



GUSSROHR-TECHNIK

Informationen der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

39



Themen und Autoren

Seite Thema

Autor

5 Alpine Turbinenleitung

Erneuerung und Ausbau des Klein-Wasserkraftwerkes Seealp-Wasserauen

Bruno Solenthaler;
Dipl.-Ing. Gian-Andri Tannò

11 Beschneiungsanlagen

Schneekanonen werden besonders gern von duktilen Gussrohren gespeist

Eberhard Starosta

16 Grabenlose Erneuerung

Erneuerung einer Ortsnetzleitung im Berstlining-Verfahren

Peter Emmerich;
Dipl.-Ing. Rainer Schmidt

20 Grabenlose Erneuerung

Langrohrrelining DN 900 in Leipzig Mölkau

Dipl.-Ing. Grit Schnitzer;
Dipl.-Ing. Henry Simon;
Wolfgang Rink

25 Oberirdische Leitungen

Neue Lebensadern für ein Berliner Wahrzeichen „Das Olympiastadion“

Dipl.-Ing. Arno Oprotkowitz;
Dipl.-Ing. Lutz Rau

28 Flussunterquerung mit Düker

Erneuerung eines Abwasserdükers DN 800 durch die Lahn

Dipl.-Ing. Harald Becker

31 Kanalunterquerung mit Düker

Bau eines Abwasserdükers unter dem Teltowkanal

Dipl.-Ing. Peter Leidert;
Dipl.-Ing. Lutz Rau

33 Flussüberquerung mit Brücke

Otto-Konz-Brücke in Heilbronn: Mit wärmegeprägten Gussrohren DN 500 über den Neckar

Dipl.-Ing. Helmut Schreier;
Wolfgang Rink

36 Rohre für Erdbebengebiete

Längskraftschlüssige Muffenverbindungen unter extremen Bedingungen, z. B. Bergsenkungen oder Erdbeben

Manfred Hilka;
Gerd Glücklich

40 Fernwasserleitung

Trinkwasser für die Lausitz

Dipl.-Ing. Sonja Buchholz

43 Hochschullehrertagung 2004

Die Entwicklung der grabenlosen Einbauverfahren duktiler Gussrohre verläuft erfreulich!

Dr.-Ing. Jürgen Rammelsberg

Brief des Herausgebers

Berlin, im Januar 2005

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das vorliegende Heft 39 der Reihe GUSSROHR-TECHNIK zeigt wieder einmal, wie vielseitig sich Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen einsetzen lassen. Da geht es einmal um das transportierte Medium, zum anderen sind die neueren Einbauverfahren ein Innovationsmotor, der ohne dieses Rohr nicht rund laufen könnte.

Wie immer haben wir die Artikel einzeln ins Internet gestellt, wo Sie sie von der Homepage www.gussrohrtechnik.de bequem herunterladen können. Suchwörter erübrigen sich, weil inzwischen eine Suchmaschine auf der Homepage jedes Wort in den eingestellten Artikeln findet.

Daneben finden Sie Downloads mit kleinen Rechenprogrammen, die Ihnen bei der Planungsarbeit helfen werden.

Viel Freude bei der Lektüre des neuen Heftes GUSSROHRTECHNIK 39 wünscht Ihnen



Schnellübersicht

Eine Turbinenleitung in den Schweizer Alpen: derartige Herausforderungen an Mensch und Material in extremem Gelände lassen sich besonders elegant mit Rohren aus duktilem Gusseisen meistern! Ein Bericht mit atemberaubenden Bildern zeigt, wie eine vor hundert Jahren gebaute Wasserkraft-Turbinenanlage erneuert und in ihrer Leistung gesteigert wird. Hohe Anforderungen an die Rohre: Nennweite 700 mit zugfesten Verbindungen für einen Betriebsdruck von 25 bar, Einbau unter Felsvorsprüngen, Quergefälle bis 80 %, eingeschränkte Bauzeit; keine Behinderung des Tourismus, alles wurde mit Rohren aus duktilem Gusseisen ohne Schwierigkeiten bewältigt.

Seite 5

Ein Anwendungsfeld mit wachsender Bedeutung sind Anlagen zur künstlichen Beschneidung im Gebirge. Die rückläufige Schneesicherheit in den klassischen Skigebieten wird von den Liftbetreibern mit Schneekanonen kompensiert. Hierzu braucht man einfach und sicher zu handhabende Rohre mit Betriebsdrücken bis zu 100 bar. Die Einbauarbeiten zur Vorbereitung der Weltmeisterschaft 2005 in Oberstdorf sowie bei einer Anlage im Hochsauerland werden beschrieben.

Seite 11

Nach der Veröffentlichung des DVGW-Merkblattes GW 323 zum Berstlining-Verfahren im Jahr 2004 ist hier der Bericht einer Leitungserneuerung in einer Hessischen Gemeinde. Es wird sichtbar, dass der Einsatz von Rohren aus duktilem Gusseisen mit entsprechender Ausstattung (zugfeste Verbindung, Zementmörtelumhüllung) den hohen mechanischen Anforderungen, die zudem kaum kontrollierbar sind, widerstehen und zu höchster Verfahrenssicherheit bei geringster Verletzungsneigung führen.

Seite 16

Das Verfahren des Langrohrrelining mit Rohren aus duktilem Gusseisen ist nun auch in einer Variante erprobt worden, die ohne zugfeste Verbindungen auskommt. Die Aufnahmefähigkeit der Verbindung für Einschubkräfte wurde in Versuchen ermittelt; die in der Praxis gemessenen Kräfte blieben deutlich unter den Versuchergebnissen. Wieder einmal beweisen duktile Gussrohre das Vorhandensein beruhigender Belastungsreserven.

Seite 20

Eine oberirdische Trinkwasser-Notversorgung ist zwar nichts ungewöhnliches, jedoch während der mehrmonatigen Umbauarbeiten am Berliner Olympiastadion lag der besondere Reiz in der geschichtsträchtigen Umgebung. Inzwischen wurde das Stadion eröffnet, die Rohre wurden demontiert und in der endgültigen Wasserversorgung der Anlage wieder verwendet.

Seite 25

Natürliche Wasserläufe sind häufig Hindernisse für die Infrastruktur. Ein Abwasserdüker durch die Lahn musste erneuert und an die modernen Anforderungen mit bedarfsgerechter Fördermengenabstufung angepasst werden. Die äußeren Umstände während des Bauablaufs waren alles andere als bequem...

Seite 28

Ein Abwasserdüker in sehr tiefer Lage wurde in Berlin unter dem Teltowkanal gebaut. Diese Kanalunterquerung wurde zunächst mit Stahlbetonrohren unterirdisch aufgeföhren, die Leitungsrohre danach später eingebaut. Pffiffige Ideen hinsichtlich der hydraulischen Bemessung sowie der Bauverfahrenstechnik waren Voraussetzung für eine sehr wirtschaftliche Lösung.

Seite 31

Eine Brücke über den Neckar in Heilbronn wurde erneuert und verbreitert; dieser Umbau wurde zur Erneuerung einer Trinkwasserhauptleitung DN 500 mit wärmedämmten Gussrohren genutzt. Die bauverfahrenstechnischen Schwierigkeiten wurden elegant gelöst.

Seite 33

In unruhigen Böden werden an Rohrleitungen besondere Anforderungen an Stabilität gestellt. Dabei haben sich in erdbebengefährdeten Bereichen Rohre aus duktilem Gusseisen extrem gut bewährt, weil sie einerseits eine hohe Tragfähigkeit besitzen, andererseits mit den gelenkigen Verbindungen auf Verschiebungen reagieren können, ohne undicht zu werden. Der Bericht beschreibt Untersuchungen an zugfesten Verbindungen im Technikumsmaßstab mit Extrembelastungen, die Abwinkelungen bis zu 20° ergeben, ohne dass die Leitungen undicht wurden.

Seite 36

Die Umstrukturierung der Trinkwasserversorgung in der Lausitz war Anlass zum Bau einer 15 km langen Fernwasserleitung DN 600. Hohe Ansprüche an Versorgungssicherheit, bestes Preis-Leistungsverhältnis und langjährig beste Erfahrungen mit Gussrohren gaben den Ausschlag zur Materialwahl.

Seite 40

Wieder einmal waren die Hochschullehrer des Wasserfachs zu Gast bei der Fachgemeinschaft, um sich über die neuesten Entwicklungen bei den duktilen Gussrohren zu informieren. Die Fachtagung drehte sich um die grabenlosen Einbau- und Auswechselungsverfahren, im Rahmenprogramm war die Besichtigung der Fertigungsanlagen von Saint-Gobain in Pont-à-Mousson der Höhepunkt.

Seite 43

Alpine Turbinenleitung

Wasserkraft – die erneuerbare Energie

Erneuerung und Ausbau des Klein-Wasserkraftwerkes Seealp-Wasserauen

von Bruno Solenthaler und Dipl.-Ing. Gian-Andri Tannò

Einleitung

Wer hätte gedacht, dass der Seealpsee seit hundert Jahren für die Stromproduktion genutzt wird? Welcher ahnungslose Wanderer würde glauben, dass er auf seinem Spaziergang zum Seealpsee praktisch durchwegs auf einer Druckleitung läuft (**Bild 1**)?

Die Feuerschaugemeinde Appenzell betreibt seit 1905 ein eigenes Kleinwasserkraftwerk, welches das Gefälle zwischen dem malerischen Seealpsee und Wasserauen am Fuß des bekannten Säntis-Gebirges nutzt. Im Hinblick auf den Ablauf der Wassernutzungskonzession im Jahr 2004 wurden in einer Variantenstudie verschiedene Lösungen für die Zukunft untersucht. Der Ausbau von 320 auf 1.000 l/s mit neuer Druckleitung DN 700 erwies sich als die wirtschaftlich günstigste Lösung. Bei besonders hohem Wasserstand wird die alte Turbine hinzugeschaltet und mit einer gesamten Betriebswassermenge von 1.3 m³/s eine Leistung von 2.5 MW erzeugt. Im August 2003 wurde der Bauentscheid gefällt, im Januar 2005 ging die neue Turbine in Betrieb. Technisch herausfordernd war neben der Seewasserfassung auch das Kernstück dieses Projekts, nämlich der Neubau der über 2 km langen Druckleitung in steilem, felsigem Gelände bei engen Platzverhältnissen. Die Gesamtprojektkosten belaufen sich auf sFr. 8.2 Mio., die spezifischen Stromgestehungskosten bleiben deutlich unter 10 Rp./kWh.

Projektüberblick

Der Seealpsee, aus dem das Wasser bezogen wird, liegt auf einer Meereshöhe von 1143 m. ü. M., die Zentrale Rässenaueli in Wasserauen auf 890 m. ü. M. Die Nennweiten der neuen Leitung wurden den künftigen Betriebswassermengen entsprechend auf DN 700 mm und 800 mm ausgelegt und praktisch ausschließlich in den Straßenkörper der schmalen Alpstraße eingebaut. Die schwierige Topografie bot einige technische Knacknüsse. Wegen der engen Platzverhältnisse und gegenseitiger Behinderung wurde die Druckleitung Rohr für Rohr „vor Kopf“ gebaut. Ein langer offener Graben oder das gleichzeitige Arbeiten an verschiedenen Stellen war über den 1,4 km langen, mittleren Bereich vom „Gatter“ bis hinauf zum „Kobel“ nicht möglich.



Bild 1: Blick auf den Seealpsee



Randbedingungen

Mit Ausnahme des Bereichs um Rässenaueli (Zentrale) handelt es sich beim vorliegenden Projekt um eine „Gebirgsbaustelle“ mit speziellen Herausforderungen:

- Terrain mit großem Quer- und teilweise auch großem Längsgefälle über weite Strecken: Quergefälle bis 80 % und Längsgefälle bis 38 % ober- und unterhalb der Alpstraße
- etwa 200 m lange Passage durch eine Felswand; Einbau der Druckleitung in die Alpstraße, die zugleich die einzige Zugangsmöglichkeit und Abstellfläche für die Baumaschinen ist
- enge Platzverhältnisse, kaum Möglichkeiten für seitliche Lagerung von Material
- ab Felspassage: Lichtraumprofil stark eingeschränkt, Durchfahrt für Lkw nicht möglich
- Bauzeit ab Schneeschmelze (April) bis Wintereinbruch (Okt./Nov.)
- Graben täglich bis mehrmals wöchentlich schließen, damit Zugänglichkeit für Touristen und Bergrestaurant sichergestellt ist.

Neue Ausbauwassermenge und Leitungsdurchmesser

Die Modernisierung mit gleichzeitiger massiver Leistungserhöhung ist typisch für alpine Kleinwasserkraftwerke aus jener Zeit, die ursprünglich auf die ganzjährige Versorgung eines Inselnetzes und somit entsprechend der geringen Zuflussmengen im Winter relativ klein ausgelegt wurden. Wenige Jahrzehnte später änderte sich dies dank des Zusammenschlusses der Stromnetze und der Möglichkeit, die im Frühjahr infolge des Schmelzwassers reichlich vorhandene Energie gewinnbringend zur Befriedigung des stetig steigenden Strombedarfs zu verwenden. Im vorliegenden Fall wurde die Maschinenleistung bis 1954 zwei mal erhöht, jedoch ohne Ersatz der Druckleitung, die infolge ihres kleinen Durchmessers heute etwa 25 % der Energie verschlingt.

Bei der Optimierung der neuen Ausbauwassermenge für das Kraftwerk Seealpsee-Wasserauen ermöglichten die 15 ha des Sees eine ertragssteigernde Tag-Nacht-Umlagerung und führten damit zu einer, gemessen am mittleren Jahreszufluss, eher großzügigen Dimensionierung. Für verschiedene Ausbaugrößen wurden Aufwand und Ertrag einander gegenübergestellt, wobei schließlich ein wirtschaftlich opti-



Bild 2:
BLS TKF- Verbindung



Bild 3: Rohreinbau in der Felspassage

maler Bereich zwischen 800 und 1.000 l/s resultierte, in dem die wirtschaftlichen Kenngrößen (interner Zinssatz und spezifische Stromgestehungskosten) sehr flach verliefen. Die Entscheidung fiel auf 1.000 l/s Ausbauwassermenge mit einer Druckleitung DN 700. Bei sehr hohem Seestand sollte die bisherige Turbine zugeschaltet werden können, mindestens solange diese mittlerweile 50 Jahre alte Maschine noch ihren Dienst leistet, insgesamt fließen also maximal 1.300 l/s durch die Leitung.

Wahl des Rohrtyps

Für die Wahl des Rohrtyps wollte man trotz vermuteter Überlegenheit von Steckmuffenrohren die Konkurrenz unter den verschiedenen Materialien, Verbindungstypen und Beschichtungen in vollem Umfang spielen lassen. Ausgelöst wurde dieses eher unübliche Vorgehen durch die Überzeugung einiger Stahlrohrbauer, wirtschaftlich günstigere Lösungen anbieten zu können. Die Ausschreibung und das Evaluationsverfahren gestalteten sich deshalb nicht gerade einfach, musste man schließlich Äpfel mit Birnen vergleichen können!

In der vorwiegend funktionalen Ausschreibung wurden folglich keine Materialspezifikationen, Wandstärken, Beschichtungsspezifikationen usw., sondern die von der Druckleitung zu erfüllenden Anforderungen vorgegeben, z. B.:

- Nennweite, Länge und geometrische Linienführung
- Druckstufen und deren Abschnittslängen
- äußere mechanische Einwirkungen (Überdeckungshöhe, Grabenprofil, Auflasten)
- tadelloser Korrosionsschutz oder Verwendung nicht korrodierender Materialien.

Bei den Materialien wurde grundsätzlich alles zugelassen, was sich für die gegebene Nennweite, Druckstufen und äußeren Einwirkungen eignet: Guss, Stahl, GFK. Sogar bei den Rohrverbindungen wurde, um den Wettbewerb nicht einzuschränken, freie Wahl gewährt. Innerhalb dieser Anforderungen konnten nun Angebote eingereicht werden, wobei entsprechend den erwähnten, projektspezifischen Randbedingungen ganz bestimmte Regeln für die Offertstellung und -bewertung galten, beispielsweise:

- Bei nicht-längskraftschlüssigen Verbindungen wurde der bauseitige Mehraufwand für die zusätzlich erforderliche Verankerung zum Angebotspreis hinzugeschlagen.
- Bei Schweißverbindungen musste die Montage in das Angebot eingeschlossen werden. Bei Steckmuffenrohren und anderen einfach zu verlegenden Rohren wurde lediglich die Instruktion des Bauunternehmers und Fachbegleitung während der Ausführung verlangt, wobei die durch den Bauunternehmer zu erbringenden Leistungen bei der Offertstellung verbindlich zu quantifizieren waren und nach einer Überprüfung dem Angebotspreis ebenfalls hinzugerechnet wurden.
- Bei spezieller Anforderung an das Bettungsmaterial wurden je nach Art die Lieferkosten mit eingerechnet.

Mit dem Aufsummieren des Angebotspreises und den bauseitigen Leistungen wurde ein Vergleichspreis be-

stimmt, der zusammen mit anderen Kriterien für die Offertauswertung maßgebend war:

Vergabekriterien	Punkte	Gewichtung
Vergleichspreis	0 ÷ 100	70 %
Qualität und Konstruktionsmerkmale	0 ÷ 100	15 %
Flexibilität (Rohrsystem und Firma)	0 ÷ 100	10 %
Personen- und Firmenreferenzen	0 ÷ 100	5 %

Schließlich wurden von insgesamt sechs Anbietern 15 gültige Angebote mit Steckmuffenrohren aus duktilem Gusseisen und zwei Angebote mit Stahlrohren und Schweißverbindungen eingereicht. Die Stahlrohre schieden vor allem wegen ihrer hohen Montagekosten – Wartezeiten infolge der Bauweise „über Kopf“ mussten mit eingerechnet werden! – aus dem Rennen. Bei den duktilen Gussrohren lagen die Preise für die Grundvarianten – ohne spezielle Außenbeschichtung und nicht-längskraftschlüssig – erwartungsgemäß nahe beieinander, während dort die großen Unterschiede bei den Zusatzkosten für die Außenbeschichtung und Schubsicherung entscheidend waren.

Das Steckmuffenrohr aus duktilem Gusseisen mit TKF-Schubsicherung und Zementmörtel -Umhüllung schnitt bei der Gesamtbewertung am besten ab (**Bild 2**).

Lieferung

Die Lieferung der Rohre und Formstücke erfolgte per Lkw ab Werk und wurde durch eine ortsansässige Speditionsfirma abgewickelt.



Bild 4:
Vor-Kopf-Einbau im steilen Gelände



Bild 5: Rohre auf dem Zwischenlager

- Frühjahr 2004: *Abschnitt 3 „Rässenaue“* ab Gatter bis Zentrale Rässenaue. Länge etwa 450 m DN 700, Betriebsdruck: 25 bar
- Sommer 2004: *Abschnitt 3 „Gätter“* ab Felspassage bis Inspektionsschacht Gatter. Länge etwa 1.050 m DN 700, Betriebsdruck: 25 bar
- Sommer-Herbst 2004: *Abschnitt 1 „Reslen“* von der Seefassung bis einschließlich Schieberkammer. Länge etwa 550 m DN 800 und DN 700, Betriebsdruck: 2 bar.

Baublauf

Die neue Druckleitung wurde in vier Abschnitten gebaut:

- Frühjahr 2004: *Abschnitt 2 „Felspassage“* unterhalb Schieberkammer. Länge etwa 200 m DN 700, Betriebsdruck: 10 bar



Bild 6: Einbau von Passrohren

Nach einigen Vorarbeiten im Herbst 2003 begann der Bau der 2,2 km langen Druckleitung am 16. April und dauerte bis Ende Oktober 2004. Übrige Arbeiten am Kraftwerk und der Anschluss der Leitung mit der Turbine wurden im Dezember abgeschlossen. In den ersten fünf Wochen wurde gleichzeitig vor der Zentrale und oben bei der Felspassage gearbeitet. Diese Felspassage mit einer Länge von 200 m war die erste Herausforderung.

Auf engstem Raum wurde die neue Druckleitung gebaut, einerseits begrenzt durch überhängenden Fels (**Bild 3**), andererseits durch steil abfallende Wände. Die Einbaumannschaft wie auch die Maschinenführer waren in diesem Teilstück auf das Höchste gefordert. Wetterumschläge erhöhten das Gefahrenpotenzial zusätzlich.

Daran schloss sich der Übergang in das erste Teilstück der Alpstraße mit einem Längsgefälle bis 30 % an. Entlang der langen, verkehrstechnisch heiklen Hangquerung (Juni bis August) übertraf die erreichte Tagesleistung schließlich die Erwartungen. Mit einer einzigen Mannschaft konnten beim Arbeiten „vor Kopf“ im steilen Gelände (**Bild 4**) durchschnittlich gut 3 Rohre pro Tag eingebaut werden, was zu einer Wochenleistung von ca. 100 Metern führte. **Bild 5** gibt einen Eindruck über die nicht alltäglichen Zwischenlagerbedingungen.

Darin eingeschlossen sind auch alle Erdarbeiten, der nachträgliche Schutz der Muffen mit Schrumpfband und auch das Setzen dreier Inspektionsschächte mit geflanschten T-Stücken. Wesentlich zu diesem schnellen Fortschritt beigetragen ha-



Bild 7: Rohrtransport mit Kleintransporter



Bild 8:
Energievernichtung beim Absenken des Wasserspiegels zum Einbau der Entnahmeleitung

Eine weitere wichtige Voraussetzung für ein gutes Gelingen bei dieser außergewöhnlichen Baustelle war eine gute Kommunikation zwischen Bauherr, Bauleitung und Unternehmer sowie Innovationsgeist und Flexibilität aller Beteiligten.

Die Passrohre für den Einbau der Formstücke wurden jeweils vorgängig ausgemessen und anschließend im Werkhof zugeschnitten und bearbeitet (**Bild**

ben neben dem günstigen Baugrund (kantiger Geröllschutt, teilweise mit Feinmaterial verfüllt) folgende Faktoren:

- Den Aufgaben und Verhältnissen ideal angepasste Baumaschinen: 16-t-Bagger für Erdarbeiten und Einheben der Rohre, Kleinbagger für das Verfüllen, wendige Allrad-Transporter
- Wiederverwendung von Aushubmaterial für Rohrbettung und Verfüllung (anstatt dessen Abtransport und Zuführen von Kies)
- robustes Rohrmaterial (es traten nie Beschädigungen auf!)
- schnell, sicher und von der Witterung unabhängig montierbare Rohrverbindungen System TKF
- Die Einbaurichtung der Muffen von oben nach unten bewirkte praktisch ein selbstverriegelndes Schubsicherungssystem BLS/TKF.
- keine Beanstandungen bei den Dichtheitsprüfungen, keine Reparaturaufwendungen während der Bauphase
- kaum Unterbrechungen dank klarer Planungsvorgaben, gründlicher Arbeitsvorbereitung, frühzeitiger Bestellung der erforderlichen Formstücke und guter technischer Unterstützung
- hoch motivierte, versierte und berggewohnte Baumannschaft.

Die Baumannschaft hat sich in sehr kurzer Zeit mit diesem Rohrsystem vertraut gemacht. Sie leistete über die ganze Projektdauer einen guten Einsatz. Das Kernteam blieb während der ganzen Bauphase unverändert.

Bild 9:
Einbau des Entnahmerohrs



6). Die Schweißraupen des Schubsicherungssystems BLS/TKF wurden durch dieselben Leute aufgebracht. Rohre und Formstücke wurden ab Lagerplatz im Tal mit geländegängigen Kleintransportern (**Bild 7**) transportiert. Helikoptereinsätze waren aus Naturschutz- und Tourismusgründen zu vermeiden.

Die letzte Herausforderung für den Leitungsbau stellte die eigentliche Seefassung dar. Zu diesem Zweck musste der Seespiegel um 4,5 m abgesenkt werden. Dies erfolgte über die bereits neu erstellte Druckleitung. Die Energie von 360 l/s, die mit einem Druck von 24 bar beim Kontrollschacht im Bereich „Gatter“ eintraf, musste hydraulisch vernichtet werden (**Bild 8**). Bei dieser Gelegenheit hatte die Druckleitung DN 700 mm ihre Bewährungsprobe bereits erfolgreich angetreten.



Bild 10: Einbau des Entnahmerohrs vor 100 Jahren

Das Seewasser wurde über die alte Fassung zugeführt. Im Tal wurde das Wasser über eine Düse von 109 mm in das Bachbett abgeleitet. Der Wasserstrahl, der mit einer Geschwindigkeit von 250 km/h herausschoss, wurde durch einen Felsbrocken gebrochen, eine zusätzliche Attraktion für die vielen Bergwanderer. Nach erfolgreichem Absenken des Seespiegels konnte ein großer Teil der Druckleitung in offener Bauweise realisiert werden. Lediglich das letzte Teilstück mit den Einlaufseihern wurde vormontiert und mittels Baumaschine und Floss an der positionierten Stelle abgesenkt. Die Flanschverbindung DN 800 wurde durch Taucher montiert (**Bild 9**).

Bild 10 zeigt die Montage des Entnahmerohrs vor 100 Jahren.

Schlussbemerkung

Die abschließende Kostenbetrachtung bestätigte die Entscheidung für Rohre aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtelumhüllung (ZMU). Allein der Entfall von fremdem Bettungsmaterial inklusive Antransport und Verteilung im Rohrgraben sparte erhebliche Kosten ein.

Der Einsatz von Rohren aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtelumhüllung trug maßgeblich dazu bei, dass die Arbeiten umweltgerecht, kostengünstig und Zeit sparend ausgeführt werden konnten.

Am Beispiel Seealpsee wurde erneut bestätigt, dass Rohre aus duktilem Gusseisen mit der beweglichen BLS/TKF Steckmuffenverbindung und der robusten Zementmörtel-Umhüllung auch bei extremen Einbaubedingungen problemlos montierbar sind und ein hohes Maß an Sicherheit bieten.

Schneekanonen werden besonders gern von duktilen Gussrohren gespeist

von Eberhard Starosta

Im Unterschied zu Naturschnee wird „technischer Schnee“ auch für Deutschlands Wintersport immer mehr zu einer Selbstverständlichkeit. Zur Technik der dafür eingesetzten Beschneiungsanlagen gehören viele Kilometer Rohrleitungen, die das benötigte Wasser zu den Schneekanonen (fachlich korrekt: Schnee-Erzeuger) transportieren müssen – ganz gleich, ob auf Hängen und Pisten von Skiurlaubsgebieten oder in Wettkampfstätten für Skisportler. Zu 90 % werden dafür duktile Gussrohre verwendet. Denn sie erfüllen folgende Anforderungen in diesem speziellen Einsatzbereich in idealer Weise [1]:

1. Drücke bis 150 bar
2. Längskraftschlüssige und bewegliche Verbindungssysteme, die für diese Drücke geeignet sind
3. einfacher Einbau des Rohrmaterials im steilen Gelände auch mit nicht qualifiziertem Personal (häufig wird das Personal der Liftbetreiber eingesetzt)
4. Robustheit der Rohre (Transport und Einbau)
5. Eignung des Rohrmaterials für tiefe Temperaturen.

Zu 1:

Die Leitungen müssen für **hohe Drücke geeignet sein**, die Rohrverbindungen müssen dabei dicht bleiben. In der Gussrohrtechnik wird das mit längskraftschlüssigen Verbindungen sichergestellt. Duktile Gussrohrsysteme für die Wasserversorgung sind in DIN EN 545 genormt; hier stehen die Wanddickenklassen im Vordergrund, die für Druckstufen der städtischen Versorgung ausreichen. Bei den Nennweiten bis DN 200 sind dies zulässige Bauteilbetriebsdrücke PFA = 50 bar. Mit höheren Wanddicken (K 9 bzw. K 10) gehen diese Werte bis 62 bzw. 71 bar. Noch höhere Wanddicken können laut Norm bei Bedarf vereinbart werden [2]. Hierbei werden die erforderlichen Drücke vom Planer vorgegeben.

Zu 2:

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 368 [3] regelt u. a. die Dimensionierung sowie den Eignungsnachweis von längskraftschlüssigen Verbindungen von Rohren aus duktilem Gusseisen. Die dort verzeichneten zulässigen Bauteilbetriebsdrücke liegen für formschlüssige Verbindungen bei den Nennweiten bis DN 200 zwischen 40 und 64 bar. Der Eignungsnachweis wird durch fremdüberwachte Typprüfungen geführt, de-

ren Bedingungen in DIN EN 545 vorgegeben sind. Die Typprüfungen werden an abgewinkelten und dezentrierten Maximalspaltverbindungen mit einem Prüfdruck durchgeführt, der gegenüber dem zulässigen Bauteilbetriebsdruck PFA um $(1,5 \cdot PFA) + 5$ bar erhöht ist. Zusätzlich ist eine dynamische Prüfung mit 24.000 Druckzyklen zwischen PMA und $(PMA - 5)$ bar) zu absolvieren. (PMA ist der höchste zeitweise

Bild 1: Material für die Grabenverfüllung

(Foto: Marcus Mägdefrau)





Bild 2: Leitungsbau im Bereich der Sprungschanze

Bild 3: Auftrag der Schweißbraupe
an der Baustelle

(Fotos: Anton Schütz)



auf tretende Druck inklusive Druckstoß, dem ein Rohrleitungsteil standhält [4]). Die in GW 368 aufgeführten zulässigen Bauteilbetriebsdrücke können erhöht und an die Bedingungen des jeweiligen Projekts angepasst werden.

Zu 3 und 4:

Von den Rohren erwartet man, dass sie sehr **robust** und gleichwohl einfach zu handhaben sind. Häufig findet der Einbau der Leitungen in schwierigem Gelände statt. Auch hier beweist das flexible Verbindungssystem der Gussrohre seine Vorteile. Es macht das einfache schnelle Zusammenfügen des Rohrstrangs auch ohne den Einsatz von fachlich hochqualifiziertem Personal möglich. Durch die flexible Muffenverbindung sind die Rohre bis zu 4° abwinkelbar, so dass Rohrleitungen auch ohne zusätzliche Formstücke einer gebogenen Trasse folgen können. Nicht zuletzt die Robustheit des Werkstoffs sorgt dafür, dass Leitungen aus duktilen Gussrohren kaum schadensanfällig und deshalb in besonderem Maße langlebig sind. **Bild 1** gibt einen Eindruck von den Einbaubedingungen; es steht nur grober Schotter für die Grabenverfüllung zur Verfügung.

Zu 5:

Beim Betrieb von Leitungen in Schneeschanzen sind fast immer **Minustemperaturen** mit im Spiel. Die Rohre müssen auch dafür die entsprechende Eignung mitbringen [5].

Duktiler Gussrohr als idealer „Partner“ beim Projekt Skistadion Oberstdorf

Diese Eigenschaftskombination macht das Gussrohr zum idealen „Partner“ bei derartigen Projekten, und es ist deshalb kein Wunder, dass sich die beauftragten Planungsbüros in den allermeisten Fällen für das Gussrohr entscheiden. So war es auch im Fall des Ingenieurbüros Dr.-Ing. Koch in Kempten/Allgäu, das mit der Planung für die Modernisierung der Schneeschanze im Oberstdorfer Skisprungstadion und im be-



Bild 4: Rohrtransport in schwierigem Gelände



Bild 5: Abzweig für Hydrantenanschluss

(Fotos: Anton Schütz)

(Bild 2). Die Rohrverbindung ist die Steckmuffe TY-TON – TIS-K. An Rohren, die auf der Baustelle geschnitten werden, kann die Schweißbraupe im Lichtbogenhandschweißverfahren auf das neu angefasste Einsteckende aufgetragen werden **(Bild 3)**.

Bild 4 zeigt, wie mit technischem Gerät die aus dem Gelände rührenden Transport- und Einbauprobleme gelöst werden. Im Langlaufstadion mit seinen 7 km Loipe kamen rund 5000 m Gussrohre DN 100 und DN 150 zum Einsatz. Auf einer Gesamtfläche von etwa 10 ha verteilt sind dort neben den Loipen im Gelände 32 Zapfstellen (Unterflurhydranten **[Bild 5]** und Oberflurhydranten) installiert, von wo aus 12 Schnee-Kanonen und eine wechselnd große Anzahl von Lanzen mit vorgekühltem Schneewasser gespeist werden. Überall sind die Rohre frostsicher in einer Tiefe von 1,30 m verlegt.

Das Beschneigungssystem für die beiden Sportstätten in Oberstdorf hat folgenden Aufbau: Der Wasserbedarf für die Herstellung des Kunstschnees wird aus dem örtlichen Trinkwassernetz gedeckt, ersatzweise kann die durch Oberstdorf fließende Stillach als Wasserspender genutzt werden. Als ständige Wasserreserve wurde ein so genannter „Schneiteich“ angelegt, der ständig mit 12.000 m³ gefüllt ist. Von dort aus wird das Wasser zunächst in einen Kühlturm geleitet – er arbeitet mit Verdunstungskälte im Gegenstromverfahren – und dort auf möglichst nah an 0 °C heruntergekühlt. Danach bekommt es in der zentralen Pumpstation den nötigen Druck und wird mit Drücken zwischen 15 und 40 bar in dem Leitungssystem

nachbarten Ski-Langlaufstadion beauftragt worden war. Das ganze Projekt ist in erster Linie auf die Mitte Februar 2005 in Oberstdorf stattfindende WM der Nordischen Kombination mit dem Spezialspringen gerichtet. Die Region erwartet bei diesem Anlass 300.000 Besucher und 800 Sportler und Sportfunktionäre.

Im Skisprungstadion werden auf einer Schneefläche von etwa 1,5 ha zwischen 12.000 und 16.000 m³ Kunstschnee im Laufe der gesamten Wintersaison benötigt, damit dort eine „technische“ Schneehöhe von mindestens 50 cm entstehen und gehalten werden kann. Für die Beschneigung im Stadion standen 4 Schneekanonen (Propeller-Schnee-Erzeuger) und zeitweise zusätzlich kleinere Geräte (Lanzen) zur Verfügung. Für die Wasserversorgung der Schneigeräte wurden im Sprungstadion 470 m Gussrohre DN 100 und 160 m DN 80 als Druckleitung PN 40 eingebaut



Bild 6: Beschneigung am Schanzenauslauf

(Foto: Marcus Mägdefrau)

den Schneekanonen zugeführt. Rohre aus duktilem Guss DN 200 und DN 300 wurden außerdem auf den kurzen Strecken zwischen Schneiteich, Kühlturm und Pumpstation eingebaut.

Um jedes Risiko auszuschließen, wurde schon 3 Monate vor der WM mit der Herstellung von Kunstschnee begonnen, den man teilweise gleich an den richtigen Stellen, nämlich auf den Langlauf-Loipen und im Skisprungstadion platzierte, der aber auch in größerem Umfang auf Vorrat hergestellt und deponiert wurde (**Bild 6**).

40 cm Schnee auf dem ganzen Skihang innerhalb von 72 Stunden

Auch das Sauerland versucht alles, um als Winter-sportregion wieder attraktiver zu werden und sich aus der Abhängigkeit des unzuverlässigen Winterwetters in diesem Gebiet zu befreien. So wurde rechtzeitig zur Wintersaison 2004/05 die Skilift-Anlage Hunau (**Bild 7**), nahe dem sauerländischen Skizentrum Winterberg, ausgebaut und mit einer neuen Beschneigungsanlage bestückt. Dafür waren auch Rohrleitungen in einer Gesamtlänge von 2,5 km notwendig, bei 1,9 km kamen duktile Gussrohre mit längskraft-schlüssiger BLS-Verbindung zum Einsatz. Das ca. 40 ha große Skigebiet steigt vom Wasserspeicherbecken als tiefstem Punkt bis zur Bergstation 250 m nach oben. Im Betrieb müssen die einzelnen Rohrleitungs-strecken einem Druck bis zu 63 bar standhalten. Acht Schneekanonen sind zu speisen. Das vorgekühlte Wasser bekommen diese Schnee-Erzeuger aus 21 Hydranten, die entlang der Piste auf dem Skihang verteilt sind (**Bild 8**).

Die Schneekanonen arbeiten hier – genau wie die in Oberstdorf – mit einem Ventilatorsystem (im Gegen-satz zum Druckluftsystem). Jede einzelne Maschine kann eine Schneemenge von bis zu 110 m³/h erzeugen. Es sind Schneequalitäten in 9 Stufen möglich. Die Anlage im Sauerland ist so programmiert, dass zu Beginn einer Saison – bei Außentemperaturen um 0 Grad – innerhalb von 72 Stunden eine Schneedecke

Bild 7: Bauarbeiten an der Skipiste

(Foto: Stephan Hobohm)



Bild 9: Einbaubedingungen
im Schiefergestein des
Sauerlandes



Bild 8: Abzweig für
Hydranten und Steuerkabel

(Fotos: Stephan Hobohm)



in Höhe von 40 cm auf dem gesamten Skihang entsteht. Das mit diesem Projekt beauftragte Ingenieurbüro Gierse und Schulte aus Fredeburg hatte sich bei den Druckleitungen für duktile Gussrohre entschieden, „weil dieses robuste Rohrsystem glänzend mit den steinig Einbaubedingungen klar kommt (**Bild 9**) und mit seiner unkomplizierten und dennoch zuverlässigen Verbindungstechnik einfach und schnell zu verbauen ist und damit Zeit und Kosten spart.“ Es wurden Rohre in den Nennweiten DN 80, 100, 150 und 200 geplant. Die BLS-Verbindung ist je nach Nennweite bis 100 bar ausgelegt.

Italien, Frankreich und Österreich haben in ihren Wintersportgebieten schon vor 15 Jahren mit Kunstschnee angefangen. In Österreich ist man besonders weit fortgeschritten: Auf der Gesamtfläche aller Skipisten von 24.000 ha ist dort bereits ein Viertel mit Beschneigungsanlagen ausgestattet. Dafür sind inzwischen 1600 km Rohrleitungen gelegt werden, die zum größten Teil aus duktilen Gussrohren bestehen. In Deutschland ist die Entwicklung auf dem selben Wege.

Literatur:

- [1] Titze, E.: Duktile Gussrohre für Beschneigungsanlagen. GUSSROHRTECHNIK 37 (2003) S. 13
- [2] DIN EN 545: Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen; Anforderungen und Prüfverfahren. Sept. 2002
- [3] DVGW-Arbeitsblatt GW 368: Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen oder Stahl. Juni 2002
- [4] DIN EN 805: Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden, Januar 2000

- [5] Rau, L.: Reparatur einer unter Druck stehenden Abwasserdruckleitung aus duktilem Gussrohr mittels Rohrfrostung (Cryostop®-Verfahren). GUSSROHRTECHNIK 34 (1999), S. 20

Beteiligte Firmen:

1. Anlage im Ried

Schneirohrleitungen und Erdarbeiten für die Loipentrassen: ATS Allgäuer Tief- und Straßenbau GmbH & Co. KG, Sonthofen
 Rohrleitungsbau: Norbert Schütz, Boos
 Bauausführung Schneiteich und Pumpstation: Filgis, Altusried
 Technische Ausrüstung der Pumpstation: Franz Lohr, Ravensburg
 Planung Pumpstation: Technisches Büro für Kulturtechnik, Dipl. Ing. Heinz Überbacher, Innsbruck
 Generalplanung: IB Dr.-Ing. Koch, Bauplanung GmbH, Kempten

2. Schattenbergstadion:

Planung: IB Dr.-Ing. Koch, Bauplanung GmbH, Kempten
 Schneirohrleitungen und Erdarbeiten für die Loipentrassen: ATS Allgäuer Tief- und Straßenbau GmbH & Co. KG, Sonthofen
 Rohrleitungsbau: Norbert Schütz, Boos
 Technische Ausrüstung Pumpstation: Techno Alpin, Pasenbach
 Bauausführung Pumpstation: ATS Allgäuer Tief- und Straßenbau GmbH & Co. KG, Sonthofen

3. Hunau:

Bauausführung: Fa. Hepelmann, Bad Fredeburg.
 Ausrüstung Beschneigungsanlage: Techno-Alpin
 Planung: Ingenieurbüro Gierse und Schulte, Bad Fredeburg

Erneuerung einer Ortsnetzleitung im Berstlining-Verfahren

von Peter Emmerich und Dipl.-Ing. Rainer Schmidt

1. Einleitung

Der Stadtteil Erdhausen der Stadt Gladenbach wird seit Januar 2000 vom Zweckverband Mittelhessische Wasserwerke mit Trink- und Betriebswasser versorgt. Das vorhandene Leitungsnetz wurde zu diesem Zeitpunkt übernommen.

Weil eine Leitung in einem Steilhang dringend außer Betrieb genommen werden musste, wurde eine Erneuerung mit gleichzeitiger Dimensionsvergrößerung der Versorgungsleitungen in der „Schneebergstraße“ sowie in der Straße „Am alten Berg“ erforderlich. Dem zur Verfügung stehenden Bestandsplan war zu entnehmen, dass die Versorgungsleitungen aus Grauguss bestehen und eine Nennweite von DN 125 mm bzw. 100 mm aufweisen. Die Entscheidung

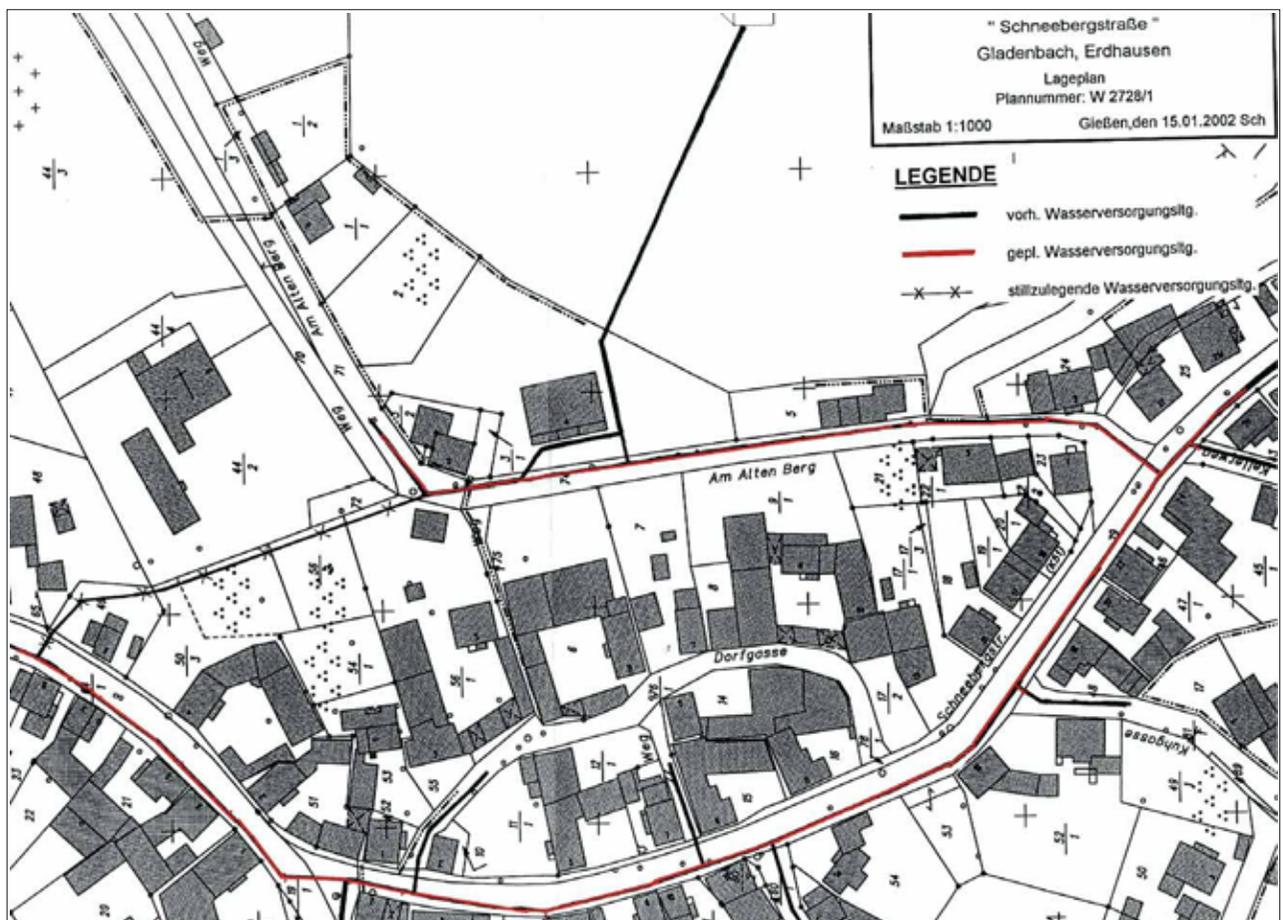
für das Auswechseln der Versorgungsleitungen wurde durch die errechnete hydraulische Überlastung und die zunehmende Schadenshäufigkeit der Graugussleitungen unterstützt [1].

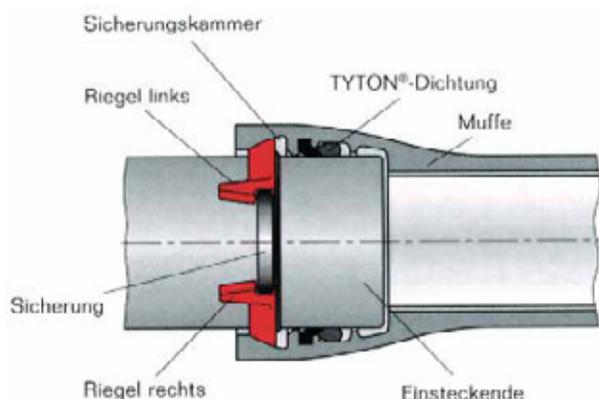
2. Planung und Ausschreibung

Die gesamte Baumaßnahme umfasste den Einbau von rund 700 m Versorgungsleitungen DN 150 GGG/ZMU sowie rund 50 m DN 100 GGG/ZMU. Außerdem mussten 40 Hausanschlüsse mit einer Gesamtlänge von 230 m in PE-X DA 40 mm erneuert werden. Im Lageplan (**Bild 1**) sind die zu erneuernden Leitungsabschnitte dargestellt.

Geplant und ausgeschrieben wurde der Rohreinbau konventionell in offener Grabenbauweise. Als Rohrmaterial wurde duktiles Gussrohr (GGG) nach DIN EN 545 [2] mit Zementmörtelauskleidung (ZM) und

Bild 1: Lageplan der Baumaßnahme





äußerer Zementmörtelumhüllung (ZMU) nach DIN 30674-2 [3] vorgesehen. Das Rohrmaterial sollte vom Auftraggeber bauseits zur Verfügung gestellt werden. Nebenangebote waren zugelassen.

Die Unterlagen der öffentlichen Ausschreibung wurden von 15 Unternehmen angefordert. Zur Submission lagen 8 Angebote vor, von denen 7 gewertet werden konnten.

3. Wertung der Angebote und Auftragsvergabe

Neben den sieben Hauptangeboten in konventioneller Bauweise wurde ein Nebenangebot abgegeben, das die Leitungsauswechslung im Berstlining-Verfahren vorsah. Grundsätzlich ergeben sich Kostenvorteile für dieses Verfahren, wenn in der zu berstenden Strecke nur wenige Abgänge, wie z. B. Hausanschlussleitungen, vorhanden sind, wenn hochwertige Oberflächen geschont werden sollen oder wenn der Verkehrsfluss sich nicht anders aufrecht erhalten lässt. Weitere Vorteile sind wesentlich geringerer Bodenaushub, kaum Bodenaustausch und ein nahezu witterungsunabhängiger Bauablauf.

Neben den genannten Gründen ergab sich ein wesentlicher Kostenvorteil des Verfahrens aus den hohen Entsorgungskosten des mit Steinkohlenteerpech belasteten Straßenaufbruchmaterials. Im Vergabeverfahren musste abgewogen werden, ob der technisch, organisatorisch und logistisch andere Bauablauf mit den Besonderheiten der Baustelle vereinbar war. Aufgrund des zu erwartenden Kostenvorteils wurde das Nebenangebot angenommen und beauftragt.

4. Duktile Gussrohre mit BLS- Längskraftsicherung

Für den ausgeschriebenen konventionellen Einbau waren duktile Gussrohre mit Tyton-Muffe nach DIN EN 545 mit Zementmörtelauskleidung und Zementmörtelumhüllung ausgeschrieben. Aufgrund bester Erfahrungen mit diesem Rohrwerkstoff wurde auch für das Berstlining dieses Material gewählt. Dadurch konnte auch das übliche und bewährte Anbohrschellen-System beibehalten werden.

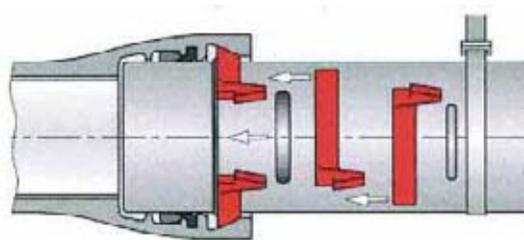


Bild 2: Konstruktion der BLS-Verbindung

Bild 3: Montageablauf der BLS-Verbindung

Zur Übertragung der Zugkräfte sind beim grabenlosen Verfahren längskraftschlüssige Muffenverbindungen erforderlich, die in Form der BLS-Muffe (**Bild 2**) zur Verfügung stehen. Bei dieser Verbindung wird bei den in Frage kommenden Nennweiten DN 100 und DN 150 die Längskraft durch jeweils zwei Riegel übertragen. Diese Riegel werden nach der Verbindungsmontage in einer der Dichtungskammer vorgelagerten Sicherungskammer eingelegt. Zur Erhöhung der möglichen Zugkraft wird ein zusätzlicher, so genannter Hochdruckriegel, eingeschoben. Damit diese Riegel nicht verrutschen können, wird schließlich noch eine Sicherung (Kunststoffblock) eingebracht (**Bild 3**). Die Kräfte werden über die eingelegten Riegel und eine auf dem Einsteckende angebrachte Schweißraupe übertragen. Die Verbindung ist gelenkig und kann bis zur Nennweite DN 150 um bis zu 4° abgewinkelt werden. Laut DVGW-Merkblatt GW 323 [2] können Verbindungen dieser Nennweite bei gerader Trasse mit maximal 215 kN Zugkraft belastet werden.

5. Verfahrensbeschreibung

Grundsätzlich kann das Berstlining-Verfahren zur Erneuerung nahezu aller verwendeten Rohrwerkstoffe eingesetzt werden. Voraussetzung ist, dass die vorhandene Wasserleitung über einen gewissen Zeitraum außer Betrieb genommen werden kann.

Weil in unserem Fall alle Wasseranschlussleitungen erneuert werden mussten, wurden diese zu Beginn eines Berstabschnitts zunächst sowohl in offener Bauweise als auch im Erdverdrängungsverfahren (Erdrakete) erneuert. Die erneuerten Wasseran-



Bild 4: Ersatzversorgungsleitungen



Bild 5: Zugmaschine

schlussleitungen wurden vorübergehend an oberirdische Ersatzleitungen aus PE-HD angeschlossen (**Bild 4**), um so die Versorgung der Kunden sicherzustellen. Damit wird deutlich, dass das gewählte Verfahren in Zeiten mit Frostgefahr nicht einsetzbar ist. Ebenso könnten hohe Außentemperaturen die Wasserqualität in den oberirdisch liegenden Leitungen beeinträchtigen.

Aus einer Zielgrube, in der die hydraulisch betriebene Zugmaschine (Zugkraft 400 kN) platziert ist (**Bild 5**), wird in die außer Betrieb genommene Wasserleitung ein Zug-/Schubgestänge zur Startgrube geschoben.

Das Gestänge besteht aus ca. 80 cm langen Einzelstangen, die formschlüssig ineinander verhakt werden. In der Startgrube angekommen, wird an das Gestänge die Spalt- und Aufweiteinrichtung montiert. Sie besteht aus einer keilförmigen mit mehreren unterschiedlich großen Rollenmessern bestückten Spalteinrichtung. Sie bricht bzw. schneidet das alte Rohr auf (**Bild 6**). Dahinter läuft ein konischer Aufweitkopf, an den direkt das neue Medienrohr mittels eines Zugkopfs angehängt wird. Es wird mit dem Bersten und Aufweiten im selben Arbeitsgang eingezogen.

6. Bauablauf

Nach Herstellung der Ersatzversorgungen wurden über der bestehenden Graugussleitung DN 125 Start- und Zielgruben angelegt, deren Sohlen mit gebrochenem Material wasserdurchlässig befestigt wurden, um bei jeder Witterung eine hygienisch einwandfreie Bearbeitung und Montage der Muffenverbindungen zu ermöglichen.

Die alte Leitung wurde im Bereich der Baugruben herausgetrennt. Damit wurde eine Öffnung frei, in der das Zuggestänge eingeschoben, die Spalt- und Aufweiteinrichtung mit dem Zugkopf montiert und das erste 6 m lange Rohr DN 150 GGG/ZMU mit dem Spitzende voraus bis ca. 0,60 m vor die Muffen eingezogen werden konnte. Das nächste Rohr wurde in die Muffe eingeschoben, verriegelt und mit einer Schrumpfmanschete versehen. Damit die Schrumpfmanschete beim Rohreinzug keinen Schaden nimmt, wurde zusätzlich eine trichterförmige Stahlblechmanschette über die geschützte Muffe gezogen (**Bild 7**). Der Rohrstrang

konnte während des Einziehens sehr gut in den offenen Gruben der Hausanschlüsse beobachtet werden. Auf diese Weise wurden innerhalb eines Arbeitstages 120 bis 140 m der neuen Versorgungsleitung eingezogen. Dabei ist jedoch der Zeitaufwand der umfangreichen Vorarbeiten nicht berücksichtigt.

Auf einer Teilstrecke von insgesamt etwa 200 m traten Schwierigkeiten dadurch auf, dass der mit DN 125 angenommene und in Bestandslageplänen dargestellte Nenndurchmesser bei Öffnung der Zielgrube nur als Leitung DN 65 GG angetroffen wurde. Die bei der Übernahme der Wasserversorgung im Jahr 2000 übergebenen Bestandspläne erwiesen sich hier als unzutreffend. Längsschnitte lagen überhaupt nicht vor. Dem Hindernis konnte mit einer kleineren Zugmaschine (Zugkraft 250 kN) und einem Zuggestänge mit geringerem Durchmesser begegnet werden. Zusätzlich wurde jedoch ein weiterer Aufweit-Arbeitsgang erforderlich, um in die sehr enge Leitung DN 65 einen neuen Rohrstrang DN 150 GGG/ ZMU einzuziehen zu können. Hierzu wurde, nachdem das Gestänge von der Zielgrube zur Startgrube eingeschoben war, am Aufweitkopf statt des Rohrs erneut ein Zuggestänge-Strang befestigt und mit eingezogen. Dadurch war es möglich, nach Fertigstellung des ersten Aufweitvorgangs den zweiten, größeren Aufweitkopf mit der neuen Rohrleitung einzuziehen, ohne das Gestänge erneut einschieben zu müssen. Damit war auch die Gefahr des Einbrechens für den vorgeweiteten Rohrkanal gebannt.

Der bei dieser erheblichen Aufweitung verdrängte Boden hat zu keinerlei Problemen geführt. Hebungen der Oberfläche traten nicht auf, was möglicherweise dem Umstand zuzuschreiben ist, dass die geborstene Leitung eine Überdeckungshöhe von rund 1,50 m hat. Fremdanlagen hatten in diesem Einzugsabschnitt ausreichend große Parallel- und Kreuzungsabstände. Zeitliche Verzögerungen durch den zusätzlichen Aufweitvorgang waren zwar nicht zu vermeiden, waren jedoch für den Bauablauf unbedeutend und durchaus zu vertreten.

Ein weiteres Hindernis trat an einem nicht im Lageplan dargestellten Bogen 22° auf. Es musste eine zusätzliche Baugrube angelegt und der Bogen herausgetrennt werden. Grundsätzlich konnten alle Bögen bis 11° mit dem System durchfahren werden.



Bild 6: Spalt- und Aufweitevorrichtung



Bild 7: Blechkonus zum Schutz des Verbindungsbereichs



Bild 8: Scherben der geborstenen Grauguss-Leitung

Nach Fertigstellung von jeweils zwei Einzugsabschnitten wurde die neugelegte Leitung druckgeprüft, desinfiziert und in Betrieb genommen. Die Hausanschlüsse wurden mittels Anbohrschellen hergestellt. Die Ersatzversorgung wurde abgebaut und zur Versorgung der Kunden des nächsten Einzugsabschnitts neu ausgelegt. Vor Inbetriebnahme sämtlicher Ersatzversorgungen wurden grundsätzlich Wasserproben entnommen und untersucht. Erst nach Vorliegen negativer Ergebnisse wurden die Leitungen in Betrieb genommen. Alle Druckprüfungen und Desinfektionen sowohl der neugelegten Leitungsabschnitte als auch der Ersatzversorgungen waren stets sofort ohne Beanstandung.

7. Rahmenbedingungen und Schwierigkeiten

- Große Bedeutung kommt den Bestandsunterlagen zu, weil unrichtige Durchmesser- und Materialangaben sowie nicht dargestellte Formstücke sofort zu Problemen führen. Daher müssen im Planungsstadium möglichst sämtliche Informationen über den Bestand und Fremdanlagen zusammengetragen und auf ihre Authentizität geprüft werden.
- Kenntnisse über die genaue Lage von Hausanschlussleitungen sind ebenfalls unabdingbar, damit die Ersatzversorgung ordnungsgemäß aufgebaut werden kann.
- Ersatzversorgungen sind bei dem beschriebenen Verfahren in jedem Fall erforderlich. Bei der Planung der Bauzeit sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass hohe oder niedrige Außentemperaturen während des Betriebs der Ersatzversorgung möglichst vermieden werden.
- Die Hausanschlussdichte spielt bei der Verfahrenswahl eine entscheidende Rolle. In unserem Fall, mit einem Verhältnis von einem Wasseranschluss auf 17,5 m Leitungslänge, dürfte die obere Grenze der wirtschaftlichen Einsetzbarkeit des Berstlining im Normalfall erreicht sein.

8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Bersten einer Graugussleitung DN 125 mit anschließendem Einziehen einer Leitung DN 150 aus duktilem Gusseisen mit längskraftschlüssigen BLS-Steckmuffen hat sich als sehr gute Alternative zur konventionellen „offenen“ Bauweise erwiesen. Trotz unzureichender Bestandsunterlagen und den damit verbunden Überraschungen konnte die Baumaßnahme erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Zementmörtelumhüllung der neuen Rohre hat keine sichtbaren Beschädigungen durch die scharfkantigen Graugusscherben (**Bild 8**) erlitten. Diese Annahme stützt sich auf Sichtkontrollen in den durchfahrenen Hausanschlussgruben. Auch die Zugkräfte wurden von der BLS-Verbindung problemlos übertragen.

Selbst das unvorhergesehene Bersten und Aufweiten einer Leitung DN 65 und das Einziehen einer neuen Leitung DN 150 GGG/ZMU (5,3-fache Volumenvergrößerung) konnte mit zwei Aufweitvorgängen bewältigt werden.

Das vorgestellte Verfahren, eine Graugussleitung zu bersten, um eine Duktilgussleitung mit BLS-Schubsicherung bei gleichzeitiger Durchmesserergrößerung einzuziehen, stellt bei geringer Anzahl von Wasseranschlüssen (Zwangspunkte) eine gute Alternative zur „offenen“ Bauweise dar. Besondere Bedeutung kommt dabei genauen und aussagekräftigen Bestandsunterlagen zu.

Literatur

- [1] Loew, Werner: Auswechseln von Graugussrohren durch duktile Gussrohre mit dem Berstlining-Verfahren. Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg, Band 28, 2004, Essen
- [2] DIN EN 545: Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
- [3] DIN 30674 –2: Umhüllung von Rohren aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung
- [4] DVGW-Merkblatt GW 323: Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsanlagen durch Berstlining; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Juli 2004

Grabenlose Erneuerung

Langrohrrelining DN 900 in Leipzig Mölkau

von Dipl.-Ing. Grit Schnitzer, Dipl.-Ing. Henry Simon und Wolfgang Rink

1. Einleitung

Die Stadt Leipzig sowie die Umlandgemeinden werden über vier Großwasserwerke mit Trinkwasser versorgt; sie liegen in Naunhof (WW Naunhof 1 und 2), Canitz und Thallwitz.

In diesen vier Werken werden Grundwasser sowie Uferfiltratwasser zu Trinkwasser aufbereitet. Die zwei Wasserwerke in Canitz und Thallwitz, die in der Muldenaue zwischen Eilenburg und Wurzen liegen, fördern das aufbereitete Trinkwasser über eine zwei-strängige Doppelleitung in die Behälter- und Verteilerstation Probstheida. Jede Fernleitung ist einem Wasserwerk zugeordnet und kann bei Bedarf umgeschiebert und wechselseitig betrieben werden.

Bild 1: Rohrbruch mit Wasserschaden

2. Fernleitung Thallwitz-Leipzig

An der Fernleitung Thallwitz-Probstheida sind im Bereich der „Albrechtshainer Straße“ im noch nicht sanierten Leitungsabschnitt im Abstand von nur wenigen Monaten drei schwere Rohrbrüche aufgetreten (**Bild 1**).

Die betroffene Leitung wurde 1915 mit Rohren aus Grauguss DN 1100 gebaut. Abnutzung und Verschleiß der Leitung, verbunden mit dem schweren Verkehr auf der ungenügend befestigten Straße führten zu den Störfällen. Deshalb wurde die Sicherung des gefährdeten Leitungsabschnitts dringend erforderlich.

Die Erneuerung des betroffenen Leitungsabschnitts in der Albrechtshainer Straße ist Bestandteil einer umfassenden Sanierung der Trinkwasserhaupttransportleitung (Fernleitung) vom Wasserwerk Thallwitz zum Wasserwerk Probstheida; mit dieser Sanierung wurde bereits 1998 begonnen.



Über diese Leitung werden täglich 24.000 m³ Trinkwasser nach Leipzig gefördert, was einem Viertel des Gesamtbedarfs im Versorgungsgebiet der KWL entspricht. Daran ist die überragende Bedeutung der Leitung für die Versorgung der Stadt Leipzig und des Umlandes abzulesen. Die Gesamtlänge der Fernleitung beträgt 25 km. Seit 1998 wurden über 3 km der Rohrleitung in 7 Abschnitten ersetzt bzw. saniert.

Weitere 2,5 km sanierungsbedürftiger Abschnitte sind für die nächsten Jahre in Planung.

Die Reihenfolge der zu sanierenden Abschnitte wird nach Rohrbruchgefahr, Zustandseinschätzung, Alter und Lage ausgewählt. Einfluss auf den Zeitpunkt der Sanierung haben auch im Bereich der Leitung durchgeführte Bauarbeiten wie Straßenbau oder Bau anderer Ver- und Entsorgungsleitungen. Bei Querung von Straßen höherer Ordnung ist ein Einbau im Schutzrohr erforderlich.

Aus versorgungstechnischen Gründen ist eine vollständige Sanierung der gesamten Fernleitung ohne Unterbrechungen nicht möglich. Es ist technisch nicht möglich, gleichzeitig mehrere Fernleitungen außer Betrieb zu nehmen, ohne die Sicherheit der Trinkwasserversorgung von Leipzig und dem Umland zu gefährden. Arbeiten an den Haupttransportleitungen setzen eine genaue Planung und vorherige Abstimmung mit anderen Maßnahmen und Unternehmensbereichen der KWL GmbH voraus.

Zudem schränkt die Außerbetriebnahme nur einer einzigen Leitung die Förderkapazität ein und ist nicht zuletzt auch aus hygienischen Gründen zeitlich zu begrenzen. Aus diesen Gründen muss die Sanierung der Leitungen in einzelnen Abschnitten durchgeführt werden.

3. Planung

Unter Beachtung dieser Voraussetzungen wurde Anfang 2004 entschieden, den am stärksten durch Rohrbrüche gefährdeten Abschnitt, der sich innerhalb eines Siedlungsgebietes in Leipzig-Mölkau befindet, kurzfristig als Einphasenplanung vorzubereiten und auszuschreiben.

Im Rahmen der Planung wurden insbesondere die Randbedingungen, die bei der Realisierung der Maßnahme entstehen, abgestimmt (Trasseneinordnung, Baugruben, Verkehrsorganisation während der Bauphase, Einholung von notwendigen Genehmigungen u. a.), das Leistungsverzeichnis erstellt und das Vorhaben zur Ausschreibung vorbereitet. Bereits Ende Februar 2004 konnte aufgrund der sehr guten Zusammenarbeit aller im Vorfeld Beteiligten mit dem Bau begonnen werden.

4. Materialauswahl

Bei der Materialauswahl entschied sich der Auftraggeber für Rohre aus duktilem Gusseisen nach DIN 545, mit der TYTON-Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28 603.

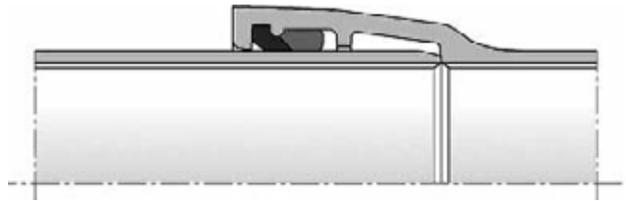


Bild 2: Übertragung von axialen Druckkräften in der TYTON-Verbindung

Innen sind diese Rohre mit Zementmörtel ausgekleidet, der Außenschutz besteht aus einem Zink-Überzug mit Deckbeschichtung. Die Entscheidung für diese Rohre fiel vor allem wegen ihrer langen technischen Nutzungsdauer, der bewährten Verbindungstechnik, der einfachen Handhabung beim Einbau sowie ihrer großen Sicherheitsreserven. Als Verfahrensvariante wurde das Einschieben der Rohre untersucht, bei dem die sonst übliche zugfesten Verbindungen entfallen konnten. Die Einschubkräfte sollten dabei direkt von der Stirnfläche des Einsteckendes auf den Muffengrund des nächsten Rohres übertragen werden. Das Verfahren ist zu Gunsten der GELSENWASSER AG patentiert.

5. Untersuchungen im Vorfeld der Maßnahme

Die Länge der im Langrohrrelining zu sanierenden Strecke betrug 372 m. Wegen der erforderlichen Entfernung von Inkrustierungen in der Graugussleitung DN 1100 wurde etwa in der Mitte der Strecke eine Zwischenbaugrube notwendig. Die maximale Teilstreckenlänge betrug somit ca. 200 m. Da die Einsteckenden der Rohre angeschrägt (angefast) sind, steht nicht der gesamte Rohrwandquerschnitt zur Übertragung der Presskraft zur Verfügung (**Bild 2**). Bei einem nach DIN EN 545 kleinstmöglichen Außendurchmesser der Nennweite 900 und der Mindestwanddicke von 10,4 mm (K 9), steht nach Abzug der Anfasung noch eine Fläche von 10.262 mm² zur Übertragung der Einschubkräfte zur Verfügung. Die Druckfestigkeit von duktilem Gusseisen beträgt $\sigma_D = 550 \text{ N/mm}^2$. Ohne Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwerts ist damit eine Presskraft von $P = \sigma_D \cdot F = 550 \cdot 10262 = 5644 \text{ kN}$ möglich. Dieser theoretische Ansatz sollte jedoch keinesfalls als zulässige Einschubkraft angesetzt werden. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Randbedingungen, wie einer möglichen Abwinkelung der Verbindungen, der Wandrauigkeit der zu sanierenden Leitung usw., kann ein erheblicher Sicherheitsbeiwert erforderlich werden.

Im vorliegenden Fall beträgt die max. Länge eines Rohrstrangs 200 m. Bei Rohren aus duktilem Gusseisen DN 900 mit einer Wanddicke K 9 ergibt dies ein Stranggewicht von 65.000 kg (65 t). Bei einem Reibungsbeiwert von $\mu = 1,0$ wäre eine Presskraft von 650 kN erforderlich.



Bild 3: Versuchseinrichtung zur Bestimmung der zulässigen Einschubkräfte

Im Falle von Abwinkelungen der Verbindungen könnte die Druckfestigkeit des duktilen Gusseisens örtlich soweit in Anspruch genommen werden, dass die damit verbundenen Verformungen zu einer Beschädigung der Zementmörtelauskleidung führen würden. Aus trinkwasserhygienischen Gründen konnten zwischen Einsteckende und Muffengrund keine hölzernen Druckausgleichsringe eingesetzt werden. Damit muss die Einschubkraft auf den Wert begrenzt werden, bei dem die Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) unbeschädigt bleibt. Diese Grenze wurde auf dem Versuchsstand des Rohrherstellers über einen Schubversuch mit Rohren der Nennweite 900 ermittelt.

Eine TYTON-Verbindung DN 900, Form B (Langmuffe) wurde montiert und in eine Presse eingebaut. Die Schubkraft wurde durch Wasserinnendruck eines Glattrohrabschnitts DN 500 x 2000 mm, der an beiden Enden mit TYTON-Druckkappen verschlossen wurde, aufgebracht (**Bild 3**). Der Druck wurde in Stufen von jeweils 10 bar erhöht, was einer axialen

Druckkraft von ca. 221 kN entspricht. Die Haltezeit je Druckstufe betrug ca. 10 Minuten. Während des gesamten Axialdruckversuches wurde das Verhalten der Zementmörtelauskleidung in der Muffenverbindung mit einer Kamera von innen aufgezeichnet.

Bei einem Wasserinnendruck von 60 bar, was einer Schubbelastung von 1330 kN entspricht, wurde der Versuch abgebrochen. An der Muffenverbindung und an der Zementmörtel-Auskleidung waren keine sichtbaren Verformungen oder Beschädigungen der Zementmörtelauskleidung zu erkennen. Diese Kraft entspricht etwa dem doppelten Wert der aus dem Stranggewicht abgeleiteten maximal erforderlichen Schubkraft von 650 kN.

6. Bauführung

Entsprechend der örtlichen Situation wurden 3 Baugruben errichtet, wobei die mittlere Grube als Montage- und Pressbaugrube für beide Leitungsabschnitte verwendet wurde. Diese Baugrube wurde



Bild 4: Rohr wird in die Startgrube abgelassen



Bild 5: Montage der Rohrverbindung



Bild 6: Beginn des Einschubvorganges

zur Rohrgrabensicherung komplett mit Spundwandprofilen gesichert und als Baugrube zur Reinigung und Kalibrierung der Altleitung sowie zum schnellen Einbau der neuen Rohre vorbereitet. Die Presskräfte wurden über entsprechende Widerlager aus einer Stahlkonstruktion in die Baugrubenwand eingeleitet. Zum Einschieben der Rohre wurde eine Bohrpressemaschine mit einer Presskraft von 50 Tonnen eingesetzt.

Nach der Fertigstellung der Baugruben wurde das Innere der Graugussleitung DN 1100 mit einer Kettenschleuder mechanisch gereinigt und anschließend gespült. Dann wurden die Stemmuffen-Verbindungen überprüft. Vorhandene Muffenspalten wurden verschlossen, Absätze angeglichen.

Auf die Sohle der Graugussleitung DN 1100 wurde durchgehend Gleitmittel aufgebracht. Die Graugussleitung DN 1100 hat einen Innendurchmesser von 1100 mm. Der Muffenaußendurchmesser der neuen duktilen Rohre DN 900 beträgt 1042 mm. Dies ergibt einen theoretischen Ringspalt von 29 mm. Es wurde entschieden, die neuen Rohre DN 900 auf den Muffen schleifend einzuschieben. Die Muffen der Rohre wurden dazu mechanisch geschützt. Nach dem Einbau der vorstehend schon beschriebenen Presse in die mittlere Baugrube wurde mit dem Einbau der Rohre DN 900 begonnen. Dies ging wie in den nachstehend beschriebenen Arbeitsschritten vorstatten:

1. Ablassen eines Rohres DN 900 in die Baugrube (**Bild 4**)
2. Montage der TYTON-Steckmuffen-Verbindung (**Bild 5**)
3. Zur Abminderung des Reibungsbeiwertes wird die Muffe des einzuziehenden Rohres DN 900 im Sohlenbereich mit Gleitmittel bestrichen und mit einer Manschette aus Stahlblech geschützt (**Bild 5**)
4. Einschieben des Rohres DN 900 (**Bilder 6 und 7**).



Bild 7: Maschine während des Einschiebens

Die höchste Presskraft wurde mit 220 kN gemessen. Dies bedeutet, dass sich infolge der getroffenen Vorbereitungen - gutes Reinigen der alten Leitung, Verschließen der Muffenspalte, ausreichender Einsatz von Gleitmittel - bei einem Stranggewicht von 65 t ein Reibungsbeiwert von 0,34 eingestellt hat. Nach dem Einpressen der Rohre in die erste Teilstrecke wurde die Presse in der mittleren Baugrube um



Bild 8: Verbindung der beiden Teilstrecken



Bild 9: Einbindung in die bestehende Leitung

180° gedreht und die fehlenden Rohre mit den selben Arbeitsschritten in die zweite Teilstrecke eingebaut. Für das Einschleiben der neuen Rohre in beide Teilstrecken war die erstaunlich kurze Arbeitszeit von nur 3 Tagen erforderlich.

Nach der Beendigung der Pressarbeiten wurde die Presse aus der mittleren Baugrube ausgebaut, die Enden der beiden Teilstrecken wurden verbunden (**Bild 8**) und eine Dichtheitsprüfung durchgeführt. Sie wurde auf Antrieb erfolgreich bestanden. Anschlie-

ßend wurden die Leitungsenden des mittels Langrohrrelining sanierten Leitungsabschnitts in die vorhandene Leitung eingebunden (**Bild 9**).

Im sanierten Abschnitt wurde der verbleibende Ringraum verdämmt sowie die vorhandenen Baugruben mit Flüssigboden verfüllt. Dabei wurde der vorhandene Rohrgrabenaushub auf einem in der Nähe der Baustelle befindlichen Zwischenlager mit Flüssigboden Compound (FB-C) angereichert und mit Wasser in eine breiige Konsistenz überführt. Der Vorteil besteht darin, dass der selbsterhärtende Flüssigboden innerhalb kurzer Zeit die Möglichkeit schafft, den entsprechenden Straßenaufbau herzustellen und somit die Straßendecke zu schließen – umfangreiche Verdichtungsarbeiten können entfallen.

7. Zusammenfassung

Aufgrund der überregionalen Bedeutung der Fernleitung Thallwitz-Leipzig für die Wasserversorgung der Stadt Leipzig galt es, innerhalb kürzester Zeit die Planung, Ausschreibung und Realisierung eines Rohrleitungsabschnitts vorzunehmen. Die geplante Bauzeit von 2 Monaten konnte aufgrund des sehr guten Zusammenspiels aller am Bau Beteiligten sowie der extrem kurzen Zeiten für den eigentlichen Rohreinbau um drei Wochen verkürzt werden.

Beteiligte der Maßnahme:

Bauherr: Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH
 Planung/Bauüberwachung: Bau und Service Leipzig GmbH
 Bauausführung: Diringer & Scheidel GmbH & Co. KG

Neue Lebensadern für ein Berliner Wahrzeichen „Das Olympiastadion“

von Dipl.-Ing. Arno Oprotkowitz und Dipl.-Ing. Lutz Rau

Einleitung

Der Komplex des Olympiastadions wurde nach Plänen des Architekten Ernst March zwischen 1934 und 1936 für die XI. Olympischen Spiele in Berlin errichtet. Zur gesamten Anlage gehören neben dem Stadion eine Vielzahl von Sportstätten, wie das Schwimmstadion, ebenso das Sportforum mit dem Haus des Sports, die Harbigsporthalle, das Hockeystadion, nicht zu vergessen das Reitstadion und auch die durch Musikveranstaltungen bekannte Waldbühne. 90.000 Zuschauer finden auf den Sitzbänken des Olympiastadions Platz. Aneinandergereiht ergäben diese eine Länge von 41 Kilometern! Zusätzliche Trainingsplätze und eine Vielzahl von Gebäuden ergänzen das Ensemble.

Ende Juli 2004 wurde nach 4jährigen intensiven Rekonstruktionsarbeiten das von Grund auf sanierte und nun überdachte Olympiastadion (**Bild 1**) in Berlin mit einer großartigen Eröffnungsveranstaltung der Öffentlichkeit übergeben. Während der Bauzeit wurde der Bundesligaspielbetrieb aufrecht erhalten. Der komplette Austausch aller leitungsgebundenen Medien bei laufendem Betrieb des 131 ha großen Olympiaareals spielte sich eher im Verborgenen ab.

Allgemeine Projektbeschreibung

Bei der Planung des Trinkwassernetzes, das auch den Feuerlöschbedarf absichert, wurden den Vorgaben der Berliner Wasserbetriebe entsprechend Rohre aus duktilem Gusseisen eingesetzt.

Die zementmörtel ausgekleideten duktilen Gussrohre nach DIN EN 545 mit TYTON-Verbindung sind entsprechend DVGW-Arbeitsblatt GW 368 mit TYTON-SIT längskraftschlüssig ausgerüstet. Schwankende Innendrucke als Folge größerer Beregungsmengen oder bei Großveranstaltungen werden von diesen Rohren ebenso verkraftet wie die nachträgliche Überbauung mit Überfahrten für den Schwerlastverkehr oder der zusätzliche Einbau von Abzweigungen.

Der Außenschutz mit einer Zinkauflage von 200 g/m² mit Deckbeschichtung gibt uneingeschränkte Sicherheit über Jahrzehnte.

Im Jahr 2002 wurden für die Trassen Glockenturm, Maifeld und Friesenhof 2,5 km schubgesicherte Trinkwasserrohre der Nennweiten DN 80-150 eingebaut. Weitere 1,3 km Rohre DN 80-200 wurden ab

Bild 1: Berliner Olympiastadion mit Überdachung



September 2003 am Schwimmbad bis zum Sportforum eingebaut, 780 m DN 80-DN 250 wurden vom Maifeld zum Glockenturm eingebaut (**Bild 2**).

Notversorgung mit Rohren aus duktilem Guss-eisen auf dem Maifeld für ein halbes Jahr

Weil die alte Trinkwasserleitung im Zuge der Erneuerung gekappt werden musste, wurde ein Ringschluss auf dem Maifeld erforderlich (**Bild 3**). Die endgültige Leitungstrasse war durch Baustelleneinrichtungen und Lagerplätze des Stadionumbaus überbaut. Eine preiswerte und gleichzeitig sichere Notversorgung von 240 m Länge musste realisiert werden.

Der Planer entschied sich für duktile Gussrohre DN 250, längskraftschlüssig mit dem BLS-System ausgerüstet. Beim formschlüssigen BLS-System ist das Einsteckende mit einer umlaufende Schweißbraupe versehen, an der sich Kraftübertragungselemente abstützen. Nach Montage der TYTON-Verbindungen werden Riegel durch Fenster in der Muffenstirn der Schubsicherungskammer eingeschoben und in ihrer Lage gesichert (**Bild 4**).

Für die Notversorgung mussten die Rohre oberirdisch frei verlegt werden; ihre Wiederverwendung war von Anfang an vorgesehen. Dies erfordert eine einfache und schnelle Montage, einen sicheren und komplikationsfreien Betrieb und später eine einfache und unkomplizierte Demontage. Diese Anforderungen erfüllt in idealer Weise das Riegelsystem der BLS-

Verbindung. Infolge von Temperaturerhöhungen im Sommer konnten bei Stagnation des Leitungsinhalts Drucksteigerungen von 10 bis 15 bar nicht ausgeschlossen werden. Die Leitung durfte den Spielbetrieb nicht einschränken, deshalb musste sie dicht an die gekrümmte Tribünenwand gelegt werden.

Die BLS-Verbindung erlaubt Abwinkelungen von 3,5°; der damit zu realisierende Kurvenradius von etwa 100 m liegt unter dem Krümmungsradius der Stadionwand (**Bild 5**). Die Verbindung ist für einen Betriebsdruck von 35 bar zugelassen. Damit war die Entscheidung für das duktile Gussrohr leicht zu treffen. Eine hohe Montageleistung sowie auch die unproblematische Demontage und ein komplettes Formstückprogramm waren weitere ausschlaggebende Faktoren. Besonders erwähnenswert sind die Klemmringe der BLS-Verbindung an Formstückmuffen. Rohre müssen in Verbindung mit Formstücken häufig gekürzt werden, weil diese an fest vorgegebenen Stellen Fixpunkte ergeben. Die an Originalroh-

Bild 2: Rohre auf dem Maifeld vor dem Glockenturm

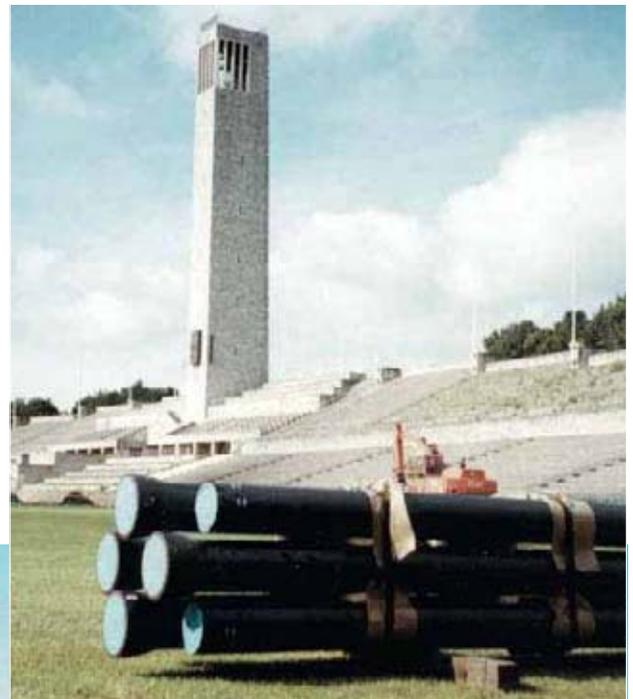


Bild 3: Rohrtrasse auf dem Maifeld





Bild 4: Montage der BLS-Verbindung

ren werksseitig aufgebrachte Schweißraupe muss an Baustellenschnitten nachträglich von Hand aufgetragen werden. Die Verwendung von reibschlüssigen Klemmrings beschleunigte die Arbeit sehr; das nachträgliche Aufschweißen der Schweißraupen an den geschnittenen Rohrenden kann entfallen.

Erfahrungen mit dem BLS-Riegelsystem liegen seit Jahrzehnten von den Beschneigungsanlagen im alpinen Raum, aber auch von den grabenlosen Einbauverfahren vor.

Die Montage der 240 m langen Rohrleitung DN 250 war mit zwei Facharbeitern und einem Radlader in weniger als einem Tag geschafft. Zur seitlichen Fixierung der Leitung wurden an den Muffenbereichen Metallanker in die Erde geschlagen. Druckprobe und trinkwasserhygienische Abnahme verliefen problemlos. Die Rohre mit der Deckschicht aus blauem Epoxidharz beeinträchtigen die Stadionansicht nicht.

Rückbau und Wiederverwendung

Im November 2004 konnte nach Abschluss der Arbeiten am Olympiastadion die Notversorgung wieder demontiert werden; die Rohre wurden für die dauerhafte Wasserversorgung des gesamten Komplexes wiederverwendet.

Nach der Entfernung der Erdanker, Entleerung der Leitung und Demontage der Formstücke an den Leitungsenden wurden die einzelnen Rohre mit dem Bagger leicht angehoben, damit die Verriegelungselemente von Hand gelöst werden konnten. Unter Ausnutzung der Abwinkelbarkeit konnten die Rohre, im Schlupf des Baggers hängend, einfach aus der Muffe gezogen werden. Anschließend wurden die Rohrendenverschlüsse wieder aufgesetzt (**Bild 6**).

Die gesamte Demontage der 240 m langen Leitung dauerte mit Bagger, Fahrer und zwei Hilfskräften zwei Stunden.



Bild 5: Notversorgung auf dem Maifeld



Bild 6: Demontage der Notversorgung

Rohre, Formstücke und Zubehör wurden gereinigt und geprüft und in der endgültigen Trasse auf der gegenüber liegenden Seite des Glockenturms in konventioneller Weise wieder eingebaut.

Flussunterquerung mit Düker

Erneuerung eines Abwasserdükers DN 800 durch die Lahn

von Dipl.-Ing. Harald Becker

Einleitung

Die Gemeinde Dautphetal besteht aus zwölf Ortsteilen mit insgesamt etwa 13.000 Einwohnern. Elf Ortsteile entwässern über Sammlersysteme in die Verbandskläranlage Dautphetal, ein Ortsteil ist an einen benachbarten Verband angeschlossen.

Der Ortsteil Buchenau war Mitte der 50er Jahre eines der ersten Ortsnetze, das über eine funktionsfähige Abwasserentsorgung mit Abwasserbehandlungsanlage verfügte.

Neueste hydraulische Berechnungen und Erfahrungen mit Starkregenereignissen haben gezeigt, dass es nach ca. 50 Jahren notwendig ist, einen hohen Anteil von Hauptsammlern auszutauschen. Dazu zählt auch die Sammelleitung M 1 mit unmittelbarem Anschluss an den Verbandssammler.

Planung

Die Planung zum Austausch des Sammlers M 1 hat u. a. die Erneuerung des Abwasserdükers durch die Lahn mit dem Bau einer Pumpstation und einem Regenüberfallbauwerk mit integrierter Wirbeldrossel und Biegeklappe zum Inhalt. Weiterhin ist die Unterdükerung der Lahn mit einer Wasserversorgungsleitung geplant.

Der vorhandene Abwasser-Düker durch die Lahn (DN 200 Stahl für Schmutzwasser, DN 500 Stahl für Mischwasser) war aus baulicher und hydraulischer Sicht zu erneuern. Hydraulische Berechnungen und die Betriebserfahrungen zeigten, dass die Schlepp-

spannungen des Trockenwetterabflusses für einen ablagerungsfreien Betrieb des Schmutzwasserdükers nicht mehr ausreichten. Hohe Reinigungskosten und stark angegriffene Rohrwände machten einen Austausch unumgänglich.

Die Gemeinde Dautphetal entschied sich für den Bau einer Pumpstation für den Trockenwetterabfluss. Das Dükeroberhaupt wurde mit einem Pumpensumpf versehen, von dem aus der Trockenwetterabfluss über zwei Abwasser-Fallpumpen gefördert wird. Für die Druckleitung wurden Rohre aus duktilem Gusseisen DN 100 gewählt. Die Rohre sind mit Zementmörtel umhüllt und mit der formschlüssigen zugfesten Muffenverbindung BLS ausgestattet.

Der Mischwasserabfluss wird in der Dükerrohrleitung DN 800 abgeleitet. Der Anteil des Mischwasserabflusses, der von der Trockenwetterpumpe nicht gefördert werden kann, wird über ein Wehr im Dükeroberhaupt dem Mischwasserdüker zugeführt. Die groben Schmutzstoffe werden im Pumpensumpf zurück gehalten, so dass größere Ablagerungen im Mischwasserdüker nicht zu erwarten sind. Gewählt wurden hier Rohre aus duktilem Gusseisen DN 800 mit Zementmörtelumhüllung und ebenfalls mit der zugfesten Muffenverbindung BLS (**Bild 1**).

Auch bei der Materialsuche für die geplante Wasserleitung DN 150 fiel die Entscheidung zu Gunsten duktiler Gussrohre DN 150 mit ZMU und BLS.

Bauausführung

Am 28.07.2004 erhielt die Fa. Herzog AG, Marburg, den Auftrag zum Bau des Lahndükers, der Zu- und Ableitungen, der Entlastungsanlagen und der Pumpstation.

Mit den Arbeiten für den Sammler M 1 wurde in der 34. KW begonnen, so dass der Zeitrahmen zum Bau des Lahndükers eingehalten werden konnte. Hierzu waren in den Tagen zuvor umfangreiche vorbereitende Arbeiten notwendig. Die Planung sah vor, die alten Dükerleitungen auszubauen; in dieser Zeit musste der gesamte Trockenwetterabfluss des Ortsteils Buchenau mittels Notleitung über die Lahn gepumpt werden. Bei Starkregenereignissen (Wasseranfall bis



Bild 1: Rohre DN 800 BLS mit Zementmörtelumhüllung an der Baustelle



Bild 2: kniffliger Transport des Fertigschachts

Bild 3: Rohrmontage
im offenen Graben



1000 l/s) war durch die zuständigen Behörden eine Notentlastung genehmigt worden.

Der Trockenwetterabfluss wurde über eine Stahlleitung DN 150 umgeleitet. Diese wurde durch eine PVC-Leitung geschützt (Rohr in Rohr System). Für den Fall eines Versagens der Stahlleitung bot die PVC-Leitung noch ausreichend Schutz gegen Austritt des Schmutzwassers in die Lahn. In das Flussbett der Lahn gerammte Spundbohlen mit aufgeschweißten Tragsätteln dienten als Unterstützung der Notleitung, die mit Spanngurten gesichert wurde.

Dükerober- und -unterhaupt wurden entsprechend einem Sondervorschlag der Fa. Herzog als Betonfertigteile eingebaut. Das schwerste Teil wog etwa 40 t und musste mit einem Spezialkran der Fa. Archinal, Wetter, in die Baugrube gehoben werden (**Bild 2**). Der Anschluss der Rohrleitungen an die Fertigteile setzte ein genaues Herstellen der Sauberkeitsschicht und millimetergenaues Arbeiten des Kranführers voraus.

Die Lahn hatte zum Bauzeitpunkt des 70 m langen Dükers Niedrigwasserstand. Einzig das Wetter war alles andere als spätsommerlich. Tagelange Regenfälle machten die Arbeiten zur Wasserschlacht.

Zum Einbau der mit Zementmörtel umhüllten Leitungen DN 800 und DN 100 für Abwasser und DN 150 für Trinkwasser wurde die Lahn halbseitig umgeleitet. Dies erfolgte mit dem System "Quick Damm" das sich bei den vorherrschenden Wassertiefen von 60 bis 70 cm als sehr praktikabel herausstellte. Die ursprüngliche Planung sah vor, die Leitungen als Strang in die Dükerrinne zu ziehen. Die zugfeste Verbindung BLS hätte die Zugkräfte aufnehmen können. Leider musste dieses Vorhaben kurzfristig wegen der Instabilität des alten Dükers aufgegeben werden. Die Rohre wurden einzeln in den geöffneten Graben gelegt und lagenweise verfüllt (**Bild 3**). Der Einbau und die nachfolgenden Druckproben aller Leitungen verliefen reibungslos. Zusätzliche Schweißraupen an ge-



Bild 4: Schneiden von Passrohren

schnittenen Rohren (**Bild 4**) wurden ohne Schwierigkeiten vor Ort aufgebracht.

Von allen Beteiligten wurde die Umhüllung mit Zementmörtel als sehr vorteilhaft beurteilt, weil der vor Ort angetroffene Boden bedenkenlos in den Rohrgraben wieder eingebaut werden konnte. Der eigentliche Dükerbau mit Ober- und Unterhaupt dauerte ca. 3 Wochen. Die provisorische Abwasserableitung musste jedoch ca. 10 Wochen länger, bis zum 16. November bestehen bleiben. Als am 18. November der Ab-

bau eingeleitet werden sollte, war über Nacht durch starke Regenfälle und Tauwetter der Lahnpegel über 1,50 m angestiegen. Somit konnten zunächst nur noch Teile der Schmutzwasserleitung, nicht jedoch die PVC-Schutzrohre abgenommen werden. Erst nach Tagen war es möglich, auch die restlichen Teile der Konstruktion aus der Lahn zu bergen und den vom Treibgut verursachten Aufstau zu beseitigen.

Schlussbemerkung

Selbst bei einer relativ kleinen Dükerung lässt sich nicht jeder Punkt im Bauablauf genau vorherbestimmen. So war hier das Wetter eine große Variable und stellte die Verantwortlichen immer wieder vor neue Überraschungen. Nur dem guten Zusammenspiel aller Beteiligten ist die doch noch zeitnahe und wirtschaftliche Abwicklung der Arbeiten zu verdanken.

Bauherr:	Gemeinde Dautphetal
Baugrund- untersuchungen:	GFM GmbH, Marburg
Planung:	Ing.-Büro Kröner, Kassel
Bauleitung:	Gemeinde Dautphetal
Bauausführung:	Firma Herzog AG, Marburg
Maschinentechnik:	Firma UFT GmbH, Bad Mergentheim
Pumpentechnik:	Firma Grundfos GmbH, Erkrath
Baukosten gesamt:	650.000 €

Kanalunterquerung mit Düker

Bau eines Abwasserdükers unter dem Teltowkanal

von Dipl.-Ing. Peter Leidert und Dipl.-Ing. Lutz Rau

Einleitung

Im Südosten Berlins, wo die Wiege der Fliegerei liegt, entwickelt sich auf historischem Boden einer der modernsten Wissenschaftsstandorte Deutschlands, das so genannte Wista-Gelände in Berlin-Adlershof. Namhafte Forschungseinrichtungen und Universitätsinstitute arbeiten hier für die Zukunft.

Die gesamte Infrastruktur wird hier neu geordnet: Die Verlängerung der Stadtautobahn A 100 ist mit zahlreichen Leitungsumlegungen verbunden, großräumige Erschließungsarbeiten im Stadtbezirk Trepow-Köpenick, Ortsteil Altglienicke, machten den Bau eines neuen Schmutzwasserdükers unter dem Teltowkanal erforderlich (**Bild 1**).

Planung

Die Berliner Wasserbetriebe entschieden sich für einen Düker aus Stahlbetonvortriebsrohren mit einem Durchmesser von DN 2000, der in 15 m Tiefe über eine Länge von ca. 75 m aus großen Schlitzwandgruben vorgepresst wurde. In diesen Gruben befinden sich nach Beendigung der Bauarbeiten auch die aufsteigenden Äste nach oben bis auf die normale Tiefenlage.

Dieser Tunnel diente als Montageraum eines Bündels von Kanalrohren aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 598 mit den Nennweiten 200, 300 und 400. Diese drei Querschnitte liegen mit Gefälle auf unterschiedlichem Niveau im Tunnel.

Der ständig abwasserführende Kanal DN 200 belegt die unterste Position. Reicht sein Durchflussvolumen nicht mehr aus, springt das Rohr DN 300 an. Bei großen Abflüssen aus den Mischwassernetzen in der Umgebung, z. B. bei Starkregenereignissen, kann die Kapazität des Kanals DN 400 zusätzlich genutzt werden. Durch diese Aufteilung ist stets eine relativ hohe Fließgeschwindigkeit gegeben, wodurch die Neigung zur Bildung von Ablagerungen gering ist. Die Auskleidung mit Tonerdezementmörtel ist als hoch abriebfest gegenüber mitgeführten abrasiven Feststoffen ausgewiesen.

Im Anschluss wurden die aufsteigenden Äste, nochmals ca. 36 m Rohre von jeder der genannten Nennweite, mit einer Überdeckung bis zu 16 m eingebaut. Für jede Nennweite und jeden Lastfall bei SLW 60 bis zu einer Rohrdeckung von knapp 16 m wurde vom Rohrhersteller der statische Nachweis erbracht. Die Kanalrohre nach DIN EN 598 mit einer Wandstärke K7 erfüllen alle Forderungen ohne zusätzliche Maßnahmen.

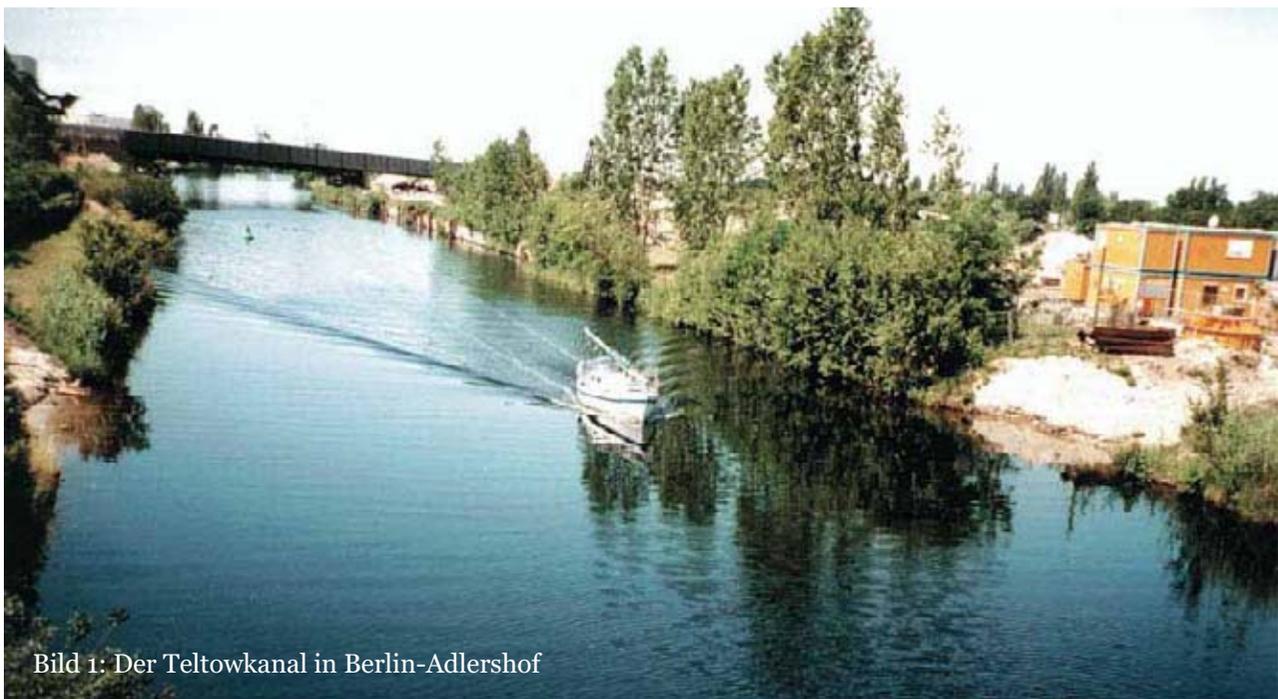


Bild 1: Der Teltowkanal in Berlin-Adlershof



Bild 2: Montage der Rohre vor dem Dükereingang



Bild 3: Abstützung des Rohrbündels im Düker



Bild 4: Richtungsänderung im Revisionsschacht

Ausführung

Nach der Ausschreibung wurde der Auftrag an eine ARGE namhafter Berliner Firmen vergeben, die im Rohrleitungs- und Ingenieurbau große Erfahrungen vorweisen kann. Trotz kompliziertem Baugrund wurden die Start- und Zielgruben mit den Abmessungen 6 x 10 m sowie der 75 m lange Tunnel zügig realisiert. Für den Einbau wurden die Rohre in Rohrbündeln mit den Einzelnennweiten von DN 200, DN 300 und DN 400 auf vorgefertigten Konsolen montiert. Dazu mussten die Rohrlängen genau übereinstimmen, die zulässigen Abweichungen betragen +/-1 mm.

In der Tunnelröhre wurde eine Sohle aus Beton eingebracht, auf der anschließend Schienen befestigt wurden. Auf einzelne Rohrwagen waren entsprechend der geplanten Höhenverhältnisse Rohrsättel für die drei Nennweiten aufgeschweißt und mit Gummi gepolstert. Auf diese Sättel wurden die Rohre gelegt und mit der nächsten Rohrmuffe montiert (**Bild 2**). Die unkomplizierte TYTON-Steckmuffenverbindung erleichterte diese Arbeit erheblich.

Nach der Verbindungsmontage wurden die vorhandenen Einschubtiefen farblich gekennzeichnet, um eventuelle Lageveränderungen der Einsteckenden in den Muffen, die sich beim Einzugsvorgang ergeben könnten, zu erkennen und korrigieren zu können. Anschließend wurden die Rohre mit Spannbändern auf den Auflagersätteln festgelegt.

Die Rohrauflager waren unmittelbar hinter den Muffen angeordnet. Nach der Montage wurden diese Rohr-Auflager-Wagen in den Tunnel eingeschoben. Nach dem Einschub wurde jeder Rohrwagen durch eine senkrechte Stütze mit Feststellvorrichtung an der Tunneldecke verankert, damit die Rohrbündel beim Verdämmen der Leitung nicht aufschwimmen konnten (**Bild 3**).

Nach dem Ende der Arbeiten im Tunnel wurden Start- und Zielbaugrube verkleinert und zu Ortbetonschächten für die aufsteigenden Äste umgewandelt. Diese aufsteigenden Rohrleitungen wurden im Gegensatz zur verdämmten Tunnelstrecke schubgesichert gestaltet, um die Schächte von Schubkräften aus Richtungsänderungen zu entlasten. An die aufsteigenden Äste schließen sich bis zum Übergang in einem Revisionsschacht waagerechte Abschnitte an. Auf der Seite des Klärwerks sind in diesem Schacht neben einer Richtungsänderung um 90° auch Rohrreinigungsstücke untergebracht (**Bild 4**). In den Endschächten wurden Schachtanschlussstücke aus dem Kanalprogramm eingesetzt.

Trotz der verwinkelten Geometrie und der beengten Bedingungen bewährte sich das TYTON-Steckmuffensystem durch seine Montagefreundlichkeit und seine hohe Sicherheit. Mit Hilfe der innovativen Einbautechnik und der einfachen und schnellen Montage der duktilen Kanalrohre konnte dieser Düker nach kürzester Bauzeit in Betrieb gehen.

Wieder einmal war es das System duktiler Kanalrohre, das selbst unter komplizierten Bedingungen eine stabile Entsorgung bis in das nächste Jahrhundert für das sich schnell wandelnde Berlin sicherstellt.

Flussüberquerung mit Brücke

Otto-Konz-Brücke in Heilbronn

Mit wärmegeprägten Gussrohren DN 500 über den Neckar

von Dipl.-Ing. Helmut Schreier und Wolfgang Rink

Allgemeines

Die von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion erbaute und der Stadt Heilbronn 1951 übergebene Otto-Konz-Brücke überquert in Verlängerung der Karlsruher Straße den Neckar und stellt die Verbindung zur Neckartalstraße her. Der sich schon 1993 abzeichnende schlechte Zustand der Brücke wurde durch eine Überprüfung in den Jahren 1994 und 1995 durch das Tiefbauamt der Stadt sowie FMPA Stuttgart bestätigt. Im Jahr 2001 wurde wegen akuter Einsturzgefahr im nordwestlichen Bereich eine erste Teilspernung verfügt. Abriss bzw. Neubau wurden abschnittsweise geplant, so dass über die gesamte Bauzeit ein eingeschränkter Verkehrsfluss stadtein- bzw. stadtauswärts möglich war.

Im Zuge des Neubaus wurde die Brücke in nördlicher Richtung um 2 Fahrspuren verbreitert. Dies bedeutete eine Vergrößerung der Querschnittsbreite von 19 auf 28 m. Die Straßenanschlüsse und der Kreuzungsbereich Theresien-/Karlsruher Straße mussten ebenfalls angepasst und komplett erneuert werden. Der Überbau der neuen Brücke besteht aus Spannbetonplattenbalken, die in einem Fertigteilwerk vorgefertigt und vorgespannt wurden. Die Fahrbahnplatte wurde als schlaff bewehrte Ortbetonergänzung ausgeführt.

Um die Versorgungssicherheit in der Stadt zu gewährleisten, mussten in die Brücke eine Trinkwasserleitung DN 500 und eine Gasleitung DN 100 eingebaut werden. Der vorliegende Beitrag behandelt den Einbau der Trinkwasserleitung.

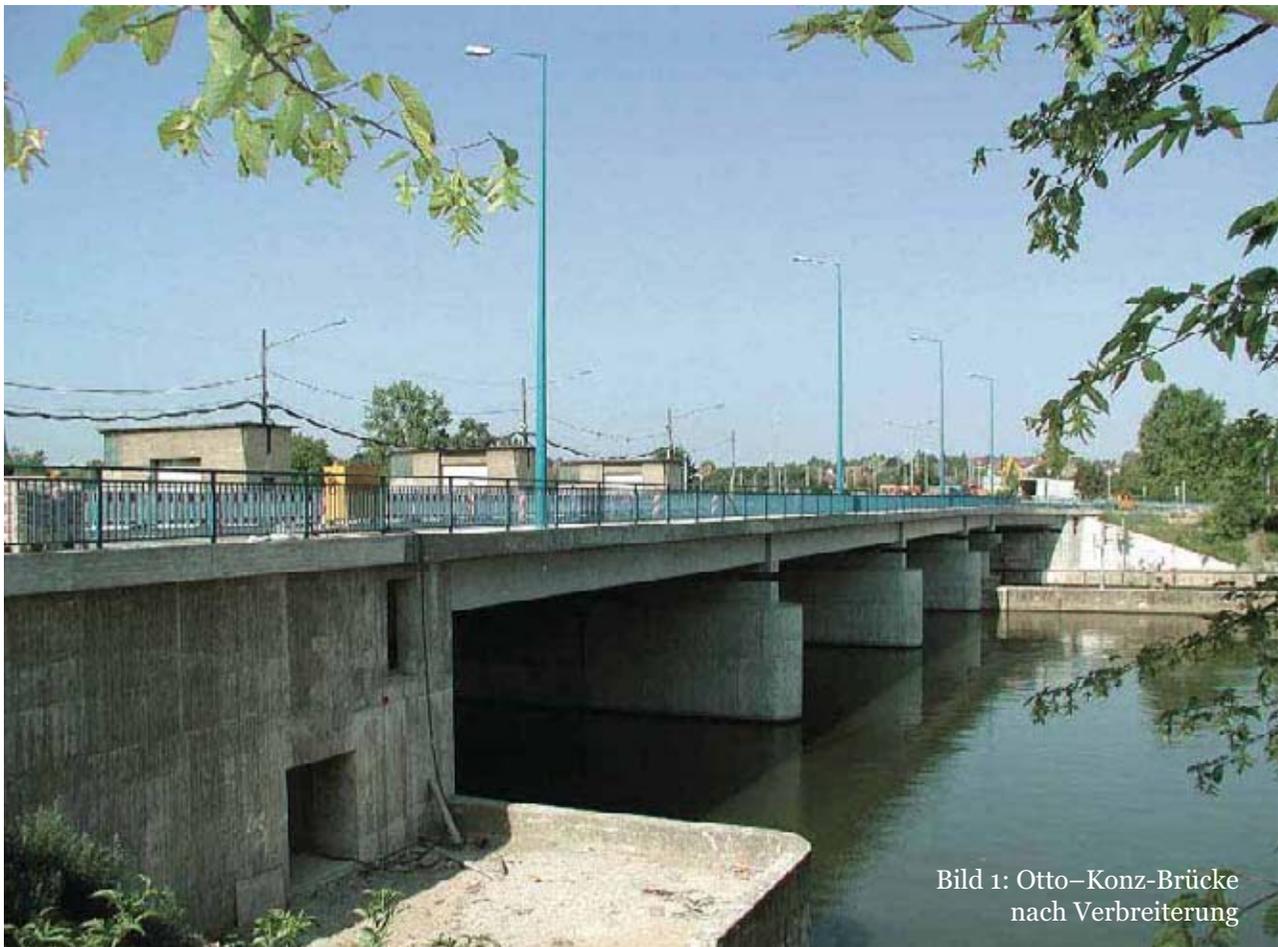


Bild 1: Otto-Konz-Brücke nach Verbreiterung



Bild 2: WKG-Rohr mit Montageschellen



Bild 3: Weich-PE-Ring zur Isolierung des Verbindungsspalts

Weil die neue Brücke in Bauabschnitten hergestellt wurde, mussten auch die Versorgungsleitungen dem Baufortschritt entsprechend eingebaut werden. **Bild 1** zeigt die Brücke nach ihrer Verbreiterung.

Materialauswahl

Der Auftraggeber, die Heilbronner Versorgungs-GmbH, entschied sich, als Material für die Trinkwasserleitung DN 500 das WKG-Rohr-System einzuset-

zen. Bei diesem System handelt es sich um Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 [1] mit der TYTON-Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28603 [2]. Darüber hinaus stehen längskraftschlüssige Ausführungen der vorgenannten Steckmuffen-Verbindung zur Verfügung.

Diese Rohre und Formstücke sind mit einer Wärmedämmung aus FCKW-freiem Polyurethan (PUR)-Hartschaum mit einer durchschnittlichen Gesamtrohrdichte von 80 kg/m³ umhüllt. Dieser Hartschaum wird bei Freileitungen (FL) durch ein Wickelfalz-Mantelrohr aus verzinktem Stahlblech (**Bild 2**), wahlweise Edelstahl bzw. bei frostgefährdeten erdüberdeckten Leitungen (EL) mit geringer Überdeckung durch ein Mantelrohr aus PE-HD gegen witterungsbedingte Einflüsse geschützt. Im Bereich der Steckmuffen-Verbindung wird der vorhandene Spalt mit einem Ring aus Weichpolyethylen



Bild 4: Montage der längskraftschlüssigen Verbindung



Bild 5: Auflagerkonstruktion mit Führungsrollen

(WPE) ausgefüllt (**Bild 3**) und mit einer Blechmuffe (System FL) bzw. einer PE-Schrumpfbandage (System EL) abgedeckt.

In der Otto-Konz-Brücke wurden Rohre mit der längskraftschlüssigen BLS-Steckmuffen-Verbindung eingesetzt. Bei diesem System werden temperaturbedingte Längenänderungen von den Steckmuffen-Verbindungen aufgenommen, wodurch in der Regel der Einbau von Kompensatoren entfallen kann. Außerhalb der Brücke mussten jedoch Dehnschenkel eingebaut werden, die mit Dehnpolstern abgesichert wurden.

Die Entscheidung fiel zu Gunsten des zuvor beschriebenen Systems nicht zuletzt wegen seiner großen Sicherheitsreserven, seiner leichten Montierbarkeit und seiner zuverlässigen Verbindungen.

Einbau der Trinkwasserleitung

Die für den Überbau der Brücke verwendeten Spannbetonbalken bilden nach unten offene Kastenprofile. In einem dieser Hohlräume wurde die Trinkwasserleitung DN 500 eingebaut. In den Querträgern der Brücke mussten für die Leitung passende Aussparungen vorgesehen werden. Breitflanschträger bilden die Querstreben, auf denen U-Profile als Laufschienen montiert wurden. Die Trinkwasserleitung wurde nach der Montage der Verbindung (**Bild 4**) mittels Führungsrollen an den Transportschellen in die Laufschienen eingefahren (**Bilder 5 und 6**).

Bei den Rohren DN 500 mit dem Wickelfalz-Mantelrohr wurde eine Mindestbreite der Rohrschellen von 300 mm gewählt, um die zulässige Flächenpressung nicht zu überschreiten.



Bild 6: Rohrleitung in der Brücke mit Einziehwinde

Die Laufschienen dienen bei der Druckprüfung und dem späteren Betrieb zur Fixierung der Leitung (Abhebesicherung). Die offene, untere Seite des Kastenprofils wurde mit Gitterrosten verschlossen. An den beiden Brückenden wurden jeweils auf dem ersten WKG-Rohr Entlüftungen (Handentlüftung, Hawlinger) eingebaut. Nach ordnungsgemäßer technischer Prüfung und Abnahme wurde die Wasserhauptleitung westlich und östlich der Otto-Konz-Brücke in das bestehende Netz eingebunden (**Bild 7**).

Zusammenfassung

Die Otto-Konz-Brücke wurde unter Aufrechterhaltung des Verkehrs in drei Bauabschnitten demontiert und neu errichtet. In der Brücke verlaufen eine Vielzahl von Ver- und Entsorgungsleitungen. Am Beispiel einer wärmeisolierten Wasserleitung DN 500 wurde aufgezeigt, wie mit WKG-Rohren aus duktilem Gusseisen eine wirtschaftlich und technisch optimale Lösung realisiert werden kann.

Ausführende Firma

GA-tec
Gebäude- und Anlagentechnik GmbH
Robert-Mayer-Straße 10
73660 Urbach

Literatur

- [1] DIN EN 545: Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und Ihre Verbindungen für Wasserleitungen - Anforderungen und Prüfverfahren
- [2] DIN 28603: Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen, Steckmuffen-Verbindungen, Zusammenstellung, Muffen und Dichtungen



Bild 7: Übergang der WKG-Brückenleitung in den erdüberdeckten Bereich

Längskraftschlüssige Muffenverbindungen unter extremen Bedingungen, z. B. Bergsenkungen oder Erdbeben

von Manfred Hilka und Gerd Glücklich

1. Einleitung

Weltweit liegen viele Siedlungsgebiete in Gegenden, wo sich der Untergrund periodisch bewegt, sei es durch Erdbeben oder Bergsenkungen in bergbaulich beeinflussten Gebieten. Häufig liegen in diesen Zonen große Städte, deren Infrastruktur stark gefährdet ist, und es hat nicht an Anstrengungen gefehlt, durch spezielle Bauweisen die Schäden im Falle von Erdbeben oder Bergsenkungen zu minimieren. **Bild 1** zeigt die Verteilung seismischer Ereignisse in Deutschland, besonders gefährdet sind Gebiete entlang des Rheins, auf der Alpen-nordseite, der Schwäbischen Alb sowie im Thüringer Wald und im Erzgebirge.

Im Bereich von erdüberdeckten Versorgungsleitungen gibt es eindrucksvolle Zeugnisse von Problemlösungen. So wird im Gussrohrhandbuch I von einer im Jahre 1909 in Mexiko-Stadt gebauten Wasserleitung aus Graugussrohren DN 900 und 1200 berichtet, die mit gummigedichteten Gibault-Verbindungen ausgestattet war. Die Erfahrungen damit waren so positiv, dass 1934/35 weitere 20 km derselben Nennweiten, wieder mit der beweglichen Gibault-Verbindung, gebaut wurden [1].

Voit, Pastor und Manskopf berichten 1991 über die Prävention von Schäden an Abwasserkanälen im Senkungstrog des Ruhrkohle-Bergbaus [2], ähnliche Erfahrungen beschreiben Eidam, Suderlau und Rink 1997 mit Wasserleitungen im Gebiet des Mansfelder Bergbaus [3]. 1995 wurde ein ganzer Vortragsblock beim Oldenburger Rohrleitungsforum diesem Thema gewidmet [4].

Zurzeit arbeitet ein ISO-Arbeitskreis an einer Norm über die Anforderungen an Rohre, die unter Erdbebeneinwirkungen und anderen Bodenbewegungen beständig und dicht bleiben sollen; es ist verständlich, dass in diesem Arbeitskreis japanische Fachleute mit dem Wissen um das Verhalten duktiler Gussrohre bei Erdbeben in Japan die Initiative ergriffen haben.

Versucht man, all diese positiven Erfahrungen unter ein gemeinsames Motto zu stellen, so lautet dieses: „Der Einsatz von Rohren aus duktilem Gusseisen mit beweglicher Verbindung bietet größtmögliche Sicherheit in instabilen Böden“.

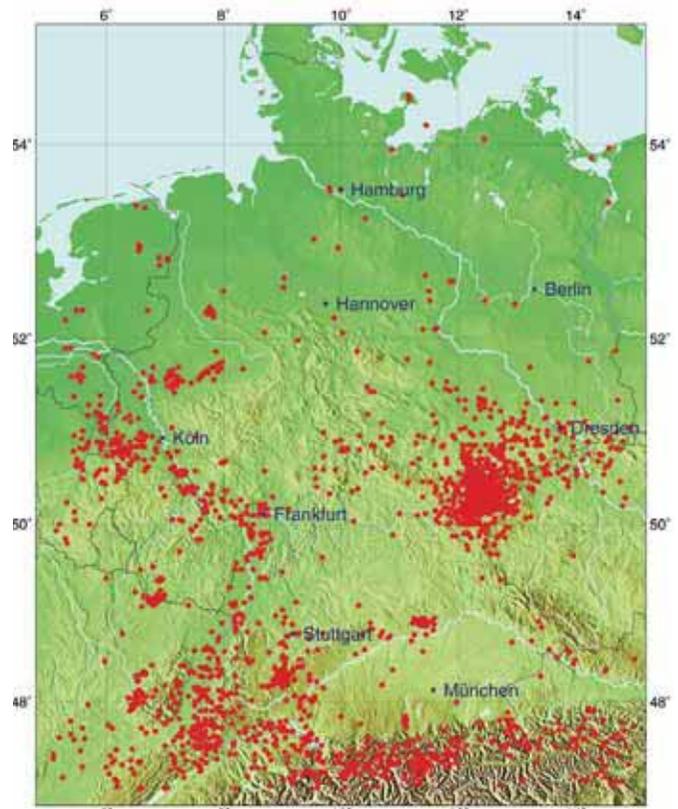


Bild 1: Karte seismischer Aktivitäten in Deutschland

Quelle: Seismic Data Analysis Center, Hannover

2. Planungsgrundsätze

Nach EN 805 obliegt es dem Planer, für eine vorliegende Baumaßnahme den geeigneten Rohrwerkstoff festzulegen.

Der Planer und die Betreiber von Wasserrohrnetzen können nicht immer alle Unwägbarkeiten für die Belastung der Rohrleitung und deren Verbindungen abschätzen. Dies gilt insbesondere für folgende Einbaubedingungen:

- Bergsenkungsgebiete
- instabile Böden
- erdbebengefährdete Gebiete
- Hanglagen.

In den technischen Dokumentationen, wie Hersteller-Katalogen, FGR-Veröffentlichungen, z. B. FGR-Norm 66, DVGW-Regelwerk, z. B. Arbeitsblatt GW 368 usw. sind die zulässigen Betriebsdrücke und die Abwinkelbarkeiten von duktilen Gussrohren mit

längskraftschlüssigen Muffenverbindungen festgelegt. Diese Festlegungen verfügen über einen hohen Sicherheitsbeiwert, jedoch fehlen quantitative Angaben zu extremen Belastungen, wie sie kurzzeitig, z. B. bei der Einwirkung eines Erdbebens, unter Beibehaltung der Funktion „Druckdichtheit“ ertragen werden.

3. Praktische Untersuchungen

In einer speziell auf die Verhältnisse von Bodenbewegungen zugeschnittenen Untersuchungsserie sollte ermittelt werden, mit welchen tatsächlichen Sicherheiten bei Rohren aus duktilem Gusseisen im Katastrophenfall gerechnet werden kann. Hierzu wurden Dichtheitsprüfungen an Wasserleitungsrohren DN 200 unter Abwinkelung der Verbindung durchgeführt, die weit über das in der Produktnorm DIN EN 545 festgelegte Maß hinaus gehen. Es sollte festgestellt werden, bis zu welcher Abwinkelung im Extremfall das System funktionsfähig und dicht bleibt. Eine Beschädigung der Bauteile ohne Funktionsverlust wurde bewusst in Kauf genommen. Ein schweres Erdbeben wird meist von umfangreichen Zerstörungen begleitet, die im Nachhinein ohnehin saniert werden müssen. Die Hauptaufgabe liegt in der selbst im Katastrophenfall zuverlässig funktionierenden Versorgung mit Trink- und Löschwasser. Die Untersuchungen wurden mit folgenden reib- und formschlüssigen Verbindungen durchgeführt:

NOVO-SIT

Bei der reibschlüssigen NOVO-SIT-Verbindung übertragen in einen Gummiring einvulkanisierte Edelstahlkrallen die Axialkräfte im Reibschluss vom Einsteckende in die Vorkammer der Muffe. Die getrennt angeordnete TYTON-Dichtung übernimmt die Funktion der Abdichtung (**Bild 2**).

BLS

Bei der formschlüssigen BLS-Steckmuffenverbindung überträgt eine Schweißbraupe auf dem Einsteckende die Axialkraft über Segmente bzw. Riegel auf eine an die Muffe angegossene Sicherungskammer. Auch hier sorgt die TYTON-Dichtung für die Dichtigkeit der Verbindung.

An Rohren, die auf der Baustelle gekürzt werden müssen, kann das nachträgliche Aufbringen von Schweißbraupen umgangen werden, indem die reibschlüssigen Klemmringe verwendet werden.

Tabelle 1 enthält die Herstellerangaben für die beiden Konstruktionen zu Wanddicken, zulässigen

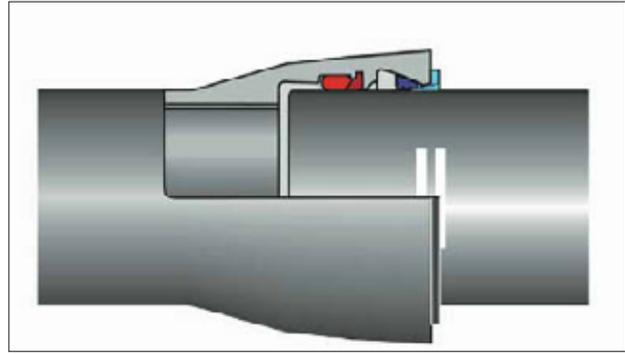


Bild 2: Aufbau der TYTON-NOVO-SIT-Verbindung



Bild 3: Aufbau der BLS-Verbindung mit Riegel

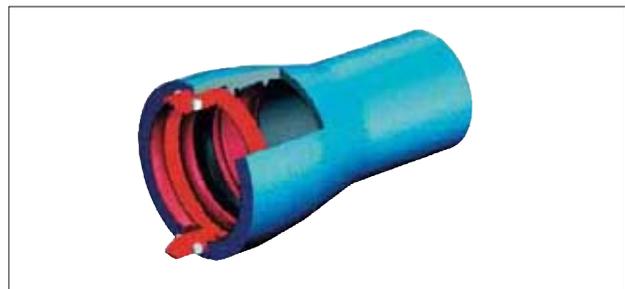


Bild 4: Aufbau der BLS-Verbindung mit Klemmring

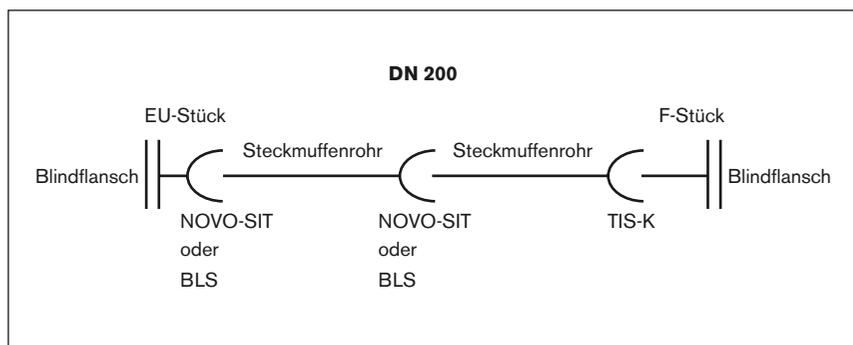


Bild 5: Schema der Versuchseinrichtung

Tabelle 1: Herstellerangaben zu den längskraftschlüssigen Verbindungen

Verbindung	Wanddicken- klasse	PFA (bar)	Abwinkel- barkeit (°)
NOVO-SIT	C 40	16	3
NOVO-SIT	C 40	25	3
NOVO-SIT	K 9	40	3
BLS	K 9	40	3,5
BLS mit Klemmring	K 9	40	3,5

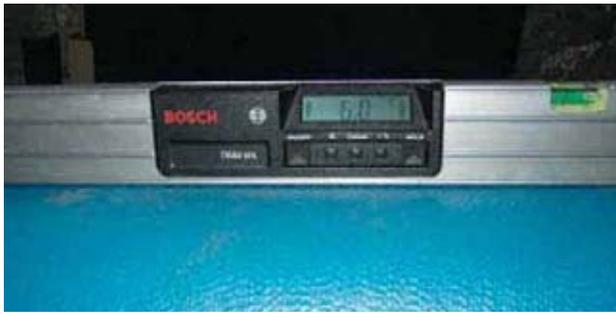


Bild 6: Ermittlung der Abwinkelung



Bild 9: NOVO-SIT-Verbindung
Wasserinnendruck: 20 bar,
Abwinkelung ca. 16°,
Verbindung dicht



Bild 7: BLS-Verbindung mit Riegel
Wasserinnendruck: 20 bar, Abwinkelung: ca. 20°,
Verbindung dicht



Bild 8: BLS-Verbindung mit Klemmring
Wasserinnendruck: 20 bar, Abwinkelung ca. 20°,
Verbindung dicht

gen Bauteilbetriebsdrücken und Abwinkelbarkeiten für das System der Nennweite DN 200.

3.1 Versuchsdurchführung

Es wurde jeweils ein Versuchsstrang, bestehend aus je zwei Muffenrohren montiert. Die Einsteckenden und die Muffen wurden mit Formstücken und Blindflanschen mit Be- und Entlüftungsöffnungen verschlossen. Ein Rohr wurde in axialer und horizontaler Richtung fixiert (**Bild 5**).

Der Versuchsstrang wurde mit Wasser gefüllt, entlüftet und auf einen Innendruck von 20 bar gebracht. Dieser Druck wurde gewählt, um möglichst praxisnahe Verhältnisse zu schaffen. Anschließend wurde die Verbindung kontinuierlich (bis zum Versagen) abgewinkelt. Die Abwinkelungsbewegungen wurden teilweise unterbrochen und die Verbindung wieder auf den achsgleichen Ausgangszustand gebracht.

Ein Winkel von 10° ergibt auf einer Rohrlänge von 6 m eine Abweichung von ca. 100 cm von der Achse des zuvor eingebauten Rohres, bei 20° sind es bereits 220 cm. Die Abwinkelungen wurden mit einer elektronischen Wasserwaage ermittelt (**Bilder 6 bis 9**).

3.2. Versuchsergebnisse

Die Einzelergebnisse der Versuchsserie sind in **Tabelle 2** zusammengefasst und den Herstellerangaben gegenübergestellt. Die Ergebnisse weisen hohe Sicherheitsreserven aus, die das System für die Anforderung „Dichtheit im Katastrophenfall“ besitzt. Diese Anforderung gilt nicht als Dauereigenschaft für die übliche Nutzungsdauer von 100 Jahren. Aus diesem Grunde liegen die Angaben der Hersteller hinsichtlich zulässiger Abwinkelungen deutlich unter den Versuchsergebnissen.

Die Einsteckenden der Rohre wurden bei den Versuchen partiell beschädigt. Die Rohrwand wurde

Tabelle 2: Zusammenstellung der Versuchsergebnisse; bei den angegebenen Abwinkelungen sind alle Verbindungen dicht.

Verbindung	Wanddicken- klasse	PFA (bar) (Hersteller-Angaben)	Druck (bar) im Versuch	Abwinkelbarkeit (°) (Hersteller-Angaben)	Abwinkelung im Versuch (°)
NOVO-SIT	C 40	16	20	3	16
NOVO-SIT	C 40	25	20	3	16
BLS	K 9	40	20	3,5	23
BLS mit Klemmring	K 9	40	20	3,5	24

durch die Muffenkontur eingebault, wobei die Zementmörtel-Auskleidung an diesen Stellen abplatzte. Trotz der extremen Abwinkelungen und trotz der dabei erlittenen Einbeulungen blieben die Verbindungen funktionsfähig und dicht.

4. Zusammenfassung

Rohre aus duktilem Gusseisen mit längskraftschlüssigen Muffenverbindungen verfügen über extreme Sicherheitsreserven gegenüber unvorhergesehenen Einwirkungen auf die Rohrleitungen, z. B. Erdbeben oder andere Bodenbewegungen. Selbst unter extremen Belastungen blieben die Funktionen „Längskraftschlüssigkeit“ und „Dichtheit“ sicher erhalten.

Literatur

- [1] Gusseiserne Druckrohre für Gas- und Wasserleitungen, Essen 1950
- [2] Voit, A.; Pastor, J. und Manskopf, D.: Duktile Gussrohre für Abwasserleitungen im Bergsenkungsgebiet. GUSSROHRTECHNIK 26 (1991), S. 4
- [3] Eidam, O.; Suderlau, G. und Rink, W.: Fernwasseranschluss Eisleben: Verlegen einer duktilen Gussrohrleitung DN 800 im Bergsenkungsgebiet. GUSSROHRTECHNIK 32 (1997), S. 32
- [4] Rohrleitungen in setzungsgefährdeten Böden; Vortragsblock im 8. Oldenburger Rohrleitungsforum 1994; P. Brune: Rohre aus duktilem Gusseisen

Trinkwasser für die Lausitz

von Dipl.-Ing. Sonja Buchholz

Im Zuge der Umstrukturierung der örtlichen Wasserversorgung baut der Wasserverband Lausitz eine 15 km lange Gussrohrleitung, durch die in Zukunft Trinkwasser in das Verbandsgebiet importiert werden soll.

Neues Wasserwerk in Tettau

Der Wasserverband Lausitz (WAL) versorgt das Gebiet rund um Senftenberg mit ca. 100.000 Einwohnern mit Trinkwasser, das in Brandenburgs zurzeit größtem Wasserwerk in Tettau aufbereitet wird. Da die Substanz des in den 50er Jahren gebauten Werks

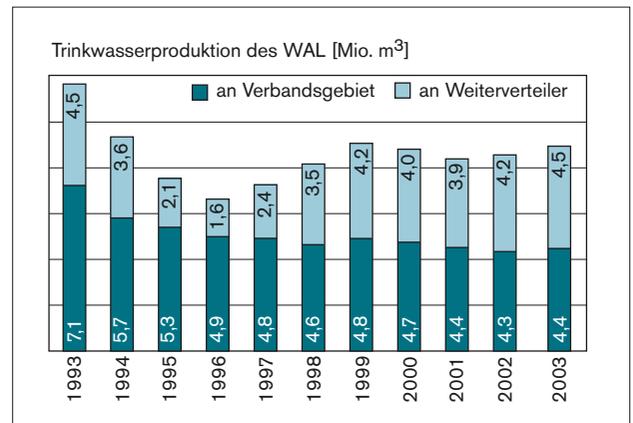


Bild 1: Die Trinkwasserproduktion des WAL (Mio. m³)



Bild 2: Der sandige Boden in der Lausitz ist ein hervorragender Baugrund für Rohrleitungen.

(Foto: S. Buchholz)



Bild 3: Zum Teil verläuft die Trinkwasserleitung hart am Rand des Tagebaugebiets.

(Foto: S. Buchholz)

stark baufällig war und eine Sanierungsmaßnahme im Verhältnis zu teuer gewesen wäre, wurde das Wasserwerk nun an gleicher Stelle neu gebaut. Das alte Wasserwerk konnte bis zu 70.000 m³ Trinkwasser pro Tag liefern. Von dieser Menge exportierte der WAL einen großen Teil (**Bild 1**). Das

neue Wasserwerk wird mit 23.000 m³ pro Tag den Grundbedarf des Versorgungsgebiets decken, in Spitzenzeiten kauft der Verband ab 2004 Wasser vom angrenzenden Versorgungsgebiet zu.

Sinkende Trinkwasserabnahme durch Bevölkerungsrückgang

Der Verband entschied sich für eine Verringerung der Fördermenge des neuen Werks im Vergleich zum alten, nicht nur, weil sich die von der Industrie abgenommene Wassermenge seit der Wende stark verringert hat, sondern weil auch ein signifikanter Bevölkerungsrückgang im Versorgungsgebiet zu verzeichnen ist. Noch für die nächsten 15 Jahre wird im Durchschnitt eine Bevölkerungsabnahme von 2 % pro Jahr prognostiziert.

Vom Vattenfall-Wasserwerk in Schwarze Pumpe bis zum Versorgungsgebiet des Verbandes wurde für den Wasserzukauf derzeit eine 15 km lange Trinkwasserleitung gebaut, die gleichzeitig die Versorgung der Stadt Senftenberg sicherstellt, da diese dann sowohl aus Tettau als auch aus Schwarze Pumpe beliefert werden kann.

Bild 4: Die Lausitz setzt auf den Tourismus: In Zukunft soll hier, wo vor einigen Jahren noch Braunkohle abgebaut wurde, eine Seenplatte entstehen.

(Foto: S. Buchholz)





Bild 5: Gleichzeitig mit der Leitung wird das Steuerkabel eingebaut.

(Foto: S. Buchholz)

Gute Erfahrungen mit Guss

Die neue Leitung in DN 600 wurde mit Rohren aus duktilem Gusseisen mit Zn-Überzug und Deckbeschichtung nach DIN EN 545 gebaut. Für das Material Guss entschied sich der Verband vor allem aus folgenden Gründen:

- **Zuverlässigkeit:** Die Versorgungssicherheit soll über viele Jahrzehnte gewährleistet sein.
- **Langjährige gute Erfahrungen:** In der Lausitz werden seit über 90 Jahren Gussrohrleitungen eingesetzt.
- **Preis-Leistungs-Verhältnis:** In der Nennweite DN 600 war der Einsatz von duktilen Gussrohren bei dieser Baumaßnahme preisgünstiger als alternative Materialien.

Der größte Teil der Trasse verläuft durch freies Gelände (**Bild 2**), teilweise hart am Rande des Tagebaugebiets (**Bilder 3 und 4**) sowie im Waldgebiet. Hier wurden Muffenrohre mit längskraftschlüssiger NOVO-SIT-Verbindung eingesetzt. An einigen Stellen quert die Leitung die Bundesstraße B 156 sowie die parallel verlaufende Eisenbahnlinie zwischen Schwarze Pumpe und Senftenberg. An diesen Stellen wurde mit Durchörterungen gearbeitet. D.h., zunächst wurde ein Stahlmantelrohr unter der Straße bzw. der Bahnlinie durchgepresst und anschließend das Medienrohr eingezogen (**Bild 5**). An diesen Stellen wurden Muffenrohre mit der formschlüssigen TIS-K-Verbindung verwendet.

Die Baumaßnahme wurde von der Firma Gottlieb Tesch aus Stahnsdorf (Brandenburg) ausgeführt. Die Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung lag in den Händen des WAL.

Hochschullehrertagung 2004

Die Entwicklung der grabenlosen Einbauverfahren duktiler Gussrohre verläuft erfreulich!

Dies ist zusammengefasst der Inhalt der Referate, die den Mitgliedern der Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen (FIHB) anlässlich der dritten FGR-Hochschullehrertagung in Saarbrücken vorgetragen wurden. Die FGR hatte zu einer Kombination aus Werksbesichtigung beim Weltmarktführer für Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen Saint-Gobain-PAM und Kolloquium mit Experten aus der Praxis zum Thema „grabenlose Einbauverfahren duktile Gussrohre“ eingeladen. Wie immer waren Resonanz und Zuspruch überwältigend.

Werksbesichtigung bei Saint-Gobain in Pont-à-Mousson – eine Show der Superlative!

Mit dem Bus ging die gemeinsame Fahrt von Saarbrücken in das eine Stunde entfernte lothringische Industriestädtchen Pont-à-Mousson. Das stadtbeherrschende Hüttenwerk mit zwei Hochöfen

(Bild 1), drei Rohrgießereien, einer Formteilgießerei, einem legendären Forschungszentrum und einem Prüffeld war das erste Ziel.

Auf dem Prüffeld demonstrierte Herr Sommer mit eindrucksvollen Versuchen die Leistungsfähigkeit von duktilen Gussrohren hinsichtlich Dichtigkeit, Belastbarkeit und Sicherheit. Dabei konnte er die Vorführungen mit seinem unnachahmlichen Humor und seinen darstellerischen Talenten zu einem unvergesslichen Ereignis stilisieren (Bild 2). Höhepunkt war die Demonstration eines Anprallunfalls an einem Überflurhydranten. Der Hydrant blieb dank eines ausgeklügelten Systems von Sollbruchstellen in den Befestigungselementen unverletzt, es strömte auch kein Wasser aus. Nach einer kurzen Reparatur war er wieder voll einsatzfähig – und Herr Sommer spülte sogar Kieselsteine und Bruchstücke der Schrauben aus dem Inneren des Hydranten wieder heraus!

Bild 1: Hochofenabstich in Pont-à-Mousson





Bild 2: Herr Sommer erklärt den Gästen die neuesten Entwicklungen

Ein eindrucksvoller Film über die Aktivitäten des Weltmarktführers im Bereich der Gussrohrtechnik war eingebettet in die Darstellung des Mutterkonzerns Saint-Gobain. Unter seinem Dach werden Baustoffe aus Glas, Keramik, Kunststoff, Verbundwerkstoffe und Gusseisen hergestellt und gehandelt. Für duktile Gussrohre unterhält der Konzern Fertigungsstätten auf der gesamten Welt und ist so bei Großaufträgen jederzeit zu kürzesten Lieferterminen bereit.

Die Gunst der Stunde wollte es, dass bei der Besichtigung der Rohrgießerei gerade das Schlachtschiff, die 8-m-Maschine mit Rohren der Nennweite 2000 lief. Diese etwa 10 t schweren Rohre mit einer Baulänge von über 8 m werden mit spielerischer Eleganz durch die Fertigungsanlagen bewegt; die in der Abkühlphase abstrahlende Hitze war nur mit respektvollem Abstand auszuhalten **(Bild 3)**.

Diese Etappe des Großrohrgusses war der unbestrittene Höhepunkt einer an Eindrücken wahrlich nicht armen Tour durch die ausgedehnten Fertigungsanlagen, wo die Rohre ihre für die endgültige Verwendung angepasste Ausstattung hinsichtlich Auskleidungen und Beschichtungen erhalten und wo sie sämtliche prozessbegleitenden Qualitätsprüfungen durchlaufen. Zum Teil konnte der Weg durch die einzelnen Fertigungsschwerpunkte und Lagerplätze nur im Bus zurückgelegt werden.

Herr Mortelmans, der die gesamte Reise durch das Werk mit Kompetenz und Humor begleitet hatte, lud



zum Schluss die Gäste zu einem absoluten Glanzpunkt kulinarischer Extravaganz ein: die salle des fêtes ist ein Traditionsraum, wie er nur in Frankreich denkbar ist! Hier wurde ein mehrgängiges Diner zelebriert, begleitet von launigen Toasts der Professoren und Gastgeber **(Bild 4)**.

Nach den gastronomischen Genüssen war es eine Freude, Neues aus der Praxis des Rohrleitungsbaus zu erfahren.

Das Kolloquium der Hochschullehrertagung, moderiert von Herrn Professor H. Roscher, FH Erfurt, war dem Thema „grabenloses Bauen mit Gussrohren“ gewidmet. Auf diesem Sektor hat der DVGW derzeit einen Tätigkeitsschwerpunkt in der Erstellung von Verfahrensrichtlinien, um den gewünschten Qualitätsstandard sicherzustellen.

Die DVGW-Arbeitsblätter, die sich mit den grabenlosen Einbau- und Erneuerungsverfahren auseinandersetzen, wurden aus erster Hand von Herrn Klaus Büschel, dem hierfür zuständigen Referenten des DVGW, vorgestellt, wobei er übergreifend die

Bild 3: Ein Rohr DN 2000 wird aus der Gießmaschine gezogen

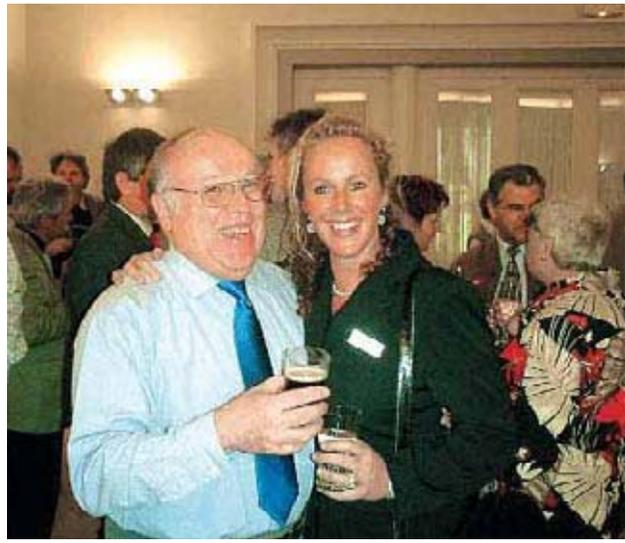


Bild 4: Ein Toast auf die Gastgeber, Frau Christiane Willmann und Herr Jean Mortelmans

Rolle des DVGW-Regelwerks hinsichtlich Erarbeitung und Aktualisierung in der Welt der Wasser- und Gasversorgung skizzierte.

Die Entwicklung des DVGW-Arbeitsblattes GW 368, das die Konstruktion, Berechnung und Zertifizierung der zugfesten Verbindungen behandelt, zeigte auch auf, wie sehr die Innovationen im Rohrleitungsbau und in der Gussrohrtechnik miteinander verbunden sind.

Die praktische Anwendung des Einbaus von Gussrohren der Nennweite 700 im Horizontal-Spülbohrverfahren in den Niederlanden wurde von Herrn Maarten Renz anhand von Berichten aus der Planungsphase und Bildern von der Baustelle geschildert. Offenbar eilt man in den Niederlanden beim HDD-Einbau duktiler Gussrohre von Rekord zu Rekord – die Nennweite 800 war schon in Sicht; der Zuwachs an Know-how ist beeindruckend. Besonders erwähnenswert fand Herr Renz die Tatsache, dass sich kein Rohrmaterial schneller zu einem längskraftschlüssigen Strang zusammenfügen lässt als duktile Gussrohre. Dieses Zeitersparnis ist für ihn der Schlüssel zur Wettbewerbsfähigkeit.

Die Situation bei der Erneuerung des in die Jahre gekommenen Trinkwassernetzes in Berlin gleicht einer Quadratur des Kreises: Die Rohre müssen komplett aus dem Boden verschwinden, Reste werden nicht geduldet. Die Rohrtrassen verlaufen unter den zu Zehntausenden vorhandenen Straßenbäumen, die auf keinen Fall angetastet werden dürfen. Ohnehin ist der Platz für eine Auswechslung im offenen Graben nicht verfügbar, er wird für den ruhenden und rollenden Verkehr benötigt.

Die Berliner Wasserbetriebe, vertreten durch Herrn Dr. W. Gaebelein, haben sich eine pfiffige Technik ausgedacht, das Berliner Hilfsrohrverfahren, bei dem in einem ersten Schritt die alten Graugussrohre in Teilstücken von etwa 50 m Länge mit wiederverwendbaren Hilfsrohren aus dem Boden geschoben

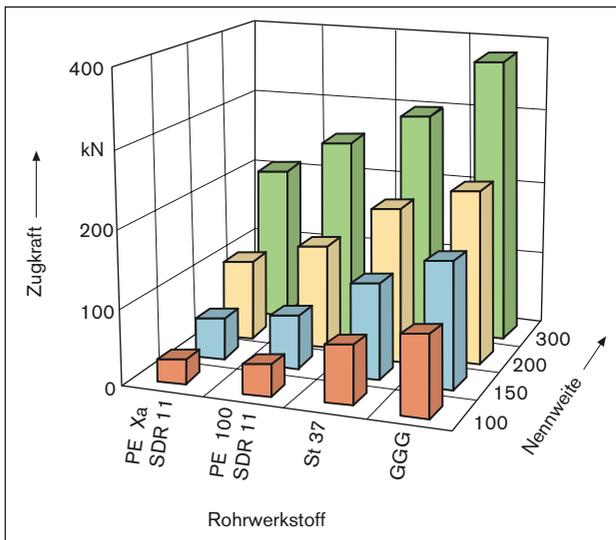


Bild 5: zulässige Zugkräfte von Wasserrohrleitungen für den grabenlosen Einzug

werden. Im zweiten Schritt werden die neuen Gussrohre mit zugfester Verbindung beim Bergen der Hilfsrohre in die Trasse gezogen.

Für einen möglichst großen Abstand der hierzu erforderlichen Baugruben müssen die zugfesten Verbindungen der Rohre möglichst hohe Zugkräfte sicher übertragen können. In Zusammenarbeit mit den Gussrohrherstellern Buderus und Saint-Gobain sowie der Fa. Karl Weiss, die sich intensiv der Weiterentwicklung der grabenlosen Einbauverfahren widmet, haben die Berliner Wasserbetriebe die sicher ertragbaren Zugkräfte ermittelt und in das Technische Regelwerk des DVGW (GW 321, GW 322-1, GW 323) überführt. Mit Stolz konnten die Ergebnisse präsen-

tiert werden: Bei den Rohren der üblichen Werkstoffe für die Trinkwasserversorgung sind mit duktilen Gussrohren die höchsten Zugkräfte und damit die längsten Baugrubenabstände möglich (**Bild 5**).

Ebenfalls in Berlin spielte die von Herrn S. Ertelt, Buderus, vorgetragene Geschichte eines neuen Verfahrens, dem Langrohr-Relining mit Gussrohren DN 800, die in eine stillgelegte Leitung aus AZ-Rohren DN 1000 eingezogen wurde. Der Ringspalt wurde verfüllt, somit kann das Altrohr als Schutzrohr im Boden verbleiben und erspart dem Betreiber die kostspielige Asbestentsorgung.

Es gibt auch Gemeinden mit weniger rigiden Vorschriften hinsichtlich der Belegung des Untergrunds mit Rohren und Kabeln. Können die Reste des Altrohrs im Boden verbleiben, dann ist das Berstlining eine Variante, die sogar den Wettbewerb mit offenen Auswechselfahren bestehen kann, selbst wenn die Dichte von Hausanschlussleitungen relativ hoch ist. Herr W. Loew vom Zweckverband Mittelhessische Wasserwerke berichtete von einem Projekt, wo der Sondervorschlag des Berstlining mit Neurohren aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtelumhüllung ein Optimum an hoher Sicherheit und niedrigem Preis bot. (Das Projekt wird auf den Seiten 16 bis 19 detailliert beschrieben.)

Wann und wo ist die nächste Hochschullehrertagung mit den Rohren aus duktilem Gusseisen?

Diese Frage sagt mehr aus als alles Lob, mit dem sich die Professoren aus Saarbrücken verabschiedeten, nachdem sich die meisten von ihnen noch bei einem Besuch des Weltkulturerbes der Völklinger Hütte mit der glanzvollen Vergangenheit von Eisen und Stahl im Saarland auseinandergesetzt hatten.

Umschlagseiten/Bildnachweis

Titelseite:

Entnahmeleitung der Turbinenleitung im Seealpsee

(Foto: Iteco AG, Affoltern a.A.)

Layout:

Hirth und Winkler GmbH, Grafik, Layout

Rückseite:

Beschneigung der Schattenbergschanze in

Oberstdorf (Foto: Christoffer Leitner)

Impressum

Herausgeber und Copyright:

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e. V.

Wittestrasse 30 K

13509 Berlin

Tel: 030/435 72 580, Fax: 030/435 72 400

e-mail: info@fgr-berlin.de

www.gussrohrtechnik.de

