden duktile Gußrohre eingesetzt, weil nur sie Krümmungsradien unter 200 m zuließen. Diese Forderung war durch die Trassenführung bedingt, denn es durften nur öffentliche Flächen bzw. schmale Streifen in Privatgrundstücken genutzt werden. Erschwerend kamen die beengten Platzverhältnisse an der Zielgrube hinzu, die eine Montage während des Einziehvorgangs erforderlich machten. Nach 40 Stunden war der komplette Rohrstrang eingezogen.

Mit keinem anderen Rohrwerkstoff wäre unter den angetroffenen Bedingungen dieses Bauvorhaben zu realisieren gewesen.

1. Vorwort

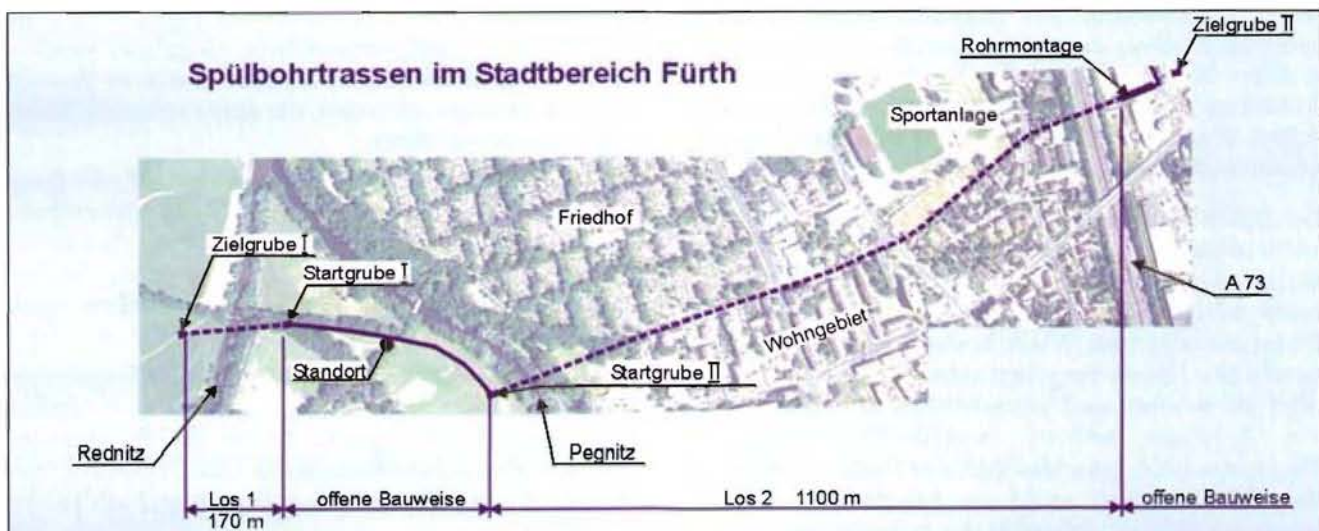
Nördlich von Nürnberg befindet sich das größte zusammenhängende Gemüseanbaugelände Bayerns, das bereits 1439 als „Knoblauchsland“ urkundlich erwähnt wird. Heute versorgt es Bayern mit über 50 verschiedenen Gemüsearten und Gewürzkräutern. Fort-

schriftlicher Gemüseanbau ist heute nur noch möglich, wenn die Natur durch künstliche Beregnung unterstützt wird und den Pflanzen dann Wasser angeboten wird, wenn es für ihr Wachstum benötigt wird.

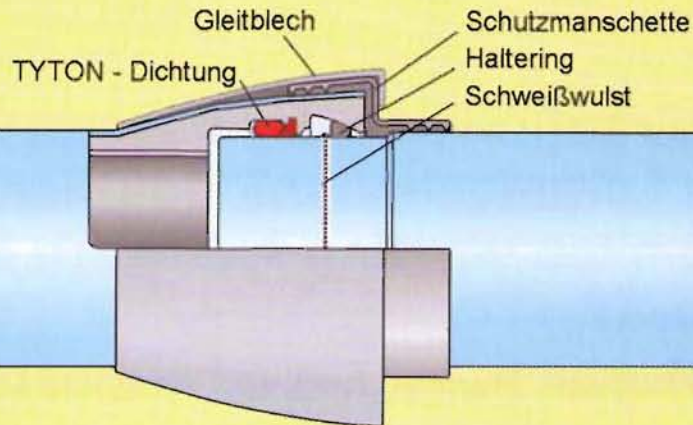
Bereits 1960 haben sich 262 Grundstückseigentümer zu dem „Wasserverband Knoblauchsland“ zusammengeschlossen, der heute eine Fläche von 560 ha beregnet. Bisher wurde der Wasserbedarf aus 58 Tiefbrunnen, von denen 8 tiefer als 100 m sind, gedeckt. Abgesehen davon, daß das zur Verfügung stehende Wasser den Bedarf nicht mehr deckt, hat dieses oberflächennahe Grundwasser Nitratgehalte bis zu 300 mg/Liter erreicht (Grenzwert für Trinkwasser 50 mg/l). Für die nachhaltige Verbesserung der Grundwasserverhältnisse und um der Gefahr zu begegnen, daß Nitrat in das für die Trinkwasserversorgung genutzte „Grundwasserstockwerk“ des Benkersandsteins gelangt, ist es wichtig, das für Beregnungszwecke erforderliche Wasser beizuleiten.

Das Wasserwirtschaftsamt Nürnberg wurde 1995 durch den Wasserverband Knoblauchsland beauftragt, eine Lösung des Problems herbeizuführen, das ihm bestens bekannt ist, hatte es doch bereits 1960 die ingenieurmäßige Betreuung des Verbandes übernommen.

Bild 1: Satellitenaufnahme der Leitungstrasse



Längskraftschlüssige Muffenverbindung TIS-K[®] Zementmörtelumhüllung als Außenschutz



Technische Daten

DN	100	150	200	250	300	400	500	600	700
zul. Betriebsdruck in bar	40	40	40	40	40	25	25	25	25
Rohraußendurchmesser inkl. ZMU in mm	128	180	232	284	336	439	542	645	748
Muffenaußendurchmesser inkl. ZMU in mm	196	251	307	367	425	535	647	750	865
zul. Zugkraft in kN	55	115	190	300	420	510	780	1200	1400
zul. Abwinkelung in °	3	3	3	3	3	3	3	2	2
min. Kurvenradius in m	115	115	115	115	115	115	115	172	172

Bild 2: Technische Daten der TIS-K[®]-Verbindung

Auf der Suche nach dem erforderlichen Beregnungswasser wurde das WWA im Mündungsdreieck der Flüsse Rednitz und Pegnitz fündig, wo zukünftig aus 8 abgeteufte Flachbrunnen das Beregnungswasser gefördert werden soll.

2. Zum Projekt

Die Brunnen liegen lediglich ca. 2 km außerhalb des Gemüseanbaugesbietes. Jedoch auch die günstigste Trasse war derart mit Hindernissen gespickt, daß sich die Verantwortlichen im WWA sehr schnell für ein grabenloses Bauverfahren entschlossen, und zwar für die Streckenabschnitte, bei welchen es aus wirtschaftlichen Gründen ohne Alternative war. Die Trasse (**Bild 1**) kreuzt die Flüsse Rednitz und Pegnitz, mehrere verkehrsreiche Straßen mit Hochhausbestand, ein unterirdisches Regenüberlaufbecken, tangiert das Stadion der SpVgg Greuther Fürth und unterfährt die Autobahn A 73 (Frankenschnellweg). Als kritischer Trassenbereich galt zudem ein Engpaß zwischen einem Möbellager und einem Autohaus; er wurde zum Zielbereich für die Bohrung gewählt.

Nachdem sich zeigte, daß diese Baumaßnahme als nicht alltäglich einzustufen war und höchste Anforderungen an alle Beteiligten stellen sollte, wurden sowohl kompetente Spülbohrunternehmen als auch Rohrhersteller vom WWA in die Problemlösung eingeschaltet. Dieses Vorgehen erbrachte in der Analyse aller technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten ein Optimum, wodurch es schließlich gelang, die Baumaßnahme, einschließlich der Bodenstruktur, im Ausschreibungstext exakt zu beschreiben. Überraschungen blieben daher bei der Submission aus.

Der Auftraggeber beauftragte die Fa. DI-DRILL[®] mit den Spülbohrarbeiten. Für den eigentlichen Leitungsbau hatte sich das duktile Gußrohr als besonders geeignet herausgestellt.

Die maßgeblichen Entscheidungspunkte, die für 6 m lange Gußrohre mit der längskraftschlüssigen TIS-K[®]-Steckmuffenverbindung (**Bild 2**) sprachen, waren deren Abwinkelbarkeit von 2°, die einen Krümmungsradius von nur 172 m zulassen, sowie die kurze Montagezeit für das Ankoppeln des Rohrstranges von max. 20 Minuten. Hinzu kam die im Vergleich zu anderen Materialien problemlose Rohrstatik sowie die durch die Steifheit der Rohre bedingte Beulsicherheit. Die Forderung an die Rohrverbindung bestand darin, daß sie eine mögliche Zugkraft von 1200 kN und bei einem eventuellen Festfahren auch kurze Schubbewegungen zuläßt, um wieder frei zu werden.

Rohre, die im Spülbohrverfahren eingebaut werden, erfahren im Bohrkanal, vor allem wenn er Kurven aufweist, Beanspruchungen, die einen robusten Rohraußenschutz erfordern.

Für diese Aufgabe ist die Zementmörtel-Umhüllung der duktilen Gußrohre geeignet. Dieser Rohrschutz ist langjährig erprobt, er ist einsetzbar in aggressiven Böden und unempfindlich bei steinigten Böden. Schließlich hat er sich bereits in zahlreichen Spülbohrmaßnahmen bestens bewährt.

Die Zementmörtel-Umhüllung wird auf die spritzverzinkte Rohroberfläche in einer Dicke von ca. 5 mm aufgetragen. Dabei optimiert eine Zweikomponenten-Epoxidharz-Zwischenschicht die Haftung des Mörtels, der mit Zusätzen modifiziert und mit Fasern armiert ist.

Der Muffenbereich wird mit einer Gummimanschette abgedeckt und schließlich mit einem Gleitblech geschützt. Damit sich dieses Blech bei Schubbewegungen nicht abhebt, wird es vor der Muffenstirn durch einfaches Umbördeln fixiert.

Die für die Lagerung und Montage der Rohre zur Verfügung stehenden Flächen von ca. 50 x 25 m hinter dem Zielbereich sowie ca. 45 x 6 m in der direkten Einzugsbahn erforderten den Einzug von 18 m langen vormontierten Rohrsträngen. Die Vormontage war erforderlich, um die montagebedingten Unterbrechungen zeitlich zu minimieren. Der Zeitplan für den Einzug der ca. 1100 m langen Leitung war mit 35-40 Stunden berechnet.

3. Die ersten 1500 m der Leitungstrasse

Die Hauptförderleitung DN 600 hat eine Länge von ca. 7,6 km. Die im folgenden beschriebenen baulichen Besonderheiten traten auf den ersten 1500 m auf.

Das Horizontalspülbohrverfahren wurde auf dieser Trasse in zwei Streckenabschnitten eingesetzt. Zunächst wurde eine 174 m lange Strecke mit der Unterfahung der Rednitz gebohrt sowie eine ca. 1100 m lange Strecke mit den restlichen, oben aufgeführten Hindernissen. Dazwischen liegt eine ca. 300 m lange Strecke durch eine Parkanlage, die in offener Bauweise ausgeführt wurde.

3.1 Die erste Spülbohrstrecke mit 174 m Länge

Die 174 m lange Trasse war relativ einfach, hier konnte der gesamte Rohrstrang DN 600 aus duktilen Gußrohren mit Zementmörtelummüllung in Einzugsachse, einschl. Ballastrohren DN 300, montiert werden (Zur Ballastierung siehe Abschnitt 3.22). Der Muffenbereich wurde mit einer Gummimanschette und einem aufgezogenen Blechkonus geschützt. Der komplette Rohrstrang wurde nach der Dichtheitsprüfung in das Bohrloch - ca. 8 m unter Gelände - eingezogen. Die Anfangszugkraft im Bohrloch von 240 kN reduzierte sich durch die Ballastierung auf 80 kN. Nach 4 Stunden war der Rohrstrang eingezogen. Diese Maßnahme war bereits im Herbst 1999 durchgeführt worden.

3.2 Zweite Spülbohrstrecke 1100 m

3.2.1 Trassenführung und Baugrunderkundung

Aufgrund der Länge und der schwierigen Zugänglichkeit der Trasse, und vor allem, um jedes mögliche Risiko von vornherein ausschließen zu können, war eine genaue Kenntnis des Baugrundes erforderlich.

Unterschiedliche Bodenfestigkeiten können die Genauigkeit der Bohrung beeinflussen; sind diese einschließlich ihrer Schichtung bekannt, kann entsprechend früh gegengesteuert werden, um ein Ausweichen des Bohrers zu verhindern.

Zunächst wurde entlang der gesamten Trasse die Bodenstruktur durch geophysikalische Untersuchungen aufgenommen, daraufhin gezielt Sondierungen und Bohrungen durchgeführt. Für die Geologie zeichnet sich das folgende Bild ab:

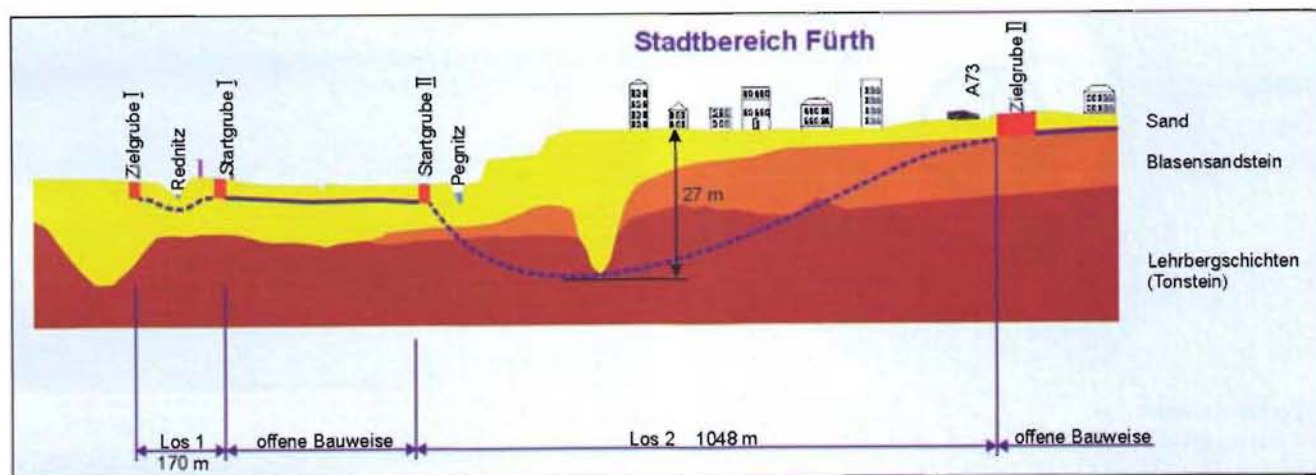
Im Bereich der Pegnitz hat das Quartär, das aus stark durchlässigen Sanden und Kiesen mit eingelagerten tonigen Schichten besteht, eine Mächtigkeit von ca. 8 m und fällt anschließend in eine ca. 32 m tiefe Rinne ab. Darunter stehen Formationen des Mittleren Keupers an, bestehend aus Blasensandstein und Lehrbergsschichten. Diese Schichten sind horizontal gelagert. Der geschichtete Blasensandstein ist aufgrund seiner Quarz- und Feldspateinlagerungen in die Bodenklassen 6 bis 7 einzustufen.

Die nachstehende Darstellung (**Bild 3**) zeigt die Bodenformationen mit dem geplanten Leitungsverlauf.

Der Trassenverlauf richtete sich nach den Grundstücks-Nutzungsrechten. Er stellte sich in der Projektion auf der einen Hälfte als Gerade dar, während er in der folgenden Hälfte in einer geschwungenen S-Kurve geführt werden mußte.

Die vertikale Rohrleitungsachse wurde vom Spülbohrunternehmer aufgrund seiner umfangreichen Erfahrung mit dem Bohrverhalten der vorliegenden Bodenformationen festgelegt. Ganz markant ist das Abtauchen der Bohrung unter die eingelagerte Sandrinne, so daß dort eine Tiefe von ca. 27 m erreicht wurde.

Bild 3: Bodenformationen und Trassenverlauf



Im Startbereich liegt die Bohrung um ca. 12 m tiefer als im Zielbereich, sie fällt hier in einem Winkel von 10°, so daß sie ca. 6 m unter der Pegnitzsohle liegt.

3.22 Reduzierung der Einzugskräfte durch Ballastierung

Das von der Bohrfirma eingesetzte Bohrgerät hatte eine Zugkraft von 1000 kN, jedoch war von vornherein nicht beabsichtigt, diese Kraft auszuschöpfen. Es galt, ausreichende Kräfte in Reserve zu haben und die Stabilität des Bohrloches nicht zu gefährden.

Die Einzugskräfte werden im wesentlichen bestimmt durch die Reibungskräfte im First des Bohrloches und unter anderem durch die Scherkräfte der Rohrleitung in der Bentonit-Suspension. Von besonderer Bedeutung ist dabei für die Zementmörtel-Umhüllung der duktilen Gußrohre, daß der Mörtel keine hydrophilen Eigenschaften hat und somit seine glatte Oberfläche beibehält.

Wie bereits erwähnt, beschreibt die Bohrungs-Geometrie eine Raumkurve. Sie hat in der Vertikalen eine U- und in der Horizontalen eine S-Form. Somit kommt es zu einer räumlichen Überlagerung der Reibungskräfte. Trotz eines Gewichts der duktilen Gußrohre DN 600 von 203,0 kg/m erfahren diese in der Bentonit-Suspension – spezifisches Gewicht 1,2 g/cm³ – einen Auftrieb und drücken mit einer Kraft von 1,80 kN/m gegen den First des Bohrloches. Um die Reibungskräfte zu reduzieren, aber auch um die Stabilität des Korngefüges im First des Bohrloches nicht kritisch zu beanspruchen, wurde eine Ballastierung der Rohrleitung bestimmt. Die vertikale Komponente des Auftriebes sollte 200 N/m nicht überschreiten. Auf der Suche nach einer geeigneten, preiswerten Ballastierung, die auch wieder einfach zu demontieren war, fiel die Entscheidung zugunsten eines duktilen Gußrohres DN 300, welches einschließlich seiner Wasserfüllung den Auftrieb des Rohres DN 600 auf

200 N/m reduzierte (**Bild 4**). Die Rohre DN 300 boten sich an, da sie nach dem Ausbau eine Weiterverwendung in dem Beregnungsprojekt finden.

3.23 Ablauf der Bohrvorgänge: Pilotbohrung

Zunächst wurde die Pilotbohrung mit einem Durchmesser von ca. 200 mm vorgetrieben. Sie hat die Funktion einer Zentrierbohrung, weil sich die anschließenden Aufbohrungen an ihr ausrichten. Die mit Hartmetall-Schneidzähnen bestückte Bohrkronen mit 7,5 Zoll Durchmesser wurde von einem Spülmotor über die mit 120 bar zugepumpte Bentonit-suspension angetrieben. Die Bentonitsuspension hatte mehrere Aufgaben zu erfüllen und wurde in ihrer Zusammensetzung entsprechend eingestellt:

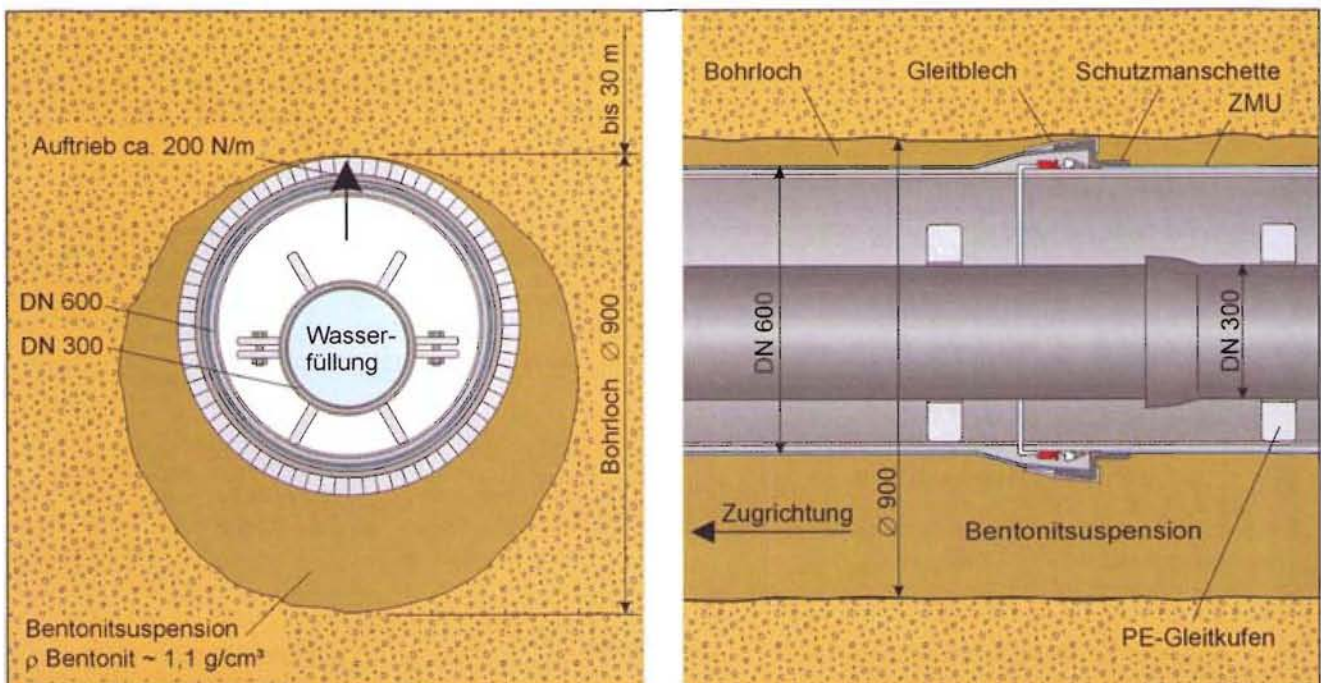
- den Spülmotor antreiben,
- das Bohrloch freispülen,
- das Bohrgut abtransportieren,
- die Bohrung stabilisieren.

Bis zu 1500 l Bentonitsuspension wurden pro Minute benötigt. Die gebrauchte Bentonitsuspension wurde in einer dreistufigen Abscheideanlage vom Bohrgut getrennt und wieder als Spülflüssigkeit eingesetzt. Das Bohrgut selbst wurde wegen seiner Bentonitanlagerungen von Landwirten abgenommen, um die sandigen Nutzböden mit dem Tonmehl zu verbessern.

Bei der gesamten Maßnahme wurden ca. 750 m³ festes Gestein ausgebohrt und mit ca. 1000 Fahrten in Güllefässern auf die Felder transportiert.

Für die Navigation der Bohrkronen wurde ein von der Firma GEOTRONIC® neu entwickeltes System auf Kreiselsbasis eingesetzt, das aufgrund seiner Technik ohne Zugang zur Oberfläche über der Bohrung aus-

Bild 4: Gußrohrleitung DN 600 im Bohrkanal Ø 900



kommt. Dieses Navigationssystem zeichnet sich durch die hohe Zielgenauigkeit von ca. 1 Promille der Bohrlänge aus. Die Genauigkeit des Systems wird weder durch unbekannte elektromagnetische Felder oder Metallkörper noch durch magnetische Bohrstan- gen beeinträchtigt.

Zur Ausschaltung von Risiken wurde im Startbereich – hier bestehen die geologischen Formationen aus lockeren, kiesigen Sanden – ein Stahlrohr DN 1000 vorgepreßt. Dieses Schutzrohr wurde mit einer speziellen Schleuse verschlossen, da der Startschacht um 12 m tiefer lag als der Zielschacht. Mit dieser Einrichtung konnte sichergestellt werden, daß bei jedem Arbeitsgang die Bohrung mit Bentonitsuspension gefüllt war.

Bei der Pilotbohrung traten nach 750 m zum ersten Mal Störungen auf. Sie wurden verursacht durch bis dahin unbekannte, wasserführende, rollige Schotter-schichten in einer Tertiärrinne, die einen hohen Verlust an Spülflüssigkeit bewirkten. Nur durch den Einsatz des neuen Kreiselortungssystems konnte rasch und flexibel auf diese Steuerschwierigkeiten reagiert und die anstehenden Probleme gemeistert werden. Auch als der Bohrmeißel den harten Quarz- und Feldspateinlagerungen auszuweichen versuchte, konnte er gleich auf die vorbestimmte Pilotbohrachse gebracht werden. Nach einer Strecke von 1025 m erreichte die Pilotbohrung den Zielschacht äußerst präzise, mit einer Abweichung von lediglich 0,5 m in der Vertikalen und 1 m in der Horizontalen.

Die Pilotbohrung war in 4 Wochen fertiggestellt.

Aufweitung der Pilotbohrung

Die Pilotbohrung wurde in 5 Arbeitsgängen auf einen Durchmesser von 900 mm aufgeweitet. Der Aufweitkopf (**Bild 5**) wurde dabei jeweils im Zielschacht an das Bohrgestänge angehängt und von der Bohrmaschine gezogen.

Damit immer Bohrgestänge im Bohrkanal war, wurde dieses im Zielschacht von einem kleineren Bohrgerät, auch „Rig“ genannt, angekuppelt. Diese mechanisierte Arbeitsweise ist wirtschaftlicher als das manuelle Ankuppeln.

Für einen Aufweitungsvorgang wurden 5 Tage benötigt. Beim dritten Aufweitungsvorgang mit einem Durchmesser DN 600 wurde mitten in der Pegnitz ein massiver Spüldurchbruch festgestellt. Nach näherer Un-



Bild 5: Aufräumer vor dem Einfahren in den Bohrkanal

tersuchung stellte sich heraus, daß im Bohrungsbe- reich vor vielen, vielen Jahren eine Holzbrücke ge- standen haben muß, deren als Stützkonstruktion in den Boden gerammte Holzpfähle genau in der ge- planten Rohrachse lagen und bis ca. 1,0 m über den First des aufgeweiteten Rohreinzugskanales reichten. Die nie ganz gelungene Abdichtung dieser Stelle verzögerte die weiteren Aufweitungsvorgänge um mehrere Wochen.

3.24 Logistische Aufgaben aufgrund kleiner Lagerfläche im Zielbereich

Gemessen an der einzuziehenden Strecke von ca. 1100 m, war der eigentliche Arbeitsstreifen im Ziel von ca. 6 m Breite und ca. 40 m Länge relativ klein. Die Forderung nach Einhaltung einer durchschnittlichen Einzugsgeschwindigkeit von ca. 0,5 m/Minute war nur mit einer Vormontage der 6 m langen duktilen Gußrohre zu 18 m langen Rohrsträngen realisierbar. Diese Länge erwies sich auf der Baustelle als gut manövrierbar.

Die Vormontage der Rohre auf dem angebotenen be- nachbarten Wiesengrundstück war aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht vertretbar, so daß diese Fläche lediglich als Zwischenlager- platz genutzt werden konnte.

Das mit der Rohrmontage beauftragte Rohrleitungs- bauunternehmen MAR mit Sitz in Saarbrücken konnte die Vormontage der Rohrstränge bereits auf dem Gelände des Rohrherstellerwerks durchführen. Bei der Vormontage wurde das Ballastierungsrohr aus duktilem Gußeisen DN 300 ebenfalls mit der längs- kraftschlüssigen Verbindung TIS-K® in das spätere Mediumrohr DN 600 eingeschoben. Jedes einzelne Ballastierungsrohr war auf zwei Kunststoff-Gleitkufen gelagert, so daß beim späteren Herausziehen des Rohrstranges DN 300 keine Schäden an der Zement-



Bild 6: Verladen der 18 m langen Rohrstränge DN 600/DN 300 im Herstellerwerk

mörtelaukleidung des Mediumrohres zu befürchten waren.

Zur Sicherung der ineinandergeschobenen Rohrstränge bei Brems- oder Beschleunigungsvorgängen des Transportfahrzeuges wurden die Rohre DN 300 mit speziellen Rohrschellen in der Muffe der Rohre DN 600 fixiert.

62 Rohrstränge à 18 m wurden schließlich mit Spezial-Tiefladern (Bild 6) zur Baustelle gebracht und dort zwischengelagert. Wegen der nicht befestigten Lagerfläche mußten die Rohre durch einen Mobilkran mit einer Hubkraft von 50 kN bei 40 m Ausladung (400 t Kran) abgeladen werden, der später auf dem gleichen Standplatz für die Rohrmontage eingesetzt wurde.

3.25 Einzug der Rohrleitung

Am 4. Mai 2000 waren alle Vorbereitungen soweit abgeschlossen, daß mit dem Einzug der Rohrleitung begonnen werden konnte (Bild 7). Im Zielschacht

Bild 7: Räumler mit fixiertem Führungsrohr und angekuppeltem 1. Rohrstrang, unmittelbar vor dem Einzug



lief die Bohrung unter einem Winkel von 6° in den Schacht ein. Die Montagefirma hatte hier eine ca. 40 m lange Einzugsrutsche aufgebaut.

Im Startschacht wurde an das Bohrgestänge zur Sicherstellung der einwandfreien Geometrie des Bohrkanales ein Aufweitkopf angehängt, an dem über einen Wirbelschäkel die Rohrleitung angehängt war. Damit evtl. einbrechendes Gebirge keine Störung zwischen Aufweitkopf und Rohrleitung verursachen konnte, wurde dieser Bereich mit einem Mantelrohr überbrückt.

Nachdem im Zielschacht der Bohrkanal mit Bentonit aufgefüllt war, begann der Einzug der Rohrleitung. Während des Einziehvorgangs nahm der Mobilkran den neuen Rohrstrang so auf, daß er entsprechend



Bild 8: Einrichtung des 2. Rohrstranges

der Einzugsschräge von 6° an der Traverse hing (Bild 8). Die Bohrstangen hatten ebenfalls eine Länge von 6 m, so konnte bei jedem dritten Gestängewechsel die Zeit genutzt werden, den neuen Rohrstrang anzukuppeln.

Dabei wurden zuerst die Rohre DN 300 durch die Montage der TIS-K®-Verbindung zusammengefügt (Bild 9). Anschließend wurde der Rohrstrang DN 600 mit Kettenzügen vorgezogen, so daß auch hier die TIS-K®-Verbindung montiert werden konnte.

Der Muffenbereich wurde mit einer Gummimanschette geschützt und diese wiederum mit einem Gleitblech, damit die Manschette auf ihrem Weg durch den Bohrkanal nicht verletzt wurde (Bild 10). Die Einzugsarbeiten wurden über 40 Stunden mit zwei Montageteams, die sich wechselweise Ruhezeiten gönnten, fortgesetzt. Während die Monteure für

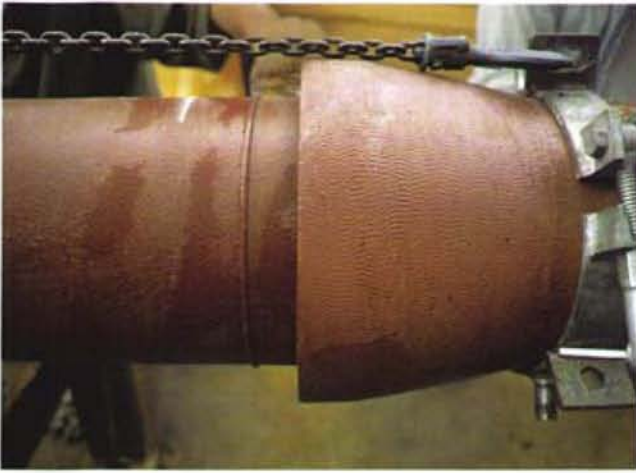


Bild 9: Montage des Ballastrohres DN 300



Bild 10: Montage des Mediumrohres DN 600

die Ankoppelung des ersten Rohrstranges noch 35 Minuten benötigten, konnten sie im Zusammenspiel mit dem 1100 m entfernten Maschinisten der Bohrmaschine per Funk die einzelnen Arbeitsabläufe so aufeinander abstimmen, daß es gelang, die Montagezeit für DN 300 und DN 600 auf 13 Minuten zu verkürzen.

Nach dem Einzug des Rohrstranges waren alle Beteiligten von dem Verfahren begeistert und stellten nochmals fest, daß diese Maßnahme mit keinem Alternativwerkstoff zu realisieren gewesen wäre.

Während des kompletten Einziehvorgangs überschritt die Zugkraft nie den Wert von 400 kN. Trotz des räumlich gewundenen Bohrkanals war diese Zugkraft relativ klein, benötigte man doch allein 200 kN, um nur das Bohrgestänge zu ziehen.

Als Nacharbeit war der für die Ballastierung eingesetzte Rohrstrang herauszuziehen. Dazu mußte er entleert werden, was aufgrund des U-förmigen Verlaufs technische Kniffe voraussetzte: Im Zielschacht wurde ein Polyurethan-Molch in das Rohr DN 300 eingesetzt, das Rohr verschlossen und der Molch, wie ein Kolben, mit Pressluft vorgeschoben. So konnte die Leitung vollständig entleert werden. Damit auch für das Herausziehen dieser Rohrleitung die Zugkräfte begrenzt blieben, wurde der Zwischenraum zu dem Rohr DN 600 mit Wasser gefüllt, so daß diese Leitung Rohr um Rohr schwimmend herausgezogen und demontiert werden konnte.

Bild 11: Im Schacht angekommener Zugkopf



Im Anschluß wurde die Rohrleitung DN 600 verschlossen und mit einem Prüfdruck von 21 bar nach den Vorgaben der DIN 4279 Teil 3 geprüft.

Mit dieser eindrucksvollen Leistung konnte das duktile Gußrohr einmal mehr beweisen, daß es sich auch für außergewöhnliche Horizontalspülbohr-Maßnahmen anbietet. Drei Vorzüge gegenüber dem Wettbewerb seien nochmals erwähnt:

- kurze Montagezeiten
- enge Radien in der Trasse durch gelenkige Verbindungen
- hohe zulässige Zugkräfte.

Zum Abschluß sei dem Wasserverband Knoblauchsland gedankt, daß er mit seinem Projekt den innovativen Rohrleitungsbau vorangetrieben hat, denn noch nie zuvor war eine duktile Gußrohrleitung DN 600 über die Distanz von ca. 1100 m im Horizontalspülbohrverfahren eingebaut worden.

Literatur:

Wolfgang Landrichter „Europarekord mit duktilen Gußrohren“ [Bi 06/00]

Stichwörter

- Ballastierung
- Horizontalspülbohrverfahren
- Krümmungsradien
- Reibungsminderung
- Zugkräfte

Seesanieung durch Tiefenwasserableitung aus dem Tonsee Mittenwalde

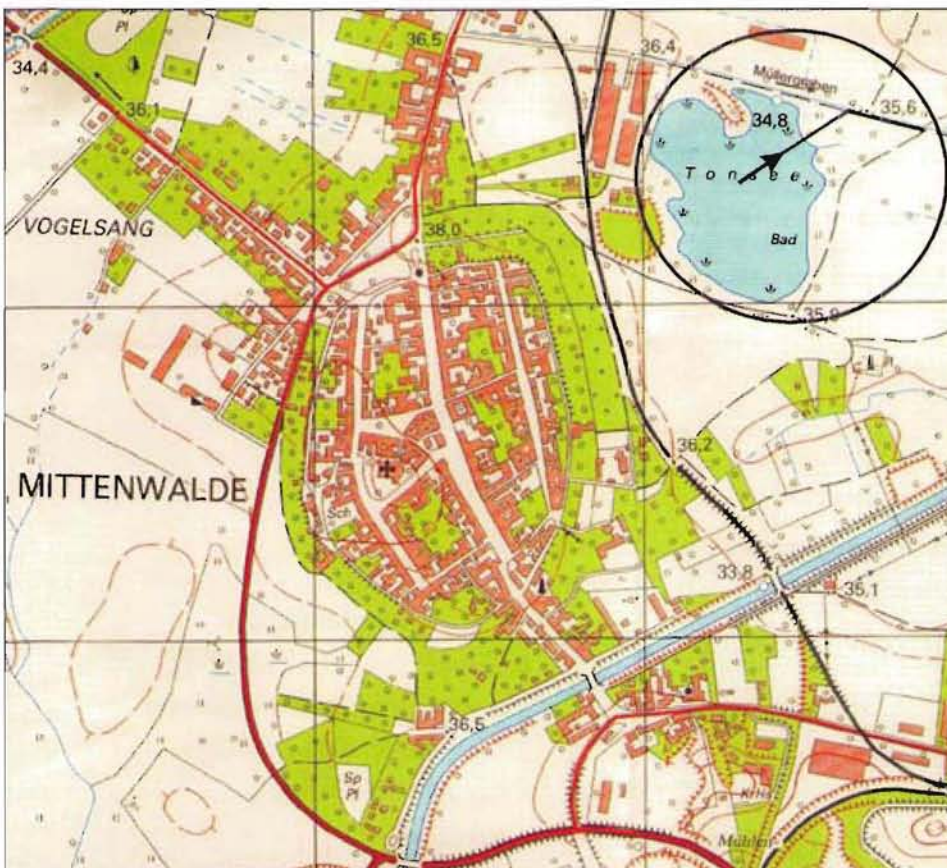
Tiefenwasserableitung mit duktilen Gußrohren

Von Olaf Hiekel

Ob Gartenteich, ob Badesee: Kein stehendes Gewässer ist vor dem „Umkippen“ sicher. Dabei wird, kurz gesagt, durch abgestorbene Biomasse ein Prozeß in Gang gesetzt, der zu extrem hohem Verbrauch von Sauerstoff führt. Infolge des Sauerstoffmangels sterben Pflanzen und Tiere, das Gewässer ist „tot“.

Eine solche Entwicklung zeichnete sich für den Tonsee Mittenwalde ab. Um ihr entgegenzuwirken, wird nun die unterste Wasserschicht, welche durch den hohen Anteil abgesunkener und zersetzter Biomasse am stärksten betroffen ist, mit Hilfe einer Leitung aus duktilen Gußrohren abgesaugt. Diese Leitung DN 150 ist 172 m lang und arbeitet normalerweise ohne Zuführung von Energie. Schon im Sommer 2000 soll durch diese Leitung der Negativtrend umgekehrt werden.

Bild 1: Lage des Tonsees bei Mittenwalde



1. Einleitung

Der Tonsee Mittenwalde - südlich von Berlin im Land Brandenburg gelegen (**Bild 1**) - ist mit einer Fläche von rd. 5,7 ha, größter Längenausdehnung von 350 m und größter Breite von rd. 250 m zwar ein relativ kleines Gewässer, hat aber für die Umgebung besonders als Bade- und Angelgewässer in einer landschaftlich reizvollen Umgebung durchaus seine Bedeutung.

Bedingt durch die mit den Jahren zunehmenden Nährstoffanreicherungen, insbesondere Phosphat- und Stickstoffverbindungen (P und N), zeichnete sich eine Verschlechterung der Wasserbeschaffenheit ab, so daß zur Aufrechterhaltung von Bade- und Angelspaß eine Sanierung des Sees mittels Tiefenwasserableitung erforderlich wurde.

Mit anteiliger Förderung durch das MLUR*-Brandenburg wurden im Jahr 1999 die hierzu erforderlichen Anlagen errichtet.

2. Sanierungsprinzip Tiefenwasserableitung:

Bei Gewässern, wie Seen und Talsperren ab 8 bis 10 m Tiefe, bildet sich im Sommer und Winter - hauptsächlich durch Temperaturunterschiede verursacht - eine Schichtung aus, bei der sich die Nährstoffe P und N in der Tiefenschicht (Hypolimnion) anreichern. Besonders in der ausgeprägten Sommerschichtung - auch als Sommerstagnation bezeichnet - wird im Hypolimnion die aus der obersten Schicht (Epilimnion)

* Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung

über die Sprungschicht (Metalimnion) absinkende Algenmasse durch Autolyse und bakteriellen Abbau zersetzt.

Dies führt zur Inanspruchnahme des Sauerstoffvorrates (vorrangig im Hypolimnion), der dann bei vielen Seen zum Ende der Sommerstagnation aufgebraucht ist. Damit ergeben sich anaerobe Verhältnisse. Bereits zuvor tritt mit zunehmender Sauerstoffverarmung eine verstärkte Rücklösung der Nährstoffe aus dem Sediment ein, bei der Biomasse in den oberflächennahen Schichten gebildet wird. Dabei kann es bei weiteren optimalen Rahmenbedingungen wie hohen Wassertemperaturen und guten Lichtverhältnissen zur sogenannten „rasanten“ Eutrophierung, einer explosionsartigen Algenentwicklung, kommen. Bei üblicherweise stattfindendem Abfluß oder Entnahme nährstoffarmen Wassers aus den oberflächennahen Schichten verstärkt sich dieser Vorgang, weil die Konzentration der Nährstoffe im See zunimmt.

Diesem Mechanismus wird durch Ableitung des nährstoffreichen Tiefenwassers gegengesteuert, wodurch während der Sommerstagnation Nährstoffe verstärkt aus dem See exportiert werden.

Der oben beschriebene Anstieg der Nährstoffe P und N aus der unteren Seeschicht wiederum bewirkt durch die jeweils im Herbst einsetzende Durchmischung des gesamten Sees (Vollzirkulation) auch eine Reduzierung des Nährstoffangebotes in der oberen Seeschicht, dem Epilimnion. Das Epilimnion bietet im Sommer mit Luft, Licht und Wärme die günstigsten Bedingungen für die im See äußerst unerwünschte Entwicklung der Biomasse, solange auch die Komponenten Phosphat und Stickstoff im Wasser ausreichend vorhanden sind.

Mit der durch die Tiefenwasserableitung erreichten Reduzierung der Nährstoffe werden diese nach dem „Gesetz vom Minimum“ (Justus von Liebig) zum Minimumfaktor, begrenzen die Entwicklung der Biomasse und verbessern damit die Wasserbeschaffenheit des Sees.

Bild 2: Verfahrensvariante der Tiefenwasserableitung

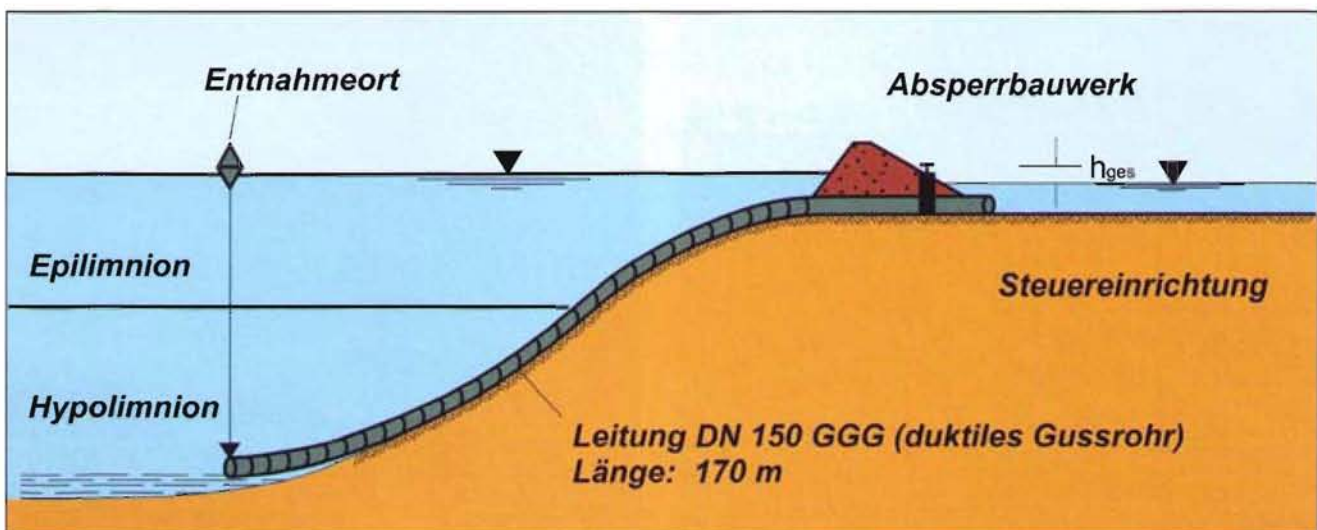


Bild 3: Montierter Heberkopf vor Einbau am Auslauf des Tonsees

3. Planung

Grundlage für die Planung war eine umfangreiche Untersuchung des Sees durch das Institut für angewandte Gewässerökologie in Brandenburg im Jahreszyklus 1998.

Der im Auftrag des Amtes Mittenwalde gefertigte Bericht vom Oktober 1998 enthält umfangreiche und detaillierte Angaben zu:

- Nährstoffverhältnissen
- Belastungen/Beschaffenheit
- Seevolumen gesamt sowie von den einzelnen Schichtungen
- Zu- und Abflüssen u.a.

Daraus resultierten für die technische Auslegung der Anlage ein gewählter und von der Wasserbehörde bestätigter maximaler Abfluß von 5,0 l/s während der Monate April bis September, d.h. während der Sommerschichtung des Tonsees.

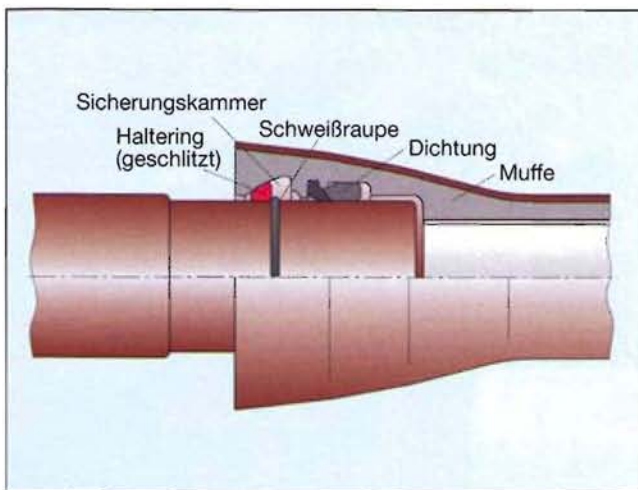


Bild 4: TIS-K®-Verbindung

4. Ingenieurtechnische Vorbereitung

Das mit der Planung beauftragte Ingenieurbüro verfügt über rd. 25-jährige Erfahrung bei Planung und Ausführung mobiler und stationärer Tiefenwasser-Ableitungsanlagen (TWA). Für die speziellen Verhältnisse des Tonsees in Mittenwalde, mit einer allmählichen, über ca. 3 bis 5 Jahre gehenden Ausdünnung, fiel die Entscheidung zugunsten einer stationären Tiefenwasser-Ableitungsanlage.

Aus den in Fachliteratur und Regelwerken dargelegten verschiedenen technischen Lösungen und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Überlegungen (keine Fremdenergie) wurde gewählt:

Installation einer Druckleitung mit freiem Auslauf unterhalb des Seewasserspiegels über ein Absperrbauwerk in einen Ablaufgraben (**Bild 2**, Seite 41).

Für den Fall, daß zum Ende der Sommerschichtung der Seewasserspiegel so stark sinkt, daß nicht mehr der notwendige Überdruck für einen freien Ablauf ohne Pumpenbetrieb möglich ist, wurde zusätzlich ein Heberkopf am Auslaufbauwerk angeordnet, der im Bedarfsfall durch Schieberumstellung und einmaliges Ansaugen die Ableitung des Tiefenwassers weiterhin ermöglicht (**Bild 3**, Seite 41).

Bild 5: Vormontierte Rohrstränge



Da die TWA-Leitung mit insgesamt 172 m Länge vom Seetiefpunkt (ca. 12 m) bis zum Absperrbauwerk überwiegend auf dem Seegrund ohne Überdeckung aufliegt und nur im unmittelbaren Uferbereich eingegraben werden sollte, kam wegen möglicher Beschädigungen durch Boote, Anker, Reusenstangen usw. nur ein Rohrmaterial mit hoher mechanischer Belastbarkeit in Frage.

Außerdem sollte sich das Material durch hohes spezifisches Gewicht auszeichnen, damit zusätzliche Auftriebssicherungen entfallen konnten.

Damit fiel die Entscheidung für Rohre DN 150 aus duktilem Gußeisen, nach DIN EN 545, Wanddickenklasse K 8 mit längskraftschlüssigen TYTON-TIS-K®-Verbindungen (**Bild 4**).

Diese Verbindung ist bis 3° abwinkelbar (bei 6 m Baulänge 1° = 10 cm, d. h. minimal möglicher Radius = 115 m) und dicht bei hohen Überdrücken und auch bei Unterdruck.

Als Rohraußenschutz wurde Zink mit Bitumendeckbeschichtung gewählt

5. Bauausführung

Der Auftrag wurde nach Ausschreibung einem Rohrleitungsbauunternehmen aus der Region Königs Wusterhausen erteilt.

Das gesamte Bauvorhaben einschließlich Ablaufgraben und Nebenanlagen wurde innerhalb von 3 Wochen im November/Dezember 1999 realisiert.

Der Einbau der 172 m langen Gußrohr-Leitung DN 150 umfaßte folgende Verfahrensschritte:

1. Vormontage der Rohrleitung im Uferbereich, aufgeteilt in sechs Einzelstränge (**Bild 5**)
2. Markierung des Seetiefpunktes (ca. 12 m) mit einer Boje
3. Stationierung einer Seilwinde am gegenüberliegenden Seeufer (wegen der relativ geringen Seebreite von rd. 300 m war dies günstiger als der Einsatz eines Zugbootes)

Bild 6: Einschwimmen der Gußrohre - landseitig





Bild 8: Einschwimmen der Gußrohre – Kontrolle unter Wasser

4. Heranziehen des ersten Teilstranges der Gußrohrleitung DN 150 mittels Winde über ausgelegte Stahlplatten und Rollen bis an den Uferbereich

5. Montage des Einlauftrichters mit Stabilisatoren im Uferbereich. Der Einlauftrichter besteht aus einem Flanschreduzierstück FFR 150/300, das mit der Seite DN 150 an die Rohrleitung anschließt. Vor die Öffnung DN 300 ist mit ca. 10 cm langen Abstandshülse ein Blindflansch DN 300 geschraubt, so daß ein kreisförmiges Gitter mit etwa 10 cm Maschenweite entsteht.

6. Schrittweises Einschwimmen der 30 m langen Rohrstränge und Montage der Schwimmer an der Gußrohrleitung. Als Schwimmer wurden PVC-Rohre DN 300 sowie Mini-Pontons aus Stahl verwendet (**Bilder 6 und 7**).

7. Nach Positionierung der Rohrleitung mit Einlauftrichter über dem mit einer Boje gekennzeichneten See-Tiefpunkt (mit Halteseilen) wurden, ausgehend vom Trichter, die Schwimmer abgetrennt, wodurch sich die Gußrohrleitung DN 150 langsam absenkte.

8. Nach dem Ende des Absenkvorgangs wurde der landseitige Rohrverschluß (Blindflansch) entfernt. Die mit Pfeifton entweichende Luft war erster Beleg dafür, daß die längskraftschlüssigen Verbindungen das Absinken unbeschadet überstanden hatten.

9. Zwei Taucher kontrollierten nun die Leitung auf der gesamten Trasse (**Bild 8**). Hierbei zeigte sich, daß der Einlauftrichter durch die Stabilisatoren auf Anhieb die richtige Lage gefunden hatte und nicht mehr korrigiert werden mußte. Auch die Leitung hatte sich wie geplant in der vorgegebenen günstigsten Trasse mit Abwinkelungen im zulässigen Bereich ohne Probleme dem Seegrund angepaßt, so daß auch hier keine Änderungen mehr erforderlich waren.

Abschließend wurde das Einlaufbauwerk (**Bild 9**) mit Einbindung der Tiefenwasserleitung hergestellt. Die Bauabnahme nach § 12 VOB/B fand am 21.12.1999 statt.

Die Sanierung des Sees mit der im Jahr 1999 errichteten Anlage beginnt mit der Sommerstagnationsphase des Jahres 2000.

Bild 7: Einschwimmen der Gußrohre – seeseitig



6. Schlußbemerkung

Die künftige Nutzung des Tonsees vorrangig als Bade- und Angelgewässer wird durch diese See-Sanierungsmaßnahme ermöglicht.

Durch die entsprechende Vorbereitung und die Ausführung mit hervorragend geeignetem Material konnte der Kostenplan eingehalten werden.

Auftraggeber:

Stadt Mittenwalde, vertreten durch das Amt Mittenwalde, Bahnhofstraße 3a, 15749 Mittenwalde/Mark

Planung und Bauleitung:

Projektierungsbüro Ch. Filipov & O. Hiekel GbR, Großmachnower-Str. 2, 15834 Rangsdorf

Ausführungszeitraum:

Errichtung der Anlage: 4. Quartal 1999

Hervorzuheben und zu danken ist auch für die Unterstützung und das rege Interesse durch

- das Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung, Land Brandenburg
- das Landesumweltamt Brandenburg
- die Untere Wasserbehörde des Kreises Dahme-Spreewald
- Amt und Stadt Mittenwalde
- den Deutschen Anglerverband Ortsgruppe Mittenwalde
- den Wasser- und Bodenverband Mittenwalde
- die Märkische Agrargenossenschaft Mittenwalde
- den Rohrhersteller



Bild 9: Einlaufbauwerk mit Heberkopf

Stichwörter

- *Energiesparende Druckleitung*
- *Seesanieung*
- *Tiefenwasserableitung*

Bau eines Abwasserdükers von der Rheininsel Niederwerth zur Zentralkläranlage der Stadt Koblenz

Von Bernd Schumacher

Von der Rheininsel Niederwerth aus war eine rd. 1200 m lange Verbindungsleitung zum Einlaufbereich der Zentralkläranlage Koblenz herzustellen. Dazu mußte der 330 m breite Rheinhauptstrom, eine der am stärksten frequentierten Schiffsstraßen Europas, mit einem Düker unterquert werden. Aus Sicherheitsgründen wurde ein Doppeldüker, bestehend aus 2 parallel verlaufenden duktilen Gußrohrleitungen DN 400, PN 16, konzipiert und gebaut. Hiervon befindet sich jeweils eine in Betrieb, während die zweite als Reserve dient.

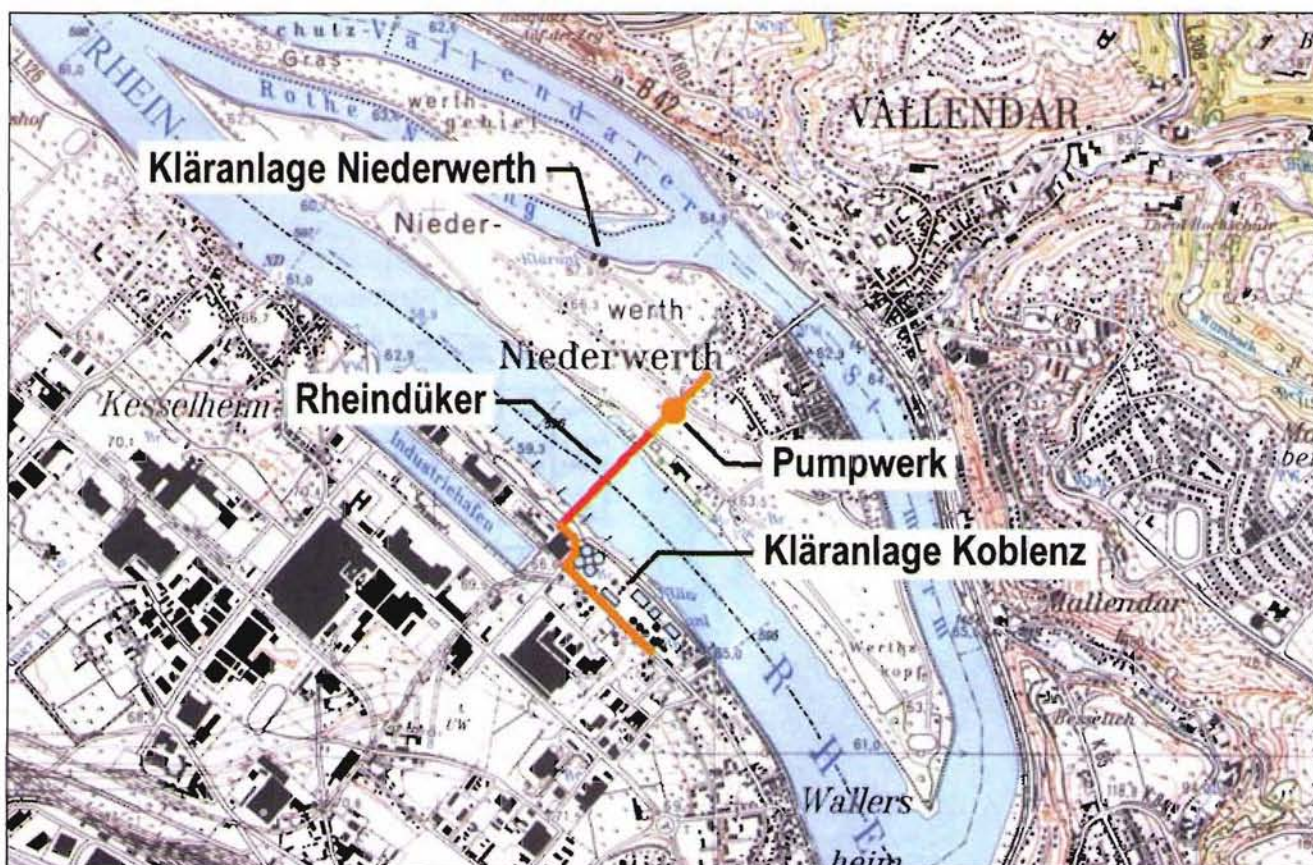
1. Einleitung

In der Verbandsgemeinde Vallendar sowie in den Koblenzer Stadtteilen Arenberg und Immendorf mit rd. 20 000 Einwohnern entsteht eine Jahresschmutzwass-

sermenge von rd. 1 Mio. m³. Die anfallenden Abwässer wurden bisher in der Kläranlage auf der Insel Niederwerth behandelt, deren Reinigungsleistung nicht mehr den geltenden Anforderungen entsprach. Darüber hinaus wies die Bausubstanz einen erheblichen Sanierungsbedarf auf. Die Planung einer neuen Kläranlage scheiterte bereits Mitte der 90iger Jahre an den eingeschränkten Platzverhältnissen. Aufgrund der gesetzlich festgeschriebenen Überschwemmungsgebiete sowie wegen des erforderlichen Abstands zur Ortsgemeinde Niederwerth ließ sich kein geeigneter Standort finden. Planungen zur Nachrüstung und Sanierung der bestehenden Anlage ergaben einen erheblichen Investitionsbedarf.

Alternativ hierzu bestand die Möglichkeit, das Abwasser in die Zentralkläranlage der Stadt Koblenz am gegenüberliegenden linken Rheinufer einzuleiten und

Bild 1: Übersichtsplan der Baumaßnahme



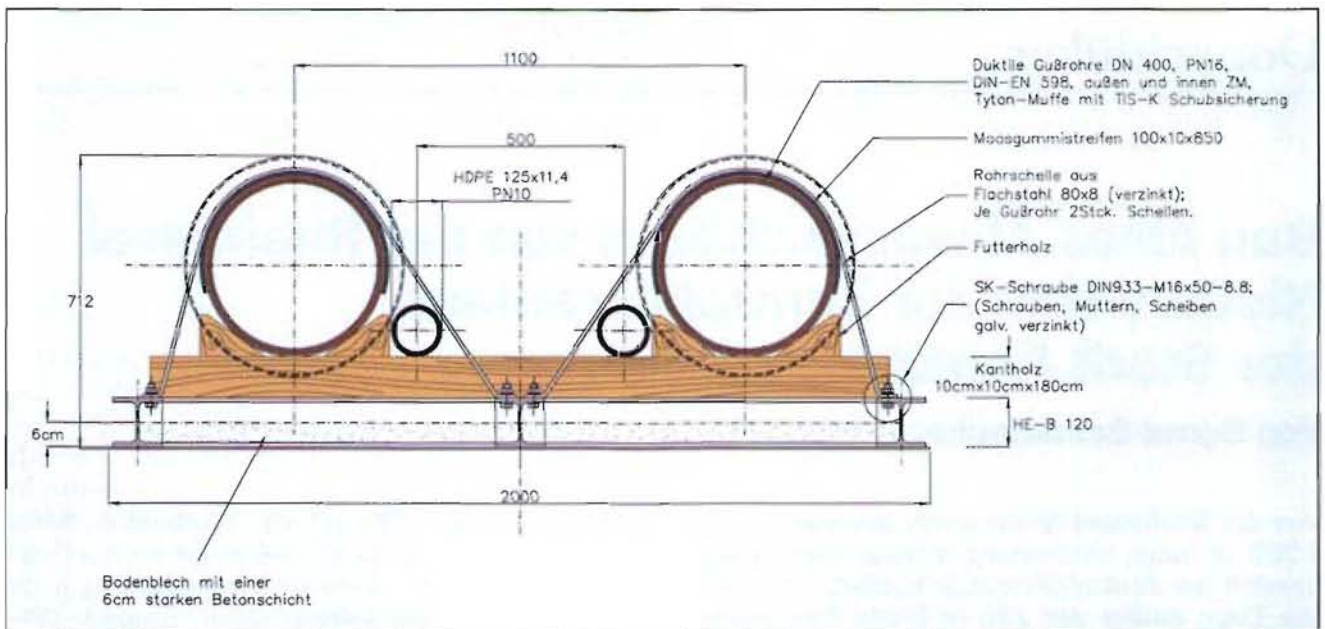


Bild 2: Querschnitt durch die Dükerkonstruktion

die bestehende Kläranlage Niederwerth stillzulegen. Eine Untersuchung durch die Stadt Koblenz hatte zuvor ergeben, daß die Zentralkläranlage die zusätzlichen Abwassermengen aufnehmen kann.

Im Sommer 1998 traf die Verbandsgemeinde Vallendar die historische Entscheidung, ihr Abwasser zukünftig zur Zentralkläranlage Koblenz überzuleiten und dort reinigen zu lassen. Zuvor hatte eine Studie deutliche Vorteile aus wirtschaftlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht für diese Lösung aufgezeigt.

2. Planung

Die Verbandsgemeinde Vallendar beauftragte im August 1998 die ARCADIS ASAL Ingenieure GmbH mit Planung, Ausschreibung und Bauleitung für die Maßnahmen zum Überleiten des Abwassers.

Der Hauptsammler auf der Insel Niederwerth liegt rd. 4 m tiefer als der Einlaufbereich der Kläranlage Koblenz, so daß der Bau eines Abwasserpumpwerkes erforderlich war. Die maximale Fördermenge bei Re-

Bild 3: Die Stahlunterkonstruktion des Dükerbündels wird an Land montiert



genwetter war mit 220 l/s vorgegeben. Die Fördermenge bei Trockenwetter wurde unter Berücksichtigung des Feststofftransports im ansteigenden Teil des Dükers und der sich daraus ergebenden Mindestfließgeschwindigkeit auf 110 l/s festgelegt. Aus diesen Bemessungsgrößen ergab sich der günstigste Querschnitt der Druckrohrleitung mit der Nennweite DN 400. Die manometrische Förderhöhe für die Abwasserpumpen errechnete sich mit rd. 0,9 bar.

Im einzelnen wurden die folgenden Baumaßnahmen geplant (**Bild 1**):

- Rheindüker von Übergabeschacht Niederwerth bis Übergabeschacht Koblenz, 2 x GGG DN 400, Länge = 430 m
- Dükerpumpwerk auf der Insel Niederwerth
- Zulaufkanal DN 600 zum Dükerpumpwerk
- Druckleitung GGG DN 400 vom Dükerpumpwerk zum Rheindüker, L = 120 m
- Druckleitung GGG DN 400 vom Übergabeschacht Koblenz bis zum Einlaufbauwerk der Zentralkläranlage Koblenz, L = 560 m
- Meßstation (Abwassermenge und Abwasserparameter) in der Zentralkläranlage Koblenz.

Durch das zeitliche Ineinandergreifen der einzelnen Leistungsphasen von der Entwurfsvermessung, der geologischen Baugrunderkundung im Fluß über die Genehmigungs- und Ausführungsplanung bis zur öffentlichen Ausschreibung in mehreren Losen wurde erreicht, daß bereits Ende Mai 1999 die Bauleistungen vergeben werden konnten. Dank frühzeitiger Einschaltung der Genehmigungsbehörden und deren zügiger Prüfung lagen zu diesem Zeitpunkt auch die erforderlichen wasserrechtlichen und strom- und schiffahrtspolizeilichen Genehmigungen vor. Somit konnte die zeitliche Zielsetzung, den Rheindüker in

den hochwasserarmen Sommermonaten zu bauen, eingehalten werden.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen vorwiegend den Bau des Dükers dar.

3. Vorbereitende Maßnahmen

Vor Beginn der Dükerbaumaßnahme wurde im Bereich der Flußquerung zunächst die Flußsohle über eine Echolotpeilung untersucht. In einem zweiten Schritt folgte eine Suche nach Kampfmittelrückständen durch Einsatz eines Sondenkatamarans mit insgesamt 8 Magnetometersonden. Der Katamaran wurde durch Lokal-DGPS mit Referenzstation positioniert. Jede geortete Anomalie konnte so lagemäßig mit einer Genauigkeit im cm-Bereich zugeordnet werden. Im abgegrenzten Baubereich für die Dükermaßnahme wurden insgesamt 25 magnetische Anomalien (Verdachtsobjekte) eingemessen.

Die bereits lokalisierten Verdachtsobjekte wurden erneut mit Lokal-DGPS und Referenzstation angefahren und mit einem leistungsstarken Unterwassermagneten am Seilbagger geborgen. Der Unterwassermagnet war mit Spüldüsen versehen, um in das Sediment eindringen zu können. Die Bergetechnik war auf einem Ponton installiert, der mit Ankerpfählen gehalten wurde. Alle Verdachtsobjekte konnten mit der beschriebenen Methode aus dem Sediment gehoben werden. Der Bergungserfolg wurde jeweils mit Nachsondierung überprüft. Bei der Bergung wurden Metallteile unterschiedlichster Art gehoben, Kampfmittel wurden keine gefunden. Der Baustellenbereich für den Düker konnte somit kampfmittelfrei an die Baufirma übergeben werden.

4. Dükermontage

Die Dükerstränge wurden auf der Insel Niederwerth im Bereich von landwirtschaftlichen Anbauflächen montiert (**Bild 2**). Durch die günstigen Platzverhältnisse war es möglich, den Düker zusammenhängend in einem Doppelstrang mit der erforderlichen Länge von rd. 330 m vorzufertigen. Im Bereich der Montagefläche wurde der Mutterboden abgetragen, ein Schutzvlies eingebaut und eine rd. 50 cm starke Tragschicht aus Kies aufgebracht. Hierauf wurde zunächst

Bild 4: Der Dükerstrang ist an Land fertig montiert



ein Stahlblech als Gleitbahn aufgelegt (**Bild 3**). Erst darauf wurden die Stahlunterkonstruktion und die Rohrleitungen montiert. Zwischen Unterkonstruktion und Gleitbahn wurde Schmierseife als Gleitmittel aufgetragen.

Vor dem Einziehen wurde der fertig montierte Dükerstrang (**Bild 4**) einer Vordruckprüfung gemäß DIN 4279 Teil 3 mit einem Prüfdruck von 21 bar unterzogen. Hierbei waren die beiden freiliegenden Leitungsstränge starken Temperaturschwankungen und der Sonneneinstrahlung ausgesetzt, so daß sich keine Druckkonstanz einstellte. Aus Sicherheitsgründen wurde daher die Prüfung über ein ganzes Wochenende (60 Stunden) durchgeführt. In deren Verlauf zeigte sich bei fehlender Sonneneinstrahlung und Abkühlung in den Nachtstunden ein Druckabfall von bis zu 6 bar. Am folgenden Tag mit erneuter Sonneneinstrahlung und Temperaturanstieg baute sich der Ausgangs Prüfdruck wieder auf. Eine ergänzende Berechnung der Druckdifferenzen, bezogen auf die gemessenen Temperaturunterschiede, bestätigte, daß die Leitungen dicht waren.

5. Dükerrinne

Der Düker wurde in offener Bauweise durch Ausbaggern einer Rinne in der Flußsohle hergestellt. Hierzu wurde ein Seilbagger auf einem hydraulischen Stelzenponton eingesetzt (**Bild 5**). Für den Düker wurde eine Mindestüberdeckung von 2,80 m gefordert, so daß die Tiefe der Rinne rd. 4,00 m betrug. Das Aushubmaterial bestand aus Sand und Kies und wurde überwiegend zur Wiederverfüllung der Dükerrinne

Bild 5: Aushub der Dükerrinne mit Seilbagger auf Stelzenponton





Bild 6: Der Zugkopf (Gleitschlitten) wird angebracht

verwendet. Das Baggergut konnte zum Teil an beiden Ufern zwischengelagert werden, der weitgehend größere Teil wurde jedoch mit Schiffen zu einem Zwischenlager im Bendorfer Hafen transportiert. Die fertige Dükerrinne und auch der Fortschritt der Baggarbeiten wurden mit Hilfe modernster Peilanlagen laufend kontrolliert.

6. Dükerverlegung

Der Düker wurde im Einziehverfahren unter Einsatz einer Einzugwinde eingebaut. Diese wurde am linken Rheinufer (Koblenzer Seite) genau in Dükerachse aufgestellt. Am Dükeranfang wurde ein Zugkopf mit Umlenkrolle angebracht (Bild 6). Über diese Umlenkrolle wurde das Zugseil zur Winde zurückgeführt, so daß sich die Seilkräfte halbierten. Am linken Ufer wurde eine Umlenkkonstruktion eingebaut, welche sicherstellte, daß das Zugseil während des Einziehens im Bereich der Flußsohle bzw. in der Dükerrinne verlief (Bild 7).

Die Schifffahrt konnte so ohne Unterbrechungen den Bereich der Baumaßnahme passieren. Die Lage des Dükerstranges wurde nach Abschluß des Einzuges durch Taucher, Stangenpeilung und Echolotpeilungen kontrolliert.

7. Rohrleitungs- und Verbindungssystem

Die für den Doppeldüker eingesetzten Kanalrohre aus duktilem Gußeisen DN 400 sind mit der längskraftschlüssigen TYTON-TIS-K®-Steckmuffen-Verbindung (Bild 8) aus-

geführt. Die Verbindung ist bei der Nennweite DN 400 bis zu einem zulässigen Bauteilbetriebsdruck (PFA) von 25 bar (Prüfdruck 30 bar) einsetzbar und in dieser Ausführung bis maximal 3° abwinkelbar.

Bei Rohren mit 6 m Baulänge bedeutet dies, daß die Leitung mit einem minimalen Radius von 115 m eingebaut werden kann. Für den vorliegenden Anwendungsfall ergeben sich Abwinkelungen bis zu 2°; somit sind ausreichende Sicherheitsreserven vorhanden (Bild 9).

Der Außenschutz der Rohre besteht aus einer Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U). Dieser Außenschutz kann in stark aggressiven Böden eingesetzt werden, darüber hinaus hat er eine hohe mechanische Widerstandsfähigkeit. Damit ist ein ausreichender Schutz gegen evtl. auf das Rohr treffende Steine beim Verfüllen der Dükerrinne mit Sand und Kiesmaterial sichergestellt.

Innen sind die Rohre mit Zementmörtel auf Basis Tonerdezement (TZ) ausgekleidet. Diese Auskleidung

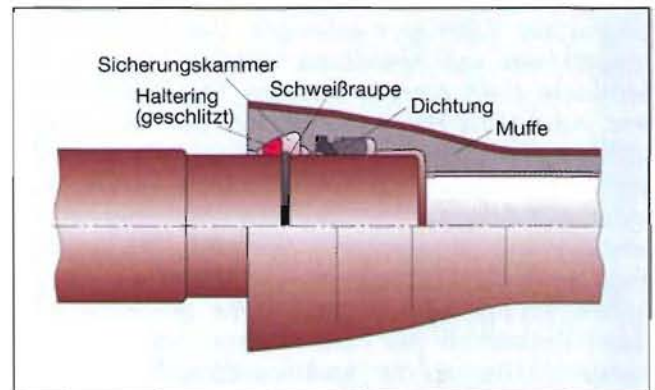


Bild 8: Steckmuffenverbindung TYTON-TIS-K®

ist auch gegenüber stark aggressiven Abwässern beständig. In einem Gutachten der Universität Hamburg wird ihr attestiert, daß sie auch gegenüber ei-

Bild 7: Der Zugschlitten kommt am Koblenzer Rheinufer an



nem stark biogenen Schwefelsäureangriff widerstandsfähig ist.

Die Rohrverbindungen wurden mit einem Muffenschutz TPSM Typ 575 T DN 400 (Schrumpfmanschette aus vernetztem Polyethylen) und mit einer Felsschutzmatte nachumhüllt.

8. Schlußbemerkung

Die Verbindungsleitung von der Insel Niederwerth bis zur Einleitung in die Kläranlage Koblenz mußte in eine Trasse mit unterschiedlichen Schwierigkeiten eingebaut werden. Dabei waren die höchsten Anforderungen an den Bereich des Rheindükers gestellt. Die geplante Bauzeit von 8 Wochen bis zum Einziehen des Dükers konnte eingehalten werden. Die abschließende Druckprobe ergab vollständige Erfüllung der Dichtheitsanforderungen. Die eingesetzten duktilen Gußrohre und das angewandte Bauverfahren haben sich hierbei bestens bewährt.

Beteiligte Firmen

Planung, Ausschreibung und Bauleitung:
ARCADIS ASAL Ingenieure GmbH,
Niederlassung Mendig

Durchführung der Dükerbaumaßnahme:
Hülskens GmbH & Co, Wesel

Montage der Rohrleitungen:
Firma Jakob Becker GmbH & Co KG,
Oberwesel



Bild 9: Mit dem vorgeplanten Biegeradius überwindet der Düker das Niederwerther Ufer

Stichwörter

- *Düker*
- *Einziehverfahren*
- *Abwasserdruckleitung*

Transportleitung DN 400 für das Wasserwerk der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler

Von Bernd Jösch

Warum nicht alte Wege verlassen und sich Neuem zuwenden. Die Bürger und Wasserkunden von Bad Neuenahr-Ahrweiler werden es sicherlich mit Freude zur Kenntnis genommen haben, daß bei der Wasserversorgung der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler eine Energierückgewinnungsanlage eingesetzt wird. Eine handelsübliche, rückwärtslaufende Kreiselpumpe arbeitet im „Turbinenbetrieb“, indem der vorhandene Einspeisedruck in den Hochbehälter „Tritschkopf“ genutzt wird. Der so erzeugte Strom wird z. T. im Wasserwerk „An den Ulmen“ eingesetzt und der überschüssige Strom ins Netz des örtlichen Stromversorgungsunternehmens eingespeist. Praktizierter Umweltschutz hilft Geld verdienen. Schon nach wenigen Betriebsjahren wird der zu erzielende Erlös durch den Stromverkauf die Investitionskosten der Energierückgewinnungsanlage übersteigen.



1. Wasserversorgung der Kurstadt Bad Neuenahr-Ahrweiler bis weit ins neue Jahrtausend gesichert

Innerhalb von 10 Monaten wurde eine über 12 km lange Transportleitung DN 400 aus duktilem Gußeisen mit Zementmörtelauskleidung vom Hochbehälter „Wachtberg“ des Wahnbachtalsperrenverbands Siegburg bis zum Hochbehälter „Tritschkopf“ der Wasserversorgung der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler verlegt. Die Wasserversorgung ist vertraglich für die nächsten 30 Jahre mit dem Wahnbachtalsperrenverband gesichert, eine Verlängerung um jeweils 5 Jahre ist möglich.

Bereits Mitte der 70er Jahre begann die Betriebsführerin der Wasserversorgung, die Energieversorgung Mittelrhein GmbH Koblenz, mit den Planungen, die Wasserversorgung der Kur- und Kreisstadt Bad Neuenahr-Ahrweiler bis weit ins das neue Jahrtausend sicherzustellen.

Nachdem offensichtlich wurde, daß eine sichere Versorgung der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler aus den eigenen Brunnen im Stadtgebiet langfristig nicht zu entwickeln ist, wurde über fast drei Jahrzehnte versucht, ein gemeinsames Wasserwerk für die Städte und Gemeinden im linksrheinischen, nördlichen Bereich von Rheinland-Pfalz bis zur Landesgrenze von NRW zu schaffen. Aus unterschiedlichen Gründen konnte damals ein gemeinsames Wasserwerk nicht realisiert werden.

Erst 1997 wurden die intensiven Bemühungen nach einer sicheren Wasserversorgung von Erfolg gekrönt. Zwischen dem Wahnbachtalsperrenverband (WTV) in Siegburg (NRW) und der Wasserversorgung der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler (WV BNA) wurde ein Vertrag zur Wasserlieferung abgeschlossen. Der Vertrag hat eine Laufzeit von 30 Jahren und kann fortgeschrieben werden.

Die Lieferung bzw. Wasserübergabe vom Wahnbachtalsperrenverband an WV BNA erfolgt im Hochbehälter „Wachtberg“ bei Bonn. Zu Beginn der Wasserlieferung soll eine Menge von $Q_d = 3835 \text{ m}^3/\text{d}$ bzw. $Q_a = 1,4 \text{ Millionen m}^3/\text{Jahr}$ abgegeben werden.

Die Wassermenge kann bis auf maximal $Q_d = 6030 \text{ m}^3/\text{d}$ bzw. $Q_a \text{ max} = 2,2 \text{ Millionen m}^3/\text{Jahr}$ erhöht werden.

Bild 1: Lageplan

Mit dem Vertragsabschluss begannen die intensiven Planungsarbeiten der EVM, Abteilung Wasserwirtschaft. Eine Vielzahl von Trassenvarianten wurde zwischen den beiden Hochbehältern „Wachtberg“ und „Tritschkopf“ untersucht. Die Entscheidung fiel auf die Trasse mit einer Gesamtlänge von 12045 m. Alle Orte der beiden Großgemeinden Wachtberg /NRW und Grafschaft /RLP entlang der gewählten Trasse sollten umfahren werden.

2. Die Trasse (Bild 1)

Die Topographie der Trasse weist zum Teil starke Höhenunterschiede aus. Der HB „Wachtberg“ liegt mit einem mittleren Betriebswasserspiegel bei 256 m NN. Der HB „Tritschkopf“, in den die Wassermenge eingespeist wird, liegt bei 158 m NN. Zwischen den beiden HB verläuft die Trasse mit zahlreichen Gefällstrecken und Anstiegen. Das Höhenschema (Bild 2) stellt den Trassenverlauf dar. Insgesamt wurden 13 Sonderbauwerke und 8 Streckenhydranten geplant.

Zum Schutz der im Bereich der Trasse liegenden Gemeinden wurden für den Fall eines Rohrbruchs in den Sonderbauwerken SO 6, SO 14 und SO 17 Rohrbruchsicherungen mit Fallgewichten und für alle Trassenhochpunkte Be- und Entlüftungsventile eingepflanzt (Bild 3).

3. Leitungsdimensionierung

Die Transportleitung wurde so dimensioniert, daß die Trinkwassermenge mit möglichst geringem Energieaufwand zum HB „Tritschkopf“ transportiert werden kann. Die strömungstechnischen und die wirtschaftlichen Berechnungen führten zu einem Lei-



Bild 3: Rohbau eines Be- und Entlüftungsbauwerks tungsinwendendurchmesser von 400 mm. Um den Hochpunkt an der Landesgrenze NRW/RLP zu überwinden, mußte ein Pumpwerk im Bereich des HB „Wachtberg“ geplant werden.

Nach Gesprächen zwischen dem Planer EVM Wasserwirtschaft und dem WTV wurde in der Hochbehältervorkammer durch einen Umbau der Rohrleitungsinstallation Platz für ein neues Pumpwerk geschaffen

Bild 2: Trassenverlauf und Sonderbauwerke

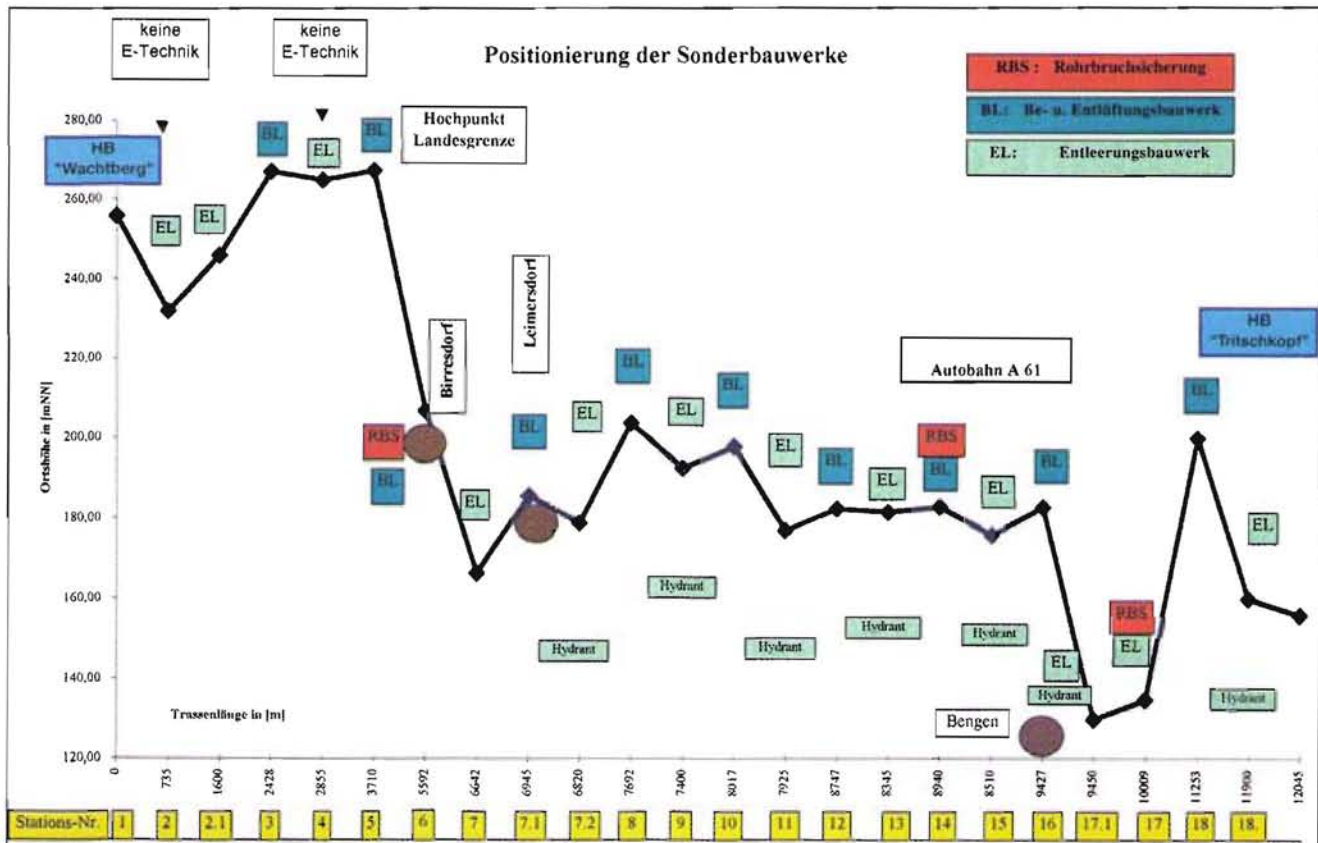




Bild 4: Pumpwerk „Bad Neuenahr“ im HB Wachtberg

(Bild 4). Die Kosten für ein separates Pumpwerksgebäude konnten entfallen.

Ab dem Rohrleitungshochpunkt, Sonderbauwerk SO 5, fällt das Wasser im freien Gefälle bis zum HB „Tritschkopf“ (Bild 5). Der sich nach den hydraulischen Berechnungen einstellende Restdruck führte auch nach wirtschaftlichen Betrachtungen zu der Entscheidung, erstmals im Bereich der von EVM betriebenen Wasserwerke eine Energierückgewinnungsanlage einzubauen.

Der Vergleich zwischen einer Turbine und einer rückwärtslaufenden Kreiselpumpe in dem erforderlichen Leistungsspektrum ergab den Ausschlag für eine Kreiselpumpe (Bild 6).

4. Auswahl des Rohrwerkstoffes und Einbau der Rohre

Wie schon erwähnt, weist die gewählte Trasse große Höhenunterschiede mit Steilhängen auf. Bedingt durch die sich einstellenden hydrostatischen Druckhöhen, und unter Berücksichtigung einer ausreichenden Druckstoßreserve, wurde die Leitung in Teilbereichen in den Druckstufen PN 10, 16 und 25 geplant und gebaut.

Der Auftraggeber, das Wasserwerk der Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler, Betriebsführerin EVM, entschied sich dafür, Rohre aus duktilem Gußeisen nach DIN EN 545 mit TYTON-Steckmuffenverbindungen nach 28603 und alternativ dazu Stahlrohre nach DIN 1626 und DIN 2460 mit Stumpfschweißverbindungen auszusprechen. Das günstigste Angebot wurde bei der

Auswertung der öffentlichen Ausschreibung – Verlegung der Rohrleitung – für den Rohrwerkstoff duktilen Gußeisen abgegeben.

Zur Sicherung von Bögen und Abzweigungen wurden überwiegend Betonwiderlager eingesetzt. Dort, wo es möglich war, wurden die Sonderbauwerke (Bild 7) (Ortbetonbauwerke) so ausgeführt, daß sie gleichzeitig die Funktion eines Widerlagers übernehmen konnten. Dabei wurden die in Frage kommenden Wände der Bauwerke statisch so ausgelegt und gestaltet, daß die auftretenden Schubkräfte von den Bauwerken aufgenommen werden können.

In einigen Teilbereichen wurden anstelle von Betonwiderlagern die längskraftschlüssigen TYTON-NOVO-SIT-Steckmuffenverbindungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 368 eingebaut.

Die Trasse der Leitung verläuft zum größten Teil über schmale Feldwege. Eine Verlegung der Rohre war in einigen Trassenabschnitten nur in „Vor-Kopf-Arbeit“ (Bild 8) folgendermaßen möglich:

- Bagger arbeitet vor Kopf,
- Rohrgraben wird für eine Rohrlänge ausgehoben,
- Rohr wird eingebaut,
- Rohrgraben wird wieder verfüllt.

Aufgrund der einfachen und schnellen Montierbarkeit der TYTON- sowie der TYTON-NOVO-SIT-

Bild 5: Einspeiseleitung zum Hochbehälter „Tritschkopf“ in den Weinbergen über der Ahr





Bild 6: Rückwärtslaufende Kreiselpumpe als Turbine im Hochbehälter „Tritschkopf“

Steckmuffenverbindungen wurden, trotz der schwierigen Randbedingungen, Einbauleistungen bis zu 250 m/Tag/Arbeitskolonne erreicht. Die vorgegebene Bauzeit konnte eingehalten werden.

5. Druckstoß-untersuchung

Auf Grund des schwierigen Höhenverlaufs der Transportleitung wurde eine umfangreiche Druckstoßuntersuchung durchgeführt. Insgesamt wurden 23 verschiedene Betriebsfälle untersucht und ausgewertet.

Die Ergebnisse der Druckstoßuntersuchung wurden bei den Auslegungen berücksichtigt:

- Druckwindkessel im Pumpwerk (zwei Kessel mit je 5 m³ Fassungsvermögen)
- Druckentlastungsleitungen in den Sonderbauwerken
- Bypassleitung zur Umfahrung der Turbine
- Laufzeit der Armaturen



Bild 7: Sonderbauwerk vor der Durchpressung durch die Autobahn A 61

Die Armaturen vor der Turbine, ein Ringkolbenventil DN 300, PN 25, und in der Bypassleitung, ein Ringkolbenventil DN 250, PN 25, wurden über den gesamten Öffnungs- und Schließweg entsprechend Durchflußmenge und Druck untersucht. Im normalen Turbinenbetrieb beträgt die Öffnungszeit ca. 3,5 bis 4 Minuten.

6. Befüllen und Spülen der Transportleitung

Der Befüllvorgang wurde mit der speziell installierten Befüllpumpe durchgeführt. Diese Pumpe fördert etwa 1/10 der Bezugsfördermenge. Eine ordnungsgemäße Entlüftung der Leitung war somit gewährleistet. Der Spülvorgang konnte, bedingt durch die Größe der Förderpumpen und des Stromanschlusses, nur mit einer Fließgeschwindigkeit von $w = 1,1$ m/s durchgeführt werden. Die nach Spülung und Desinfektion entnommenen Wasserproben waren in Ordnung, so daß für den Probe- und Einfahrbetrieb die Leitung in Betrieb genommen werden konnte.

Bild 8: Vor-Kopf-Verlegung





Bild 9: Rohrbruchsicherung im Schachtbauwerk

7. Einspeisungen in den Hochbehälter „Tritschkopf“

Der Betrieb über die Turbine und die Bypassleitung wurde stufenartig in mehreren Mengenbereichen gefahren. Beim Turbinenbetrieb und einer Durchflußmenge von $Q = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ wird eine Leistung von $P = 82 \text{ kW}$ in das EVU-Stromnetz eingespeist.

Bild 10: Typischer Trassenbereich bei Bengen



Stichwörter

- *Transportleitung*
- *Energierückgewinnung*

8. Störfalltest - Rohrbruchsimulation

Abhängig vom Druckabfall in den Rohrleitungsteilstrecken werden die Rohrbruchsicherungen (RBS) geschlossen (**Bild 9**). Hierbei fällt die RBS, angetrieben durch das Fallgewicht, innerhalb von 5 Sekunden um ca. 80 %. Die restlichen 20 % des Schließwegs werden in ca. 200 Sekunden langsam geschlossen, um einen Druckstoß zu vermeiden.

Wenn bei Turbinenbetrieb die Einspeisung in das Stromnetz plötzlich ausfällt, dreht die Turbine bis auf die Durchgangsdrehzahl hoch. Daraufhin wird der zulaufseitige Ringkolbenschieber umgehend batteriebetrieben geschlossen, um die Turbine zum Stillstand zu bringen.

9. Leittechnik

Das Pumpwerk, die 13 Sonderbauwerke und die Energierückgewinnung sind über eigene Fernwirkkabel miteinander verbunden. Über den PC im Betriebsgebäude wird der Wasserbezug gesteuert. Die zugekauften und die eigengeforderten Wassermengen werden im Verhältnis 2:1 gemischt und dann ins Trinkwassernetz der Stadt eingespeist.

10. Betriebserfahrungen

Im ersten Halbjahr des Betriebes konnten umfangreiche Erfahrungen beim Wasserbezug gesammelt werden.

Nach Abschluß des ersten Betriebsjahres werden wir eine detaillierte Ausarbeitung über die gesammelten Betriebserfahrungen erstellen.

Bauzeit: März 1999 bis Oktober 1999

Gesamtbaukosten: rund 6,0 Millionen DM.

Die Kosten der Energierückgewinnungseinrichtung (rückwärtslaufende Kreiselpumpe mit Generator, Verrohrung und Anteil Elektrotechnik) betragen rund 50 000,- DM

Auskünfte zum Projekt erteilt Ihnen: Energieversorgung Mittelrhein, Bereichsleiter Wasserwirtschaft, Bernd Jösch, Telefon: 0261/402-232, Ludwig-Erhard-Str.8, 56073 Koblenz, Fax: 0261/402-484, eMail: bjoesch@evm-koblenz.de

Bau einer Förderleitung DN 400 GGG zur Sicherstellung der Versorgung der Stadt Hockenheim, Rhein-Neckar-Kreis

Von Reinhard Kessler

Das typische Problem aller Orte mit Großveranstaltungen hat auch Hockenheim mit seiner Formel-1-Rennstrecke: Bei 20 000 Einwohnern muß die Stadt über eine Infrastruktur für mindestens 120 000 Verbraucher verfügen. Um auch in Zukunft, bei zu erwartender Steigerung des Wasserverbrauchs, eine ausreichende Versorgung sicherzustellen, wurde eine zweite Trinkwasser-Transportleitung nach Hockenheim gebaut. Der vorliegende Beitrag berichtet über die Besonderheiten der Trasse und ihre Bewältigung.

1. Allgemeines

Der Zweckverband Wasserversorgung „SÜDKREIS MANNHEIM“ versorgt die Gemeinden Altlußheim, Neulußheim, Reilingen und die Stadt Hockenheim im Rhein-Neckar-Kreis mit Trink- und Brauchwasser aus dem Verbandswasserwerk in Reilingen (**Bild 1**). Das Wasserwerk fördert über die Pumpengruppe 1 unmittelbar in das Netz der Gemeinde Reilingen und über eine Hauptleitung DN 500/DN 400 mit Kreuzung der Schnellbahntrasse Mannheim - Stuttgart und der B 36 in die Ortsnetze Neuußheim und Altlußheim. Die Pumpengruppe 2 versorgt über eine Hauptleitung DN 400 die Rennstadt Hockenheim mit einem extrem hohen Spitzenverbrauch während der Formel-1-Rennen (20 000 Einwohner zuzüglich mehr als 100 000 Zuschauer). Beide Pumpengruppen sind mit durchflußabhängiger Drehzahlregelung mittels Frequenzumrichtern ausgerüstet.

Im Zusammenhang mit einer geplanten Erhöhung der Grundwasserentnahme von bisher 2,5 auf 3,5 Mio m³ pro Jahr entsprechend dem künftig zu erwartenden Bedarf werden zur Sicherstellung der Versorgung der Verbandsgemeinden einzelne Leitungsbauarbeiten durchgeführt, die gleichzeitig eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch Senkung der Rohrreibungsverluste bewirken. Die wesentliche Maßnahme ist der Bau einer zweiten Förderleitung DN 400 nach Hockenheim, die hier beschrieben werden soll.

2. Trassenführung

Nach Untersuchung mehrerer Varianten entschied man sich für eine Trasse, die am Nordrand von Neuußheim an die bestehende Förderleitung DN 500 anschließt und vorwiegend in öffentlichen Rad- und Wirtschaftswegen nach Hockenheim verläuft. Dort



Bild 1: Das Versorgungsgebiet. Im Kreis der Bereich der Unterquerungen von Kraichbach und B 36/DB-Trasse

wird sie an die Hauptleitung DN 400 des Ortsnetzes Hockenheim im Nordosten der Stadt angeschlossen. Diese Trasse bietet gleichzeitig die Möglichkeit, auch die Gemeinden Alt- und Neuußheim im Notfall über Hockenheim zu versorgen.

Die Gesamtlänge der Förderleitung beträgt rd. 3 800 m.

Bild 2: Teilstück der Rohrleitung





Bild 3: Rohrstrang vor dem Einziehen. Die Abwinkelbarkeit der Muffenverbindungen ist deutlich erkennbar



Bild 4: Umhüllung mit Schrumpfmanschette

3. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Entlang der Rohrleitungsstrasse (**Bild 2**) stehen wechselnde Bodenarten an. Die durchgeführten Aufschlußbohrungen ergaben vorwiegend sandige, teilweise schluffige Kiese mit Steinen, auf Teilstrecken wurden tonige Auffüllungen mit Steinen, Ziegelbrocken, Schlackeresten und Knochen angetroffen. Der Grundwasserstand erfordert auf einer Länge von rd. 950 m eine Grundwasserhaltung mittels Absenkbrunnen.

Die vom Rohrherstellwerk durchgeführten geophysikalischen Messungen nach dem „Wenner-Verfahren“ zur Beurteilung der Bodenaggressivität ergaben Werte zwischen 3 600 und 51 000 Ohm cm. Danach ist eine teilweise schwache bis mäßige Bodenaggressivität vorhanden.

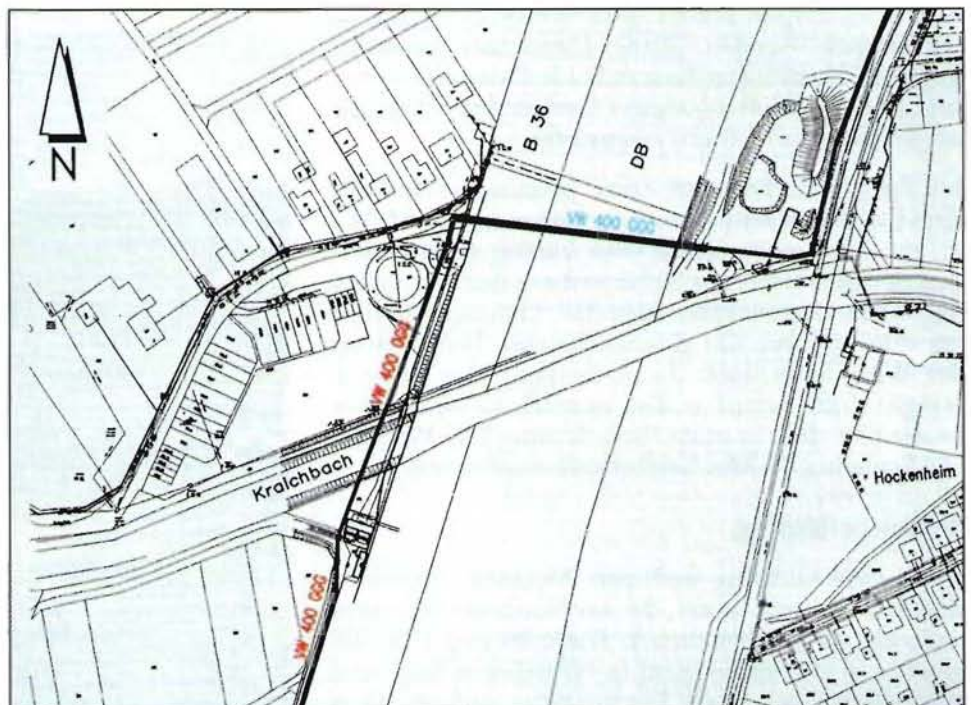
4. Rohrwerkstoff

Aufgrund der bisherigen guten Erfahrungen, der streckenweise ungünstigen Bodenverhältnisse und der Erfordernisse für einen vorzusehenden Düker (Kraichbach-Düker) entschied sich der Planer mit Zustimmung des Zweckverbandes für den Einsatz von Druckrohren aus duktilem Gußeisen nach DIN EN 545, Wanddickenklasse K 10, mit TYTON-Steckmuffen-Ver-

bindung nach DIN 28603 bzw. längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung TIS-K® im Bereich der Schutzrohre und des Kraichbach-Dükers (**Bild 3**). Als Rohraußenschutz wurde die Zementmörtelumhüllung nach DIN 30674 Teil 2 und Umhüllung der Muffenverbindungen mit Schrumpfmanschetten gewählt (**Bild 4**).

Mit diesem Rohrsystem, gekennzeichnet durch den hoch belastbaren Werkstoff, die einfach zu montie-

Bild 5: Übersichtsplan Kraichbachdüker (rot) sowie Unterquerung von B 36 und DB-Trasse (blau)



renden Verbindungen und den robusten Außenschutz, ist sichergestellt, daß alle planbaren, aber auch alle unvorhersehbaren Lasten im Bauzustand und während der auf viele Jahre projektierten Nutzungsphase zu keinerlei Beeinträchtigungen der Versorgung führen werden.

5. Sonderbauwerke

Die gewählte Rohrleitungs-trasse weist folgende Besonderheiten auf:

- Unterquerung der B 36 alt mittels Schutzrohrvortrieb DN 800 St, Vortriebslänge rd. 15 m, Verdämmung des Ringraumes
- Unterquerung der B 39 mittels Schutzrohrvortrieb DN 800 St, Vortriebslänge rd 30 m, Verdämmung des Ringraumes
- Unterquerung der B 36 und der parallel verlaufenden Schnellbahntrasse Mannheim - Stuttgart/Rheintalbahn im Horizontalspülbohrverfahren (**Bild 5**) mit Schutzrohr DN 600 St, Bohrlänge rd. 150 m, Verdämmung des Ringraumes
- Unterdükerung des Kraichbaches und gleichzeitig einer Fuß- und Radwegbrücke über die Bahnlinie/B36 im Horizontalspülbohrverfahren, Bohrlänge rd. 160 m (**Bild 6**)
- Grundwasserabsenkung auf ca. 950 m Trassenlänge
- Erstellung von 6 Schachtbauwerken für die Wassermessung, Einspeisung und Absperrorgane.

6. Bauausführung

Die Tiefbau-, Schacht- und Rohreinbauarbeiten einschließlich des Rohrvortriebs und der Horizontalspülbohrung wurden öffentlich ausgeschrieben. Die Rohreinbauarbeiten wurden im Januar 2000, die Vortriebsarbeiten im April 2000 aufgenommen. Die gesamten Arbeiten einschließlich der Oberflächenwiederherstellung werden voraussichtlich Ende September abgeschlossen sein (**Bild 7**).



Bild 7: Nachteinbindung in die bestehende Förderleitung DN 500 in Neu-
lußheim

Damit ergibt sich bei gleichzeitigem Einsatz von einer Einbau- und einer Vortriebskolonne eine mittlere Einbauleistung von rd. 40 m pro Arbeitstag einschließlich der Erstellung der Schachtbauwerke.

Die Unterdükerung des Kraichbaches mit Unterquerung der Fuß- und Radwegbrücke mittels einer gesteuerten Horizontal-Spülbohrung wurde erfolgreich abgeschlossen. Die aufgrund der örtlichen Verhältnisse auf 192 m verlängerte Pilotbohrung wurde in einer Tiefenlage von 10,5 m unter der Bachsohle aufgeföhren und in zwei Aufweitgängen auf 450 und 700 mm für das Einziehen der Muffendruckrohre DN 400 vorbereitet. Dabei mußte der Bentonitanteil der Spülsuspension auf den hohen Feinsandanteil des anstehenden Bodens abgestimmt werden.

Der in die Spülbohrung einzuziehende Druckrohrstrang DN 400 mit längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen TIS-K[®] mit verstärkter Schrupfband-Umhüllung der Muffen war zuvor einer Sonderdruckprüfung mit 21 bar unterzogen worden. Der gesamte Rohrstrang war auf Rollenböcken gelagert. Hierbei war zu beachten, daß ein ausreichend großer Rollendurchmesser gewählt wurde, um Beschädigungen der Muffenumhüllungen zu vermeiden.

Anschließend wurde der Rohrstrang kontinuierlich innerhalb von 5 Stunden eingezogen, wobei eine maximale Zugkraft von rd. 20 to aufzuwenden war.

Die **Bilder 8 und 9** (Seite 58) zeigen das ankommende Rohr bei Austritt aus der Bohrung. Nach dem

Bild 6: Längsschnitt der Horizontalspülbohrung für den Kraichbachdüker

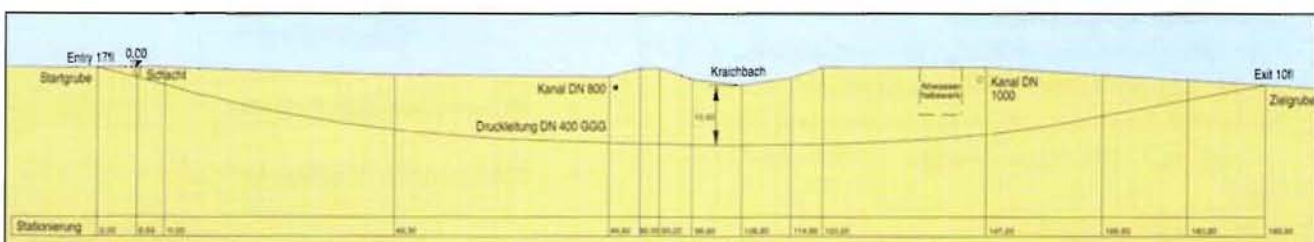




Bild 8: Der ankommende Rohrstrang nach dem Einziehen



Bild 9: Keine Beschädigungen der Schrumpfmanschette

Abspritzen des Zugkopfes waren keine Beschädigungen der Schrumpfmanschette festzustellen, so daß man davon ausgehen kann, daß die Muffenumhüllungen des gesamten Rohrstranges ebenfalls unbeschädigt sind.

7. Schlußbemerkung

Aufgrund der bisherigen Erfahrung kann davon ausgegangen werden, daß die geplanten Baukosten in Höhe von rd. 3 Mio DM, die einem als günstig zu bezeichnenden Betrag von DM 790,- DM pro lfm entsprechen, nicht überschritten werden. Dies ist - neben den günstigen Tiefbaupreisen - damit zu erklären, daß durch die Verwendung duktiler Gußrohre die Verlegung schnell, problemlos und ohne materialbedingte Einschränkungen vorstatten ging.

Für die einvernehmliche Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, dem Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis, dem Straßenbauamt Heidelberg, der Deutschen Bahn AG, den ausführenden Firmen und den Mitarbeitern unseres Ingenieurbüros möchte sich der Verfasser an dieser Stelle herzlich bedanken.

Bauausführende Firmen:

Tiefbau-, Schacht- und Rohrverlegearbeiten:

Arbeitsgemeinschaft
Schmal Bau GmbH, 76275 Ettlingen
Gebr. Becher Rohrleitungsbau GmbH,
57552 Mudersbach

Als Nachunternehmer für Schutzrohrvortrieb und Horizontalspülbohrung:

Rother Spezialtiefbau GmbH, 04703 Leisnig

Anmerkung des Herausgebers:

Eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen an die Wasserversorgung einer Rennstrecke finden Sie in Heft 25 dieser Zeitschrift: Heuser „Die Wasserversorgung des Nürburgringes – Erfahrungsbericht“

Stichwörter

- Wassertransportleitung
- Horizontal-Spülbohrverfahren

Erschließung des SWB-Industrie- und Gewerbeparks Brandenburg an der Havel

Von Helmut Krüger

Bereits in dem Beitrag auf Seite 16 wurde über Probleme und Lösungen des Leitungsbaus bei Infrastrukturänderungen berichtet. Diese sind besonders heikel, weil neben den Umstellungen von Mono- auf Multistruktur auch die vorhandenen Böden mit einem bunten Materialgemisch und einer Vielzahl unterirdischer Bauwerke und Leitungen aufwarten.

5,3 km Wasserleitungen „in höchst verwickelten Trassen“ für 52 Abnehmer waren herzustellen. Bei der Entscheidung für das Rohmaterial gab es ein eindeutiges Votum: Duktile Gußrohre. Der Autor erläutert ausführlich, welche Gründe zu diesem klaren Ergebnis geführt haben.

Bild 1: Gewerbepark, zwischen Bahngelände, Kanal mit Hafen und B 1 gelegen

1. Einleitung

Mit 850 000 m³ Fläche ist das Betriebsgelände des ehemaligen Stahl- und Walzwerks Brandenburg eines der großen Industriegelände, die nach der Wende umgewandelt und nach gründlicher Modernisierung und Sanierung der Infrastruktur jungen mittelständischen Betrieben angeboten werden (Bild 1).

Zu den wichtigsten Infrastrukturänderungen gehört die Umstellung der ursprünglich zentral angelegten Wasserversorgung des ehemaligen Stahl- und Walzwerkes. Anstelle der früheren mit Großwasserzählern ausgerüsteten drei Haupteinspeisungen für das gesamte Werk war unter Aufrechterhaltung der Wasserversorgung das Netz für eine dezentrale Struktur mit 52 verschiedenen Abnehmern umzubauen (Bild 3). Der vorliegende Bericht beschreibt Planung und Bau dieses den gesunkenen Wasserverbräuchen angepaßten Versorgungsnetzes mit duktilen Gußrohren.





Bild 2: Ohne Improvisation geht es nicht

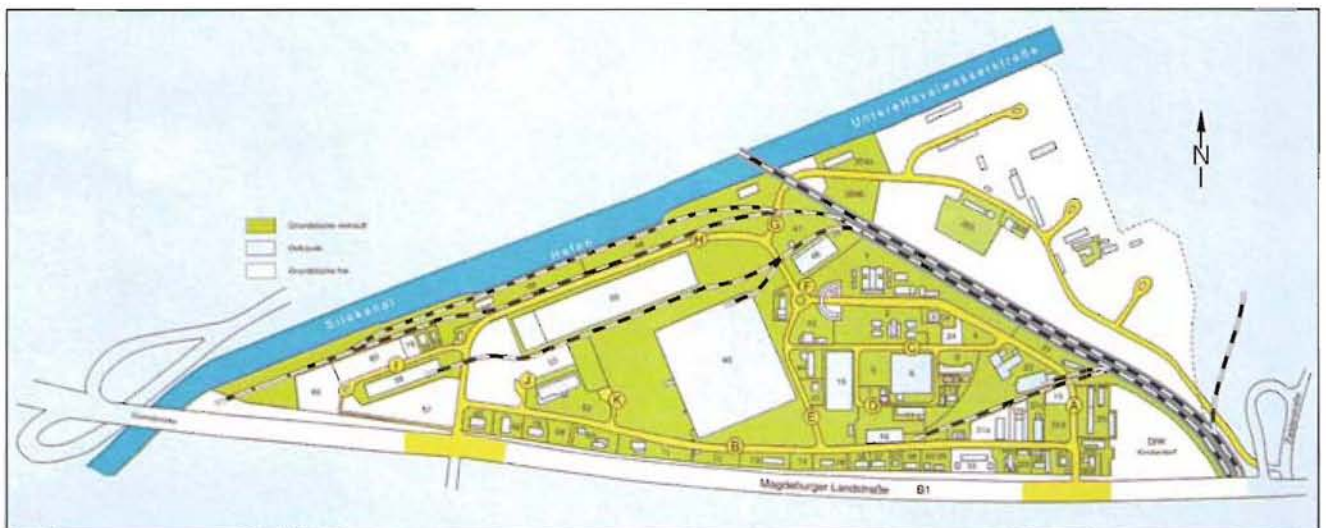
2. Vorerkundungen des Baugrundes

Das 1912 errichtete Stahlwerk hat im Laufe einer wechselvollen Geschichte viele Veränderungen durchgemacht, die sich u.a. im unterirdischen Bereich durch heterogene Aufschüttungen kennzeichnen. Neben diesem aufgeschütteten Material sind die Leitungstrassen von einer Vielzahl von Fundamenten, Kanälen, Stollen, Gleisanlagen und Leitungen durchzogen, deren Lage nicht immer bekannt ist. Die Verhältnisse im Untergrund dieses Geländes dürften damit weitaus komplizierter und unübersichtlicher sein als in jedem anderen dichtbesiedelten innerstädtischen Bereich.

3. Planungsvorgaben

In der Wendezeit war von den Rohrnetzfachleuten des Stahlwerks der Bestand der Ver- und Entsorgungnetze relativ vollständig erfasst worden, so daß für die Planung weitgehend stimmige Bestandsunterlagen verfügbar waren. So konnten schon im frühen Stadium zahlreiche Details, wie Knotenpunkte, Unter- und Überquerungen, Umlegungen usw. geplant werden. Dennoch war klar, daß während der Bauphase immer wieder Überraschungen auftauchen würden, die nur durch Improvisation zu bewältigen sein würden (**Bild 2**). Die Rohrnetzfachleute des Stahlwerks bildeten die Kernmannschaft der Niederlassung Brandenburg des Planungsbüros Stapelmann und Bramey, so daß das spezifische Fachwissen immer erhalten blieb.

Bild 3: Übersichtsplan



Die spätere Betriebsführung des Ver- und Entsorgungsnetzes, welches vom Stahlwerk Brandenburg in Liquidation in das Eigentum der Stadt Brandenburg übergeht, obliegt der BRAWAG Wasser- und Abwassergesellschaft Brandenburg GmbH, die bei Planung und Materialentscheidung ihre betrieblichen Erfahrungen und Anforderungen einbrachte.

Hierzu gehörte auch die Forderung eines Mindestfließdrucks von 2 bar bei Löschwasserentnahme sowie eine Mindesteinbautiefe von 1,4 m über Scheitel. Das neue Nutzungskonzept des Geländes erforderte eine völlige Neuerschließung mit geänderten Straßenführungen sowie angepaßten Ver- und Entsorgungseinrichtungen. Die vorhandenen Einrichtungen wurden zunächst als Zwischenlösung beibehalten und im Zuge des Baufortschrittes sukzessive zurückgebaut.

Im endgültigen Zustand der Nutzungsänderung war für einen Planungshorizont von 50 Jahren eine maximale Liefermenge von 92 m³/h zu erwarten. Die Nennweiten waren, unter Berücksichtigung des erforderlichen Versorgungsdruckes von mindestens 3 bar, einer verträglichen Löschwasserbereitstellung sowie stabiler trinkwasserhygienischer Verhältnisse optimal zu dimensionieren. Dabei ergaben sich

1840 m DN 80

2965 m DN 100

480 m DN 125

Hinsichtlich der Materialwahl für das Trinkwassernetz war der BRAWAG-Materialkatalog verbindlich. Wegen des komplexen Baugrundes und der Schwierigkeit der örtlichen Verhältnisse wurde dem duktilen Gußrohrsystem nach DIN EN 545 [1] der Vorzug vor anderen Materialien gegeben. Die Gründe hierfür werden im folgenden näher erläutert:

Ca. 5 300 m Rohrleitung der Nennweiten DN 80 bis DN 125 in höchst verwickelten Trassen bestehen neben den Rohren aus einer Vielzahl von Formstücken und Armaturen. Bei einer auf Kunststoffe ausgerichteten Materialwahl mit geschweißten Verbindungen hätten die Armaturen in ihrer Einbaulage gegen

Drehmomente stabilisiert werden müssen. Für die hierzu üblichen Konstruktionen fehlte bei den beengten Verhältnissen der Platz. Eckpunkt der Entscheidungen war die Festlegung, weichdichtende, innen emaillierte Armaturen mit Flanschverbindungen aus Gußeisen mit Kugelgraphit einzusetzen (**Bild 5**).

Armaturen mit Flanschen wurden deshalb den Armaturen mit Muffen vorgezogen, weil während des gesamten Rückbaus des bestehenden und betriebsbereiten Versorgungsnetzes ständig mit Änderungen und Demontagen gerechnet werden mußte.

Die gesamte Bauphase war auf mehrere Jahre projektiert. Für den späteren Betreiber war die Bereitstellung einer ständigen Bauaufsicht über diese Zeitspanne nicht möglich. Auch dies war ein Grund, die Materialentscheidung in die Richtung zu führen, wo wegen der Fehlertoleranz des Rohrsystems mit dem geringstmöglichen und -vertretbaren Bauüberwachungsaufwand unter den bereits skizzierten Verhältnissen ein langfristig sicheres und wartungsarmes Versorgungssystem errichtet werden konnte.

Insbesondere der mit heterogenem und grobkörnigem Schutt und mit Steinen durchsetzte Baugrund (**Bilder 4 und 6**) bereitete in dieser Hinsicht den Planern Kopfschmerzen: auch wenn ein Bodenaustausch mit dem in Brandenburg ausreichend vorhandenen Sand vorgesehen war, konnte dennoch nicht ausgeschlossen werden, daß scharfkantige Steine oder Restfundamente mit den Rohren in Kontakt kommen würden und dort hohe Flächenpressungen hervorrufen können. Bei thermoplastischen Materialien

Bild 4: Typischer Baugrund



Bild 5: Armaturen mit Flanschverbindungen aus duktilem Gußeisen

sind die Folgen der Randfaserdehnung auf der Rohriinnenseite und die hierdurch ausgelösten Schäden bekannt [2].

So stand hier bei den Argumenten die Robustheit des gesamten Materials an vorderster Stelle. Das bekanntermaßen hohe Arbeitsvermögen duktiler Gußrohre bietet genügend hohe Sicherheitsreserven gegenüber den in der gesamten Umbauphase ständig wiederkehrenden unvorhersehbaren und nicht planbaren Laständerungen.

Bei der Vielzahl von Formstücken und Absperrarmaturen und wegen der häufig erforderlichen Demontagen während der Umbauphase wurden

Bild 6: Problemtrasse



alle Verbindungen längskraftschlüssig mit TYTON-SIT in Kombination mit Flanschformstücken ausgerüstet. Damit war auch die Funktions- und Versorgungssicherheit für die bereits angeschlossenen neuen Betriebe gegeben.

Ein weiterer Schwerpunkt der Überlegungen zur Materialwahl betraf die Frage der Trinkwasserhygiene: Viele der Leitungen zu den 52 Einzelabnehmern ließen sich nur als Stichleitungen auf den geplanten Gewerbe-Grundstücken bauen, wobei bis zum endgültigen Beginn des Wasserbezugs längere Stagnationsphasen unvermeidlich waren.

Hier bot ein Material, dessen Innenfläche anorganisch-mineralischer Natur ist, die erforderliche hohe Sicherheit für eine problemlose Lieferung hygienisch und bakteriologisch stets einwandfreien Trinkwassers. Die trinkwasserhygienische Unbedenklichkeit der Zementmörtelauskleidung war durch Prüfzeugnisse nach DVGW-Arbeitsblatt W 347 von den Rohrlieferanten nachzuweisen.

Die diffusionsdichte Rohrwand bot dabei auch zusätzliche Sicherheit gegenüber Permeation von organischen Verbindungen, da in ehemaligen Industriegebieten solche Bodenkontamination nicht auszuschließen ist.

Abschließend können die während der Planungsphase erwogenen Entscheidungsgründe hinsichtlich der Materialwahl wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Robustheit des Gesamtsystems aus Rohren, Formstücken und Armaturen
2. Dauerhafte Sicherheitsreserven, auch bei unvorhersehbaren Laständerungen
3. Materialgleichheit der Systemkomponenten
4. Unkomplizierte und sichere Montage der Verbindungen auch unter beengten und unübersichtlichen Verhältnissen
5. Diffusionsdichtheit des Systemwerkstoffes
6. Anorganisch-mineralische Auskleidung.

4. Baudurchführung und Abnahme

Der erste Bauabschnitt wurde im August 1996 mit der Einbindung an die bestehende Leitung DN 400 am „Neuendorfer Sand“ begonnen. Gleichzeitig mußten vorhandene Leitungen partiell umgelegt werden, weil auf dem ehemals privaten Stahlwerksgelände nun öffentliche Straßen und Infrastruktur zu errichten waren, was auch mit dem Abbruch von Mauern und anderen Einfriedungen einherging. Für die Umlegungen wurden die Übergänge von den alten zu den neuen Leitungsstücken mit zugfesten E-Flex-Kupplungen ausgerüstet.

Insbesondere die Einbindeknoten an den Kreuzungen mit der öffentlichen Hauptverkehrsstraße („Neuendorfer Sand“ und „Ärztelhaus“) waren organisatorische Meisterleistungen, mußten die Arbeiten ja bei fließendem Verkehr sowie unter Aufrechterhaltung des Rohrnetzbetriebes durchgeführt werden.

Während der gesamten Bauzeit von 3,5 Jahren wurden die neugebauten Leitungen nach und nach umgebunden und die entsprechenden Altstränge außer Betrieb genommen. Diese als wesentlich bezeichneten Netzänderungen waren nach der Druckprobe mit einer obligatorischen Überprüfung der Trinkwasserbeschaffenheit verbunden. In keinem Fall war eine Verkeimung festzustellen.

Parallel zu den Trinkwasserleitungen wurden

- 5,7 km Schmutzwasserkanäle
- 5,1 km Regenwasserkanäle
- Gasleitungen
- Stromversorgungskabel
- Fernmeldekabel

neu eingebaut, wobei alle Leitungsbestände dokumentiert wurden.

Nach Abschluß dieser Arbeiten im Dezember 1999 sind etwa 60 % der Gewerbegrundstücke veräußert. Bei den noch nicht belegten Parzellen sind die Hausanschlußleitungen bis an die Grundstücksgrenze herangeführt und werden bei Bedarf in die neuen Gebäude weitergeführt.

5. Ausblick

Die positive Entwicklung des Projekts führte dazu, daß das nordöstlich vom Stahlwerksgelände liegende sogenannte „Opelgelände“ nach dem gleichen Muster neu erschlossen und als Gewerbepark umgestaltet werden soll.

Literaturhinweise

- [1] DIN EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gußeisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen
Ausgabe November 1994
- [2] Haizmann, Frank und Uhl, Ilona
Punktbelastungen an Kunststoffrohren
GWF Wasser/Abwasser 141 (2000)
Nr. 3, S. 142

Stichwörter

- *Industriegrund*
- *Rohrrobustheit*
- *Entscheidungskriterien*

Noch mehr Kooperation zwischen Rohrherstellern und Hochschulen gewünscht

Hochschullehrer-Tagung in Köln mit Baustellenbesichtigung

Über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Gußrohrtechnik informierte die FGR eine Gruppe von Hochschullehrern auf einer Fachtagung Mitte Juni in Köln. 26 Professoren aus ganz Deutschland – von Stralsund bis Konstanz, von Aachen bis Cottbus – trafen sich zu einer Veranstaltung, mit der die FGR-Seminarreihe für die „Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen“ weitergeführt wurde.

Fachtagung vor Ort

Erstmals fand diese traditionelle Fachtagung nicht in einem der Herstellerwerke statt. Der Veranstalter hatte vielmehr einen besonderen „Schauplatz“ ausgewählt: auf einer Großbaustelle im Rheinischen Braunkohlenrevier nahe Köln erlebten die Teilnehmer (**Bild 1**) hautnah den Einsatz duktiler Gußrohre in der spektakulären Größenordnung von DN 2000. Es handelte sich dabei, was den Durchmesser dieser Rohre angeht, um eine europäische Premiere. Die ca. 5,6 km lange Gußrohrleitung in der Nähe von Bergheim dient zur Förderung von Sumpfungswässern aus dem Rheinischen Braunkohlenrevier und deren Überleitung in die Erft. Mit diesem Projekt wird der Aufschluß eines neuen Tagebaus vorbereitet, in dem das anstehende Grundwasser abgesenkt wird.

Erst danach kann man das Deckgebirge entfernen und die Braunkohle fördern.

Die Besichtigung dieser spektakulären Baustelle fand am 15. Juni statt. Gastgeber waren hier die Firma Rheinbraun AG als Auftraggeber dieses Projekts und die Arbeitsgemeinschaft Wiebachleitung II, die aus den Firmen Hochtief und Nowotnik bestand. Dipl.-Ing. Harald Siebert als Vertreter der Rheinbraun AG erläuterte zunächst die Situation im Braunkohlenrevier sowie die wasserwirtschaftlichen und ökologischen Besonderheiten, die beim Aufschluß eines neuen Tagebaus zu berücksichtigen sind.

Über die Einbautechnik der Gußrohre mit schwerem Gerät erfuhren die Teilnehmer alle Details von den leitenden Hochtief-Ingenieuren Terber (Projektleiter) und Kabbe (Bauleiter): Die Rohre werden von den Transportfahrzeugen mit Unterdruckhebern aufgenommen und entlang der vorbereiteten Trasse verstreckt (**Bild 2**, Seite 64). Die Sohle des in geböschter Bauweise ausgeführten Rohrgrabens wird mit einer dem Rohrumfang angepaßten Schablone auf den von der Statik vorgegebenen Bettungswinkel eingestellt (**Bild 3**, Seite 65). Anschließend werden die Rohre mit dem Saugheber aufgenommen, in den Graben abgesenkt und in die Muffe des zuletzt eingebauten Rohrs eingeschoben.

Bild 1: Die Teilnehmer der FGR-Hochschullehrertagung auf der Baustelle



Hierbei dient die Planierraupe als Einschiebegerät. Nach Ausrichten mittels Laser wird die seitliche Verfüllung in den Rohrgraben eingebracht

Trotz eines Gewichts von 10 Tonnen für das 8 m lange Rohr lassen sich mit dieser Bauverfahrenstechnik Tagesleistungen bis zu 160 m erreichen. Die Herren der Bauleitung äußerten sich anerkennend zur einfachen und dabei sicheren Montage der duktilen Gußrohre. Das Risiko einer Leckage bei der Abnahmedruckprobe wird durch eine separate Dichtheitsprüfung jeder neu montierten Verbindung vermindert. Die Abnahmedruckprobe „stand“ auf Antrieb.

Die Professoren nutzten die Gelegenheit, mit den Praktikern an der Baustelle sämtliche Fragen hinsichtlich Statik, Rohrmontage, Werkstoff usw. ausführlich zu erörtern.

Es lag nahe, den Besuch der Baustelle mit einer Besichtigung des Braunkohletagebaus zu verbinden. Die

Bild 2: 10 t duktilen Gußrohrs hängen am Unterdruckheber



Firma Rheinbraun AG hatte alle Tagungsteilnehmer dazu eingeladen. Nach einer kurzen Mittagspause fuhr die Gruppe mit einem geländegängigen Bus in den Braunkohletagebau Hambach, wobei hinunter bis zur Sohle ein Höhenunterschied von über 200 m absolviert wurde. Die Fahrt wurde an mehreren interessanten Stellen unterbrochen, um den Teilnehmern das Prinzip des Braunkohletagebaus und die gigantischen technischen Anlagen dieses „Produktionsbetriebes“ zu veranschaulichen und zu erläutern. Der Tagebau Hambach ist eine der größten Braunkohleförderstätten in Europa. Die ergiebigen Flöze haben hier eine Mächtigkeit bis zu 30 m, liegen allerdings recht tief. Sehr eindrucksvoll für Besucher sind die gigantischen Schaufelradbagger mit Schaufelraddurchmessern bis zu 14 m und einer Höhe bis zu 80 m. Das Gewicht des schwersten dort eingesetzten Schaufelradbaggers beträgt 13 000 Tonnen (Bild 4, Seite 65).

Gespickt mit Superlativen waren auch die Informationen über die endlosen Förderbandanlagen, die Transportlogistik, die bis in die nahegelegenen Kraftwerke hineinreicht. In den drei Stunden, die das Programm für die Besichtigung des Tagebaus vorsah, konnten die Teilnehmer hochinteressante und unvergeßliche Eindrücke sammeln.

Gute Zusammenarbeit von FGR und Fördergemeinschaft

Der zweite Tag der Hochschullehrer-Tagung war den Vorträgen und dem Erfahrungsaustausch gewidmet. Neben den Teilnehmern aus dem Hochschulbereich gehörten jetzt auch Vertreter der Mitgliedsunternehmen der FGR zum Tagungskreis. Prof. Manfred Andrié von der Fachhochschule Köln, gleichzeitig Erster Vorsitzender des Vorstandes der Fördergemeinschaft, begrüßte die Teilnehmer und hob zu Beginn die in Jahrzehnten gewachsene gute Zusammenarbeit zwischen der Fachgemeinschaft Gußrohrsysteme und der Fördergemeinschaft hervor. Begrüßt wurden die Zuhörer auch durch Karl-Heinz Homann, Repräsentant von Halbergerhütte/Schalkler Verein, in Vertretung des FGR-Vorstands.

Zum Auftakt erläuterte der FGR-Geschäftsführer Dr. Jürgen Rammelsberg sein

Konzept, mit dem die Fachgemeinschaft in den nächsten Jahren die Bekanntheit und Akzeptanz des duktilen Gußrohres bei den entscheidenden Zielgruppen verbessern will. Dabei hob er insbesondere die Aktivitäten im Bereich Ausbildung, Lehre und Hochschule hervor. Dr. Rammelsberg unterstrich die Bedeutung der Hochschullehrer als Multiplikatoren des werkstoffentscheidenden Fachnachwuchses in den Versorgungs- und Entsorgungsbetrieben. Er machte aber gleichzeitig darauf aufmerksam, wie wichtig es sei, Planer, Handwerker und Baufirmen von den Vorzügen des duktilen Gußrohres zu überzeugen.

Außerdem gehört in sein Konzept die Mittlerrolle der Fachgemeinschaft zwischen den herstellenden Werken und der Hochschullandschaft bei der Vergabe von Praktikantenstellen, Diplomarbeiten und Forschungsprojekten. Dr. Rammelsberg lud die Hochschullehrer zu einer intensiven Zusammenarbeit mit der Gußrohrindustrie ein, die bestrebt ist, die bereits zu einzelnen Instituten und Fachhochschulen bestehenden engen Kontakte noch auszuweiten.

Im Anschluß daran beleuchtete Dipl.-Ing. Peter Brune vom Schalker Verein, Gelsenkirchen, die Rolle der europäischen Einbaunorm DIN EN 1610 für Abwasserkanäle. Als besonders wichtige Information ist festzuhalten, daß den Planern bei der Anwendung dieser Norm im Vergleich zur bisher gültigen DIN 4033 eine höhere Verantwortung für die Qualität des Bauwerkes „Abwasserleitung“ zukomme. Hier erleichtern Robustheit und Fehlertoleranz des duktilen Gußrohrsystems dem Planer die Arbeit, weil sich die nie ganz vermeidbaren Fehler oder Planabweichungen bei der Bauausführung dank dieses Rohrsystems weniger ungünstig auf die Qualität des Kanals auswirken. Anhand vieler Beispiele aus der Praxis demonstrierte Peter Brune die Divergenzen zwischen den Vorstellungen des Planers und der Wirklichkeit auf der Baustelle.



Bild 3: Einbau der Rohre im offenen Graben

Mit Fragen der Normung befaßte sich anschließend der Vortrag von Prof. Bernhard Falter, Fachhochschule Münster. Der Referent zeigte die aktuellen Entwicklungen bei der europäischen Normung zur Berechnung von Rohrleitungen auf, wo inzwischen eine Verdichtung der Vielzahl länderspezifischer Berechnungsverfahren stattgefunden hat. Er äußerte die Hoffnung, daß die bisher geleistete Arbeit innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre zu einer einheitlichen europäischen Berechnungsnorm führen müßte.

Bild 4: Die Teilnehmer im Braunkohlentagebau Hambach



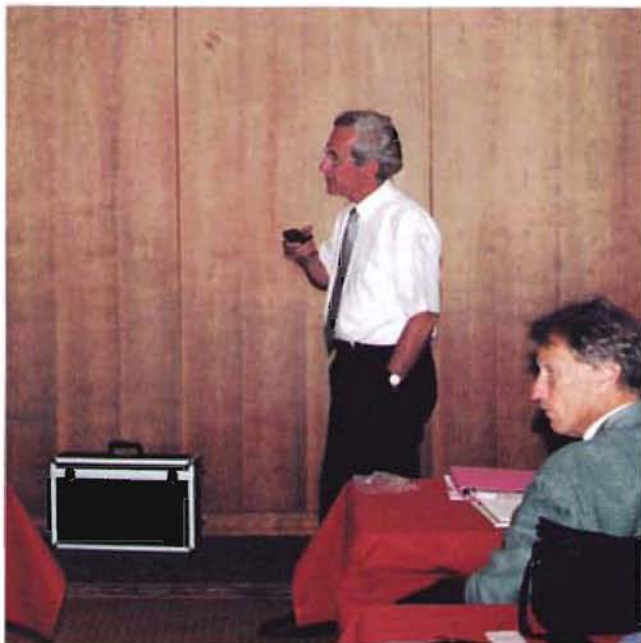


Bild 5: Dr. Jürgen Rammelsberg, Geschäftsführer der FGR

Die Ergebnisse fließen in das derzeit überarbeitete ATV-Arbeitsblatt A 241 ein, wonach künftig Anschlüsse mit Gußrohren eingelenkig ausgeführt werden können, weil nachgewiesen wurde, daß das Rohr die äußeren Einflüsse schadlos aufnimmt.

Moderne Technik: Spülbohren und Raketenflugverfahren

Unter dem Motto „Moderne Einbauverfahren mit duktilen Gußrohren“ beschloß ein zweiter Block von drei Vorträgen die Fachtagung. Im ersten Vortrag beschrieb Wolfgang Rink von der Buderus Guss GmbH, Wetzlar, den Bau eines Abwasserdoppeldükers durch den Rhein bei Koblenz, wo duktile Gußrohre ihre universelle Verwendbarkeit einmal mehr unter Beweis stellen konnten (siehe auch Seite 45). In einem zweiten Projekt führte er die Kombination von Abwasserkanälen aus duktilen Gußrohren mit Gründungspfählen aus duktilem Gußeisen vor (siehe auch GUSSROHR-TECHNIK 34, Seite 15).

Bild 6: Zuhörerschaft der Fachtagung

Ein Teil seiner damit zusammenhängenden Ausführungen galt dem eingelenkigen Schachtanschluß, einer Innovation des duktilen Gußrohrsystems für den Bau von Abwasserkanälen, womit die sonst üblichen Doppelgelenke beim Anschluß an Gebäude aufgrund des hohen Lastaufnahmevermögens der Rohre entbehrlich werden. Prof. Falter untermauerte das durch Berechnungen mit Hilfe der „Finite-Elemente-Methode“ (FEM) sowie parallel dazu ausgeführten experimentellen Untersuchungen, welche die Rechenergebnisse in eindrucksvoller Weise bestätigen.



Prof. F.-W. Günthert von der Hochschule der Bundeswehr, München, beschrieb die Entwicklung eines neuen Verfahrens zum Einpflügen duktiler Gußrohre.

Dieses Verfahren setzt eine von Hindernissen freie Rohrtrasse voraus, wie sie im ländlichen Raum, in landwirtschaftlich genutzten Gebieten oder am Rande von Landstraßen häufig zu finden ist. Das Verfahren, dessen Entwicklung vom Freistaat Bayern finanziell gefördert wurde und gemeinsam mit der Firma Föckersperger und einem Rohrhersteller durchgeführt worden war, erfreut sich inzwischen zunehmender Beliebtheit bei den Baufirmen (siehe auch Seite 9 und GUSSROHR-TECHNIK 34, Seite 5).



Bild 7: Interessierte Fachleute

Im dritten Vortrag des Blockes schilderte Dipl.-Ing. Manfred Jung von der Halbergerhütte GmbH, Saarbrücken, das technisch äußerst anspruchsvolle Projekt einer Trinkwasserleitung zur Bewässerung eines der größten deutschen Gemüseanbaugebiete, dem

„Knoblauchsland“ in der Nähe von Nürnberg. Hier wurden erstmalig 1100 m DN 600 im Horizontalspülbohrverfahren unter einer hindernisreichen und geologisch äußerst schwierigen Trasse eingebaut (siehe auch Seite 33).

Der die Vortragsveranstaltung moderierende Professor Joachim Lenz vom Institut für Rohrleitungsbau der Fachhochschule Oldenburg, intimer Kenner der neueren Entwicklungen bei den Einbauverfahren, äußerte sich anerkennend zu dieser Leistung und empfahl, das Projekt beim Wettbewerb um das innovativste Horizontalspülbohr-Projekt einzureichen.



Bild 8: Eine Fahrt auf dem Rheindampfer rundete den Tag ab

Professor Lenz leitete die gesamte Vortragsveranstaltung in gewohnt souveräner Manier, so daß alle Teilnehmer von dem gegenseitigen Erfahrungsaustausch profitierten. In seinem Resümee faßte er zusammen, daß die Innovationsleistungen der Gußrohrindustrie die Entwicklung der geschlossenen Einbauverfahren mit eben diesem Rohr ganz entscheidend vorangebracht hätten. Außerdem seien die in den Vorträgen beschriebenen Entwicklungen zu einem nicht unerheblichen Teil in der Zusammenarbeit zwischen den Gußrohrwerken und den Hochschulen entstanden, eine Zusammenarbeit, die nach dem neuen FGR-Konzept weiter ausgebaut werden soll.

Abschließend bedankte sich FGR-Geschäftsführer Dr. Rammelsberg bei allen Teilnehmern für die anregenden Diskussionen und bei den Referenten für ihre Arbeit zur Vorbereitung ihrer Vorträge. Zum Abschied gab es dann noch eine Foto-CD für den Einsatz im Unterricht und ein kleines gußeisernes Erinnerungsgeschenk mit Bezug zum Tagungsort.

Stichwörter

- *Bettungswinkel (am Bagger einstellbar)*
- *DN 2000*
- *Hochschullehrertagung*
- *Unterdruck-Rohrheber*

Bestellschein

FGR-Informationen GUSSROHR-TECHNIK

Die Hefte 1 bis 19 sind vergriffen. Die übrigen Ausgaben stellen wir Ihnen bei Bedarf gerne noch zur Verfügung: Bitte benutzen Sie diesen Bestellschein.

Bitte übersenden Sie mir kostenlos folgende Ausgaben:

FGR 20: FGR 21: FGR 22: FGR 23: FGR 24:

FGR 25: FGR 26: FGR 27: FGR 28: FGR 29:

FGR 30: FGR 31: FGR 32: FGR 33: FGR 34:

FGR 35:

Gewünschtes bitte ankreuzen.

Name: _____

in Firma: _____

Straße (Fa.): _____ (privat): _____

Ort (Fa.): _____ (privat): _____

Bitte nennen Sie immer die Firma, auch wenn Sie Versand an Ihre Privatadresse wünschen.

Falls obige Anschrift sich geändert hat, geben Sie bitte auch die alte Adresse an:

Straße: _____

Ort: _____

Ich bin tätig als bzw. beschäftigt bei:

Leitungsplaner Genehmigungsbehörde Hochschullehrer

Leitungsbetreiber Rohrleger Student

Sachverständiger _____

Fachgemeinschaft Guß-Rohrsysteme • Wittestraße 30 K • 13509 Berlin
Tel. (030) 43 57 25 80 • Fax (030) 43 57 24 00 • eMail: FGR-Berlin@t-online.de
www.gussrohrtechnik.de

Fachgemeinschaft Guß-Rohrsysteme
Wittestraße 30 K

13509 Berlin

