



GUSSROHR-TECHNIK

Informationen der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

41



- 4 **Neue FGR-Geschäftsführung**
Dem duktilen Gussrohr
noch mehr Geltung und Erfolg verschaffen
- 5 **Brief des Herausgebers**
5 **Schnellübersicht**
- 8 **Trinkwasserleitung DN 60**
Erneuerung der Versorgungsleitung Rietburg
Von Martin Hanke
- 11 **Trinkwasserleitung DN 80 und DN 100**
Erneuerung einer Trinkwasserleitung DN 80 und 100
beim Kyffhäuser Abwasser- und Trinkwasserverband
Von Holger Langbein
- 14 **Trinkwasserleitung DN 100**
Bau von zwei Wasserleitungen DN 100 und eines Abwasserkanals
zwischen den Oberstenfelder Ortsteilen Gronau und Prevorst
Von Siegfried Wolf
- 17 **Trinkwasserleitung DN 150**
Erneuerung der Verbindungsleitung DN 150 vom
Hochbehälter Dapfen zum Hochbehälter Buttenhausen
Von Gerd Schill
- 21 **Trinkwasserleitung DN 250**
Ringleitung Nord – Hochbehälter Hohenstadt
bis Hauptverteilerschacht Nellingen
Von Karl Müller
- 24 **Trinkwasserleitung DN 100-200**
Erschließung der Industriegroßfläche „Erfurter Kreuz“
Von Holger Langbein
- 27 **Trinkwasserleitung DN 300 und DN 500**
Saarbrücker Stadtwerke investieren in ihr Versorgungsnetz
Von Horst Schimeczek und Axel Schwarz
- 33 **Beschneigungsanlage 1**
Bau von Beschneigungsanlagen mit Rohren aus duktilem Gusseisen
Von Arno Schweiger
- 40 **Beschneigungsanlage 2**
Duktile Gussrohre für Schneesicherheit
Erweiterung der maschinellen Beschneigung
im Skikarussell Winterberg (Hochsauerland)
Von Andreas Veldhuis und Stephan Hobohm

- Wirtschaftlichkeitsgutachten**
45 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Rohrleitungen
Von Thomas Wegener und Mike Böge
- Wirtschaftlichkeit mit duktilen Gussrohren**
52 Moderne Wasserversorgung – natürlich mit Gussrohren!
Von Peter Barthel
- Qualität und Sicherheit des Versorgungsbetriebes**
56 Duktile Gussrohre aktuell wie eh und je
Von Birgit Hannemann und Lutz Rau
- Kombination grabenloser Einbautechniken**
Horizontal-Spülbohren und Einpflügen
59 Ringschluss einer Trinkwasserleitung auf dem Hochplateau von Königen
Von Günter Naujoks
- Horizontal-Spülbohren im ländlichen Raum**
62 Unterquerung der Flussaue der Zusa mit Rohren aus duktilem Gusseisen DN 250 im Spülbohrverfahren
Von Sonja Wolter
- Berstlining**
67 Einbau duktiler Gussrohre DN 250 mit dem Berstlining-Verfahren in Nähe der Burg Rabenstein bei Chemnitz
Von Karin Klemm und Wolfgang Rink
- Innovative Rohreinbautechnik mit rekordverdächtigen Ergebnissen**
70 Erneuerung der Quellwasserleitung der Stadt Staufen mit duktilen Gussrohren im Berstlining-Verfahren
Von Christoph Heine
- Verbandskooperation 1**
74 Kreiswasserwerk Bitburg-Prüm
Von Herbert Reinhard
- Verbandskooperation 2**
Ein Beispiel für kommunale Zusammenarbeit
78 Die Zweckverbände zur Wasserversorgung der Surgruppe und der Otting-Pallinger Gruppe
Von Lorenz Reiter
- Hochschullehrertagung 2006**
81 Duktiles Gussrohr als Multitalent mit Höchstleistungen bei Technik und Wirtschaftlichkeit
Von Eberhard Starosta

Dem duktilen Gussrohr noch mehr Geltung und Erfolg verschaffen

Mit Beginn des neuen Jahres hat es bei der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR) in Berlin einen Wechsel in der Geschäftsführung gegeben. Raimund Moisa tritt die Nachfolge von Dr. Jürgen Rammelsberg an, der die FGR seit 1999 leitete und diesem Verband während seiner Amtszeit viele neue Impulse auch in der PR- und Öffentlichkeitsarbeit gegeben hat. Vor allem durch seine von hohem Sachverstand getragenen Aktivitäten in der Normungsarbeit sowie in der Aus- und Weiterbildung erreichte er Aufmerksamkeit und Erfolge für die FGR und ihre Mitgliedsfirmen.

Raimund Moisa, der zuletzt in leitender Funktion beim Rohrhersteller Saint-Gobain Gussrohr in Saarbrücken tätig war, bringt profunde Kenntnisse und Erfahrungen aus verschiedenen Aufgabenbereichen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung mit. Mit der Wahl zum neuen FGR-Geschäftsführer hat Raimund Moisa von der Mitgliederversammlung des Verbands die Aufgabe erhalten, die von seinem Vorgänger in Schwung gebrachte Öffentlichkeitsarbeit noch erheblich zu verstärken.

Ziel ist es, die bedeutende Position der duktilen Gussrohre in den Trinkwassernetzen zu erhalten und im Bereich der Abwasserentsorgung darauf hinzuwirken, dass das duktile Gussrohr hier zum Standard wird.

Den inhaltlichen Schwerpunkt der Argumentation will der neue FGR-Geschäftsführer auch weiterhin darauf setzen, dass die Verwendung duktiler Gussrohr-Systeme für den Leitungsbau erwiesenermaßen stets mit wirtschaftlichen Vorteilen verbunden ist. Mehr noch als bisher soll die FGR-Öffentlichkeitsarbeit die Verbände der Wasserwirtschaft, Ingenieurbüros, Baufirmen und die Versorgungsunternehmen sowie auch fachrelevante Hochschulen als verbündete Multiplikatoren für sich gewinnen. Eine Menge Vorarbeit dafür wurde bereits in den letzten Jahren geleistet.

Fortgeführt werden sollen auch die sehr erfolgreichen Aktivitäten der FGR-Geschäftsführung in den maßgeblichen Gremien der deutschen, europäischen und internationalen Normung.

Viel positive Wirkung verspricht sich Raimund Moisa davon, die in den letzten Jahren schon recht umfangreich betriebene Bildungsarbeit in Kooperation mit geeigneten Partnern, wie z. B. den Berufsbildungswerken von DVGW, DWA sowie des Rohrleitungsbauverbandes (brbv), fortzusetzen und auch Hochschulen und Fachhochschulen als Partner der Bildungsarbeit zu pflegen.



Der neue und der scheidende Geschäftsführer der FGR – Raimund Moisa, rechts und Dr. Jürgen Rammelsberg, links

Brief des Herausgebers

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das vorliegende Heft 41 unserer GUSSROHR-TECHNIK hat sich auf einen besonderen Themenkreis konzentriert, es befasst sich beinahe ausschließlich mit den Rohren im unteren Nennweitenspektrum DN 60 bis DN 250 und dem Bereich des Trink- und Brauchwassers. Wir wollen mit dieser Auswahl verdeutlichen, dass duktile Gussrohre in der Trinkwasserverteilung nach wie vor eine gewichtige Rolle spielen und ihren Beitrag zu einem wirtschaftlichen und nachhaltigen Netzbetrieb leisten.

Eine weitere bedeutende Mitteilung betrifft den Wechsel in der Geschäftsführung der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e.V.: nachdem ich die Pensionsgrenze erreicht habe, verab-

schiede ich mich von Ihnen mit dieser Ausgabe und danke Ihnen für Ihre Verbundenheit. Meinem Nachfolger, Herrn Dipl. Ing. Raimund Moisa, wünsche ich an dieser Stelle viel Erfolg und die beglückende Erfahrung einer treuen Leserschaft.

Es grüßt Sie herzlich



Schnellübersicht

■ _____ Im vom Weinbau geprägten Rheinland-Pfalz ist zur Förderung des Fremdenverkehrs der Ausbau der Infrastruktur eine vorrangige Aufgabe. Eine druckbeständige und dauerhafte Trinkwasserleitung der Nennweite DN 60 wird aus duktilen Gussrohren zu einer Aussichtsburg an einem Steilhang im offenen Graben gelegt.

_____ Seite 8

■ _____ Die Neuordnung der Wasserversorgung einer ländlichen Gesamtgemeinde südlich von Heilbronn erfordert den Bau von längeren Trinkwasserleitungen. Schwierige Baugrundverhältnisse und die gestiegenen Anforderungen der neuen Trinkwasserverordnung sind die Herausforderungen, die mit Rohren aus duktilem Gusseisen bewältigt werden.

_____ Seite 14

■ _____ Die Weiterentwicklung des Tourismus im Thüringer Kyffhäusergebiet verlangt nach einer sicheren Trinkwasserversorgung. Im steinigen Baugrund eines bewaldeten Steilhanges wird mit pfiffigen Hilfsmitteln eine Trinkwasserleitung DN 80 und DN 100 gebaut.

_____ Seite 11

■ _____ In der gebirgigen Schwäbischen Alb ist eine Verbindungsleitung mit erhöhten Instandhaltungskosten zu erneuern. Gleichzeitig ist die Zukunftsfähigkeit der gesamten Trinkwasserversorgung eines Verbandes sicherzustellen. Umfangreiche Studien und Angebotsauswertungen weisen das duktile Gussrohr als den Träger der wirtschaftlichsten Variante aus. Pragmatische Wahl der Einbauverfahren je nach Trassenbedingung.

_____ Seite 17

■ _____ Der Beitrag zeigt, wie man unter geologisch ungünstigen Bedingungen dennoch wirtschaftlich eine Trinkwassertransportleitung baut: man nutzt, wo irgend möglich, die parallel laufenden Infrastrukturmaßnahmen, um eine preiswerte Trasse zu finden. Man nutzt moderne Tiefbautechnik, z. B. die Grabenfräse, um die bewegten Massen möglichst gering zu halten. Schließlich setzt man mechanisch robuste Rohre ein, die auf eine Sandbettung verzichten können und außerdem mit den geodätischen Höhendifferenzen und dem daraus resultierenden Betriebsdruck von 25 bar fertig werden. Unter den vorgefundenen äußeren Bedingungen sind es ausschließlich Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen, mit welchen eine fast 11 km lange Transportleitung in kürzester Zeit wirtschaftlich und nachhaltig gebaut werden konnte.

_____ Seite 21

■ _____ Wegen seiner durchwegs positiven Erfahrungen mit duktilen Gussrohren zum Transport und zur Verteilung von Trinkwasser setzt der spätere Betreiber des Netzes einer neu zu erschließenden Industriegroßfläche südlich des Erfurter Kreuzes den Einsatz duktiler Gussrohre für das neue Netz durch. Durch unterschiedliche Farbgebung können Trink- und Brauchwasserleitungen mit geringem Abstand parallel nebeneinander gelegt werden, ohne bei späteren Arbeiten an den Leitungssystemen Verwechslungen befürchten zu müssen.

_____ Seite 24

■ _____ Die Stadtwerke Saarbrücken legen das Rückgrat ihres Trinkwassernetzes, drei in die Jahre gekommene parallel durch ein Feuchtgebiet laufende Haupttransportleitungen DN 300 bis 500, um, ohne dabei die Gesamtversorgung ihrer Stadt zu gefährden. Umfangreiche Widerlagerkonstruktionen im Bereich des Grundwassers sichern an den Richtungsänderungen die bestehenden Enden der nicht zugfest gebauten Altleitungen aus Grauguss. Für die gleichzeitig auszuführenden Umbindungsarbeiten standen lediglich zehn Stunden zur Verfügung.

_____ Seite 27

■ _____ Die Klimaerwärmung erschwert zunehmend den wirtschaftlichen Betrieb von Skisportanlagen. Die Entwicklung von Einrichtungen zur technischen Beschneigung ist eng mit den Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen verbunden. Mit diesen Rohren ist es möglich, die erforderlichen Betriebsdrücke bis zu 100 bar zu bewältigen, ohne dabei auf bautechnische Probleme zu stoßen. Die leichte Montierbarkeit der längskraftschlüssigen Verbindungen sowie die Robustheit der Rohre und Formstücke in schwierigem und steinigem Gelände machen das duktile Gussrohrsystem zum idealen Partner der Schneesportanlagenbauer.

_____ Seite 33

_____ Seite 40

■ _____ Mit dieser Untersuchung wird der wissenschaftliche Nachweis erbracht, dass duktile Gussrohre der Nennweite DN 100 unter Einbeziehung der Rücklagenbildung für die Reinvestition nach Ablauf der technischen Nutzungsdauer wirtschaftlicher sein können als Rohre gleicher Nennweite aus PE-HD. Das mit finanzmathematischen Modellen errechnete Ergebnis wird in idealer Weise von den in diesem Heft dargestellten Erfahrungen der Praxis bestätigt.

_____ Seite 45

■ _____ Es gibt sie noch, die Wasserversorger, die sich mit beeindruckend analytischem Kostenbewusstsein um den nachhaltig wirtschaftlichen Betrieb ihrer Rohrnetze bemühen, um ihren Kunden qualitativ hochwertiges Trinkwasser zu einem stabilen Preis zur Verfügung zu stellen. Sie widerlegen das landläufige Vorurteil der „teuren Gussrohrsysteme“, nutzen ihre Toleranz gegenüber den üblichen Baustellenfehlern und sind so auf der sicheren wirtschaftlichen Seite. Wie eh und je nutzen sie die bewährten Gussrohrsysteme und bedienen sich dabei der modernen flanschenlosen Verbindungstechniken im Bereich der Armaturen und Formstücke.

_____ Seite 52

■ _____ Durch Kooperation mehrerer Verbände kann ein einflussreiches Einkaufsvolumen entstehen, welches auch den Tiefbaufachhandel zu flexiblem Verhalten und innovativen Lösungen bewegt. Wenn dann noch eine positive Bevölkerungsentwicklung mit ihren Zwängen zu planvoller Investition und Instandhaltung hinzukommt und der Verantwortliche des Rohrnetzbetreibers tatsächlich verantwortungsvoll und nachhaltig zum Wohl seiner Kunden handeln möchte, dann kommt er am duktilen Gussrohr kaum noch vorbei.

_____ Seite 54

■ _____ Die stetige Zunahme der Anwendung grabenloser Einbauverfahren zeigt sich wieder bei vielen Beiträgen in diesem Heft. Inzwischen sind viele Baufirmen mit den geeigneten Baugeräten und Maschinen soweit ausgerüstet, dass sie sogar verschiedene grabenlose Einbauverfahren bei ein und demselben Projekt kombinieren. So werden im beschriebenen Ringschluss einer Trinkwasserleitung das Einpflügen und das Horizontalspülbohren duktiler Gussrohre nebeneinander ausgeführt.

_____ Seite 59

■ _____ Zur Sicherung des Trinkwasserverbundes zweier Gemeinden war in ländlichem Gebiet eine 2.400 m lange Leitung DN 250 zu bauen. 1.000 m davon wurden in fünf unterschiedlich langen Teilstücken im horizontalen Spülbohrverfahren eingebaut, wobei der Vorteil des Rohreinzeleinzuges deutlich wurde: auf einer neigbaren, mit Rollen bestückten Rampe wurden die längskraftschlüssigen Rohrverbindungen im Rhythmus des Bohrgestängewechsels quasi unter Werkstattbedingungen montiert.

_____ Seite 62

■ _____ Eine störanfällige AZ-Leitung DN 250 muss über 1.500 Meter bei laufendem Betrieb nennweitengleich ausgewechselt werden. Hier ist das Berstlining-Verfahren mit dem Einbau duktiler Gussrohre wirtschaftlich kaum zu schlagen. Die Erfahrungen sind so positiv, dass der noch anstehende zweite Bauabschnitt nach dem gleichen Muster erneuert wird.

_____ Seite 67

■ _____ In einem ökologisch hoch sensiblen, landwirtschaftlich genutzten Gebiet war eine mehr als 100 Jahre alte, elf Kilometer lange Graugussleitung DN 125 durch eine neue Leitung DN 150 zu erneuern. Mehrere ökologisch und wirtschaftlich wichtige Argumente drängten die Anwendung des Berstlining-Verfahrens mit duktilen Gussrohren förmlich in den Vordergrund.

_____ Seite 70

■ _____ Häufig schließen sich mehrere kleine Wasserversorger zu überörtlichen Trinkwasserzweckverbänden zusammen, um ihr spezielles mit der Region verbundenes Fachwissen und ihre Erfahrungen gemeinsam zu nutzen. Meist ist der Gebührenzahler der lachende Dritte, weil er vom uneingeschränkten Zwang zu wirtschaftlichem Handeln der ortsansässigen Partner profitiert. Es ist sicherlich kein Zufall, dass sich in diesen Kooperationen das Rohr aus duktilem Gusseisen wegen seiner Robustheit und seiner geringen Schadensanfälligkeit zum Favoriten entwickelt hat.

Zwei Verbände berichten eindrucksvoll von ihren durchwegs positiven Erfahrungen mit diesem Werkstoff; neu hinzukommende Partnerverbände schließen sich diesen Erfahrungen bereitwillig an.

_____ Seite 74

_____ Seite 78

■ _____ Im April 2006 waren die Hochschullehrer des Wasserfachs und des Bauwesens zu Gast bei der Fachgemeinschaft, um sich über die neuesten Entwicklungen bei der Anwendung duktiler Gussrohre zu informieren.

Themenschwerpunkt der Fachtagung war die Verwendung der Rohre bei höchsten Beanspruchungen wie z. B. für Triebwasserleitungen von Wasserkraftanlagen, Anlagen zur künstlichen Beschneidung, Anwendung als Gründungspfähle. Die in Hall in Tirol organisierte Tagung bot die Möglichkeit, Europas gewaltigste Wasserkraftanlagen, die des Pumpspeicherkraftwerks Sellrain-Silz, unter fachkundiger Führung zu erleben.

_____ Seite 81

Erneuerung der Versorgungsleitung Rietburg

Von Martin Hanke

1 Einleitung

Die Verbandsgemeinde Edenkoben mit ca. 20.000 Einwohnern liegt im Bundesland Rheinland-Pfalz im Landkreis Südliche Weinstraße und besteht aus der Stadt Edenkoben und weiteren 15 Ortsgemeinden. Eine davon ist die Gemeinde Rhodt unter Rietburg. Oberhalb davon liegt das Schloss Villa Ludwigshöhe, die Rietburg und die Rietania-Hütte.

Die viertgrößte Weinbaugemeinde Deutschlands, die Stadt Edenkoben, ist Verwaltungssitz der Verbandsgemeinde, deren flächenmäßige Ausdehnung 120 Quadratkilometer beträgt und eine Bevölkerungsdichte von 161 Personen/km² aufweist. Der jährliche Wasserverbrauch liegt bei 1 Mio. m³. Bei der Abwasserbehandlung wird deutlich, dass es sich um eine Weinbaugemeinde handelt, weil das auf die Einwohnerzahl (ca. 19.000) bezogene Abwasservolumen nur einem Zehntel der in zwei Kläranlagen behandelten Abwässer von 190.000 EWG (Einwohnergleichwerte) entspricht. Das Wasser- und Abwassernetz zeigt bei den Hauptleitungen jeweils einen Bestand von 160 km Leitungslänge.

Edenkoben liegt in einem der reizvollsten Landstriche Deutschlands, der Pfalz, sie ist sowohl vom Weinbau wie auch von der Landwirtschaft geprägt und weist einen regen Tourismus auf. In der vielgestaltigen Landschaft herrscht das mildeste Klima Deutschlands. Neben der üppigen Rebfläche und der Rebsortenvielfalt gedeihen hier Nüsse, Zitronen, Esskastanien, Feigen und Tabak. War noch vor einigen Jahren der Müller-Thurgau die wichtigste Rebsorte bei den Weißweinen, so ist heute der Riesling die Rebsorte mit der größten Anbaufläche. Bei den Rotweinen dominiert der ertragreiche Dornfelder, gefolgt vom Spätburgunder. Eine vom Weinbau und vom Pfälzer Wald geprägte



Bild 1:
Rietburg oben und Schloss Villa Ludwigshöhe unten

liebende Landschaft ist selbstverständlich Touristenmagnet. Besonders zur Lesezeit des Weins kommen Tausende von Besuchern nach Edenkoben und viele von ihnen lassen es sich nicht nehmen, von Rhodt u. R. in einer Stunde zu Fuß zur Rietburg zu wandern (**Bild 1**).

Die Rietburg wurde an der Nordostflanke des Blättersbergs in ca. 550 m Höhe erbaut. Der Blättersberg gehört zum Haardtgebirge, welches den Ostrand des Pfälzer Waldes bildet. Die Entstehung der Burg wird auf 1200 bis 1204 datiert und den Herren von Riet zugeschrieben. 1255 wurde sie zur Reichsburg erklärt, im 17. Jahrhundert dann weitgehend zerstört. Erhalten sind nur ein Teil der Schildmauer sowie Teile des Berings und des Zwingers. Der Rundblick von der Rietburg ist faszinierend, ob Blick auf die Höhen des Pfälzer Waldes oder die weite Sicht über die Rheinebene bis hinüber ins Badische. Auf die Rietburg führt seit 1954 ein Sessellift, die Rietburg-Bahn. Diese überwindet

in ca. acht Minuten einen Höhenunterschied von 220 m. Einen besonderen Anreiz strahlt Schloss Villa Ludwigshöhe aus, das zu Füßen der Rietburg und der Talstation der Rietburg-Bahn liegt. Inmitten von Wäldern und Weingärten liegt diese ehemalige Sommerresidenz der Wittelsbacher. König Ludwig I. von Bayern lies das Schloss nach „italienischer Art“ im spätklassizistischen Stil erbauen. Nach fünf Jahren Bauzeit konnte 1851 der Schlossneubau bezogen werden. 1975 hat das Land Rheinland-Pfalz aus dem Besitz des Wittelsbacher Ausgleichsfonds das Schloss erworben und führt es als Museum. Durch die Vielzahl von Besuchern der Rietburg und ihrer Gaststätte entsteht ein hoher Wasserbedarf, und auch die Abwasserableitung muss geregelt sein. Bisher wurde das Abwasser in einem Stahltank gesammelt und mit einem Saugfahrzeug zur Kläranlage Edenkoben gefahren. Die Kosten von 4.000 Euro trug der Pächter der Rietburggaststätte alleine, obwohl die Toilettenanlage auch öffentlich benutzt wurde. Die Gemeinde und auch der Pächter suchten daher nach einer wirtschaftlichen Lösung zum Bau einer Abwasserleitung. Im Zuge der planerischen Überlegungen wurde mit in Betracht gezogen, die rund fünfzig Jahre alte Wasserleitung zur Rietburg zu erneuern. Bei der bisherigen Wasserleitung handelte es sich um eine 1 ½ Zoll Stahlleitung, die mit teergetränkter Jute umwickelt war. Die Dimensionierung einer neuen Wasserleitung sollte auch dem erhöhten Wasserverbrauch auf der Rietburg Rechnung tragen.

2 Planung und Ausschreibung

Die Planung und Ausschreibung der Maßnahme wurde dem Ingenieurbüro IPR-Consult aus Neustadt a.W. übertragen. Für die Abwasserleitung kam DN 100 in Betracht, die Wasserleitung wurde als DN 60 ohne Löschwasseranteil dimensioniert. Projektträger für die Abwasser- und Wasserleitung sowie für ein Steuerkabel ist die Gemeinde Rhodt u. R. Der Pächter der Rietburggaststätte leistet seinen finanziellen Anteil über eine neu vereinbarte Pacht. Die Verbandsgemeindewerke Edenkoben übernahmen im Auftrag der Gemeinde Rhodt u. R. die Überwachung und Koordination der Baumaßnahme von der Planung bis zur Fertigstellung. In der Gemeinderatssitzung von 25. April 2005 wurde die Vergabe der Baumaßnahme an die Fa. TIAG aus Weilerbach beschlossen. Das Unternehmen hat sich auf den Bau von Transportwasserleitungen spezialisiert und hat schon mehrere Projekte in schwierigem Gelände durchgeführt.

3 Bauausführung

Die Projektkosten liegen bei rd. 130.000 Euro.

Die Leitungstrasse (**Bild 2**) führt von der Rietburg senkrecht zum Hang rund 600 m abwärts bis zur Rietania-Hütte, die dem Gesangsverein Rhodt u. R. gehört und vom Verein bewirtschaftet wird. Sie ist voll erschlossen. Die Höhendifferenz zwischen der Rietburg und der

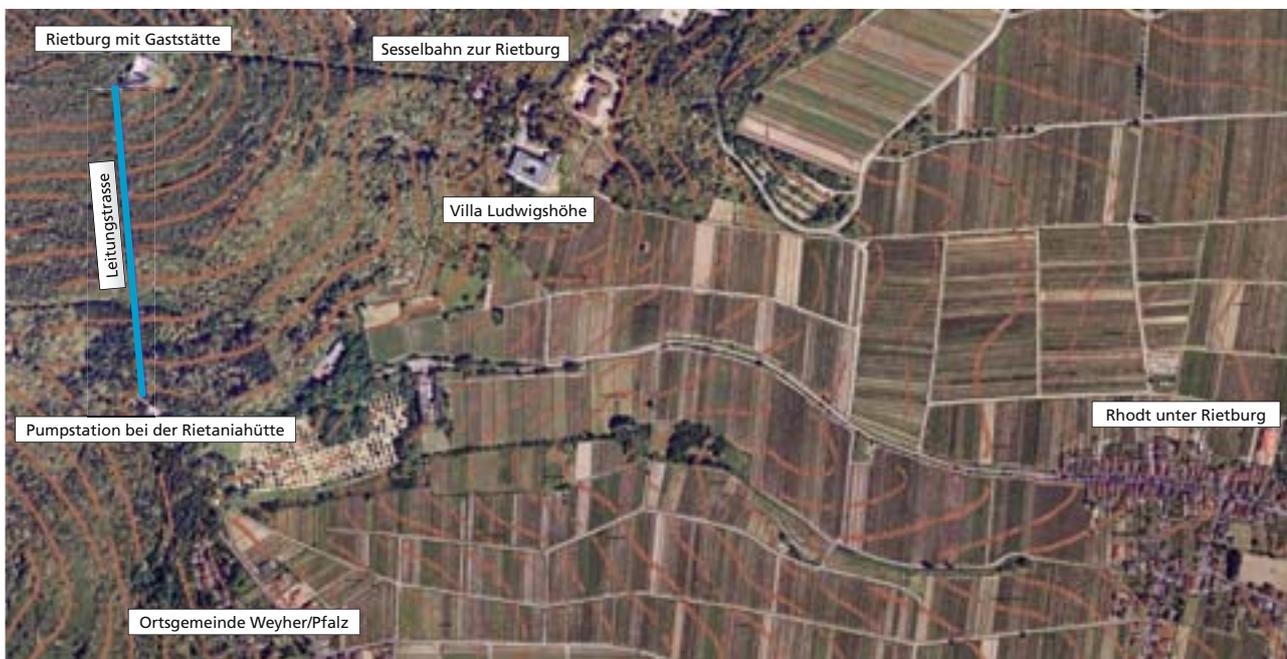


Bild 2:
Übersichtplan mit Leitungstrasse



Bild 3:
Schreitbagger im steilen Gelände

Rietania-Hütte beträgt 248 m. Um das Wasser zur Rietburg zu fördern, war der Bau einer Pumpstation an der Rietania-Hütte notwendig. Die neue Leitungstrasse folgt der Trasse der alten Wasserleitung. Die Erdarbeiten wurden mit Hilfe eines Schreitbaggers (**Bild 3**) ausgeführt, der sich auch in steilem Gelände fortbewegen kann. Die Bauplanung sah vor, den Aushub als Verfüllmaterial wieder zu verwenden. Grobe Steine wurden aussortiert. Für die Wasserleitung wurden Rohre aus duktilem Gusseisen gewählt, während für die Abwasserleitung ein PE-Rohr mit Schutzmantel gewählt wurde. Zur Absicherung des Steuerkabels wurde zunächst ein Schutzrohr gelegt und nach Fertigstellung das Steuerkabel von oben nach unten über 600 m mit Druckluft eingeschossen.

Wenn das Abwasser zu Tal schießt, wird durch das große Gefälle eine hohe Energie freigesetzt. Diese Energie darf nicht ungebremst

in die Kanalisation bei der Rietania-Hütte gelangen. Aus diesem Grund sind in Abständen von ca. 50 Höhenmetern Energie-Vernichtungsschächte angeordnet. In diesen Schächten wird das Abwasser tangential zum Schacht eingeleitet, so dass es durch Verwirbelung einen Großteil seiner Geschwindigkeit verliert und dann durch die Mitte des Schachtbodens weiter abfließt.

Die neue Wasserleitung wird wegen der geodätischen Höhendifferenz und der daraus resultierenden Druckhöhe mit einem PFA = 25 bar betrieben. Die duktilen Gussrohre nach DIN EN 545 der Nennweite DN 60 erfüllen die Planungsvorgaben (**Bild 4**). Den Außenschutz übernimmt eine Zinkschicht mit bituminöser Deckbeschichtung. Die Rohre sind mit Zementmörtel ausgekleidet. Sie werden mit Steckmuffen-Verbindungen verbunden.

Die Bauarbeiten (**Bild 5**) wurden Anfang September 2005 fristgerecht abgeschlossen. Die Leitungen wurden ohne Beanstandungen abgenommen, sodass im Sommer 2005 die neue Trinkwasserleitung, die Abwasserleitung und das Steuerkabel samt Pumpenhaus in Betrieb gehen konnten.

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Martin Hanke
Verbandsgemeindewerke Edenkoben
Poststraße 23
D – 67480 Edenkoben
Telefon: +496323 959169
E-Mail: martin.hanke@werke.org



Bild 4:
Duktile Gussrohre DN 60 und PE-Wirbelschacht



Bild 5:
Leitungstrasse mit Ver- und Entsorgungsleitung sowie Schutzrohr für das Steuerkabel

Erneuerung einer Trinkwasserleitung DN 80 und 100 beim Kyffhäuser Abwasser- und Trinkwasserverband

Von Holger Langbein

1 Einleitung

Der Kyffhäuser ist ein Bergrücken südöstlich des Unterharzes und der Goldenen Aue an der Grenze Thüringens zu Sachsen-Anhalt. Er ist etwa 19 km lang und 7 km breit. Die höchste Erhebung ist mit 477 m der Kulpenberg mit dem 89 m hohen Aussichtsturm (**Bild 1**). Bekannt ist der Kyffhäuser vor allem durch das Kyffhäuserdenkmal Kaiser Friedrich I. Barbarossas. In der Barbarossahöhle bei Rottleben soll der Sage nach Kaiser Friedrich I. Barbarossa, in der ursprünglichen Form der Sage eigentlich Kaiser Friedrich II., in einem unterirdischen Schloss solange schlafen, bis Deutschland geeint ist.

Am Südrand des Kyffhäuser nahe Bad Frankenhausen erinnert das in einem Rundbau untergebrachte Monumentalgemälde „Frühbürgerliche Revolution in Deutschland“ (auch Bauernkriegspanorama genannt) an die auf dem Schlachtberg am 15. Mai 1525 geschlagene Entscheidungsschlacht im Deutschen Bauernkrieg. Das Bild wurde von 1983 bis 1987 vom Leipziger Künstler Werner Tübke zusammen mit zahlreichen Helfern gemalt. Mit seinen 123 m Breite und 14 m Höhe ist es das größte Ölgemälde der Welt.

Dieser zentrale Punkt Deutscher Geschichte ist von zunehmend touristischem Interesse. Die vorhandene Wasserversorgung stammt aus den 20er-Jahren und ist durch hohe Wasserverluste gekennzeichnet. Eine Erneuerung wurde zur Stabilisierung der Versorgung unumgänglich.



Bild 1:
Kyffhäusererturm mit Reiterstandbild

2 Planungsaufgabe

Zur Stabilisierung der Wasserversorgung der am Kyffhäuser gelegenen Gemeinden und der touristischen Einrichtungen wurden im 1. Bauabschnitt ca. 1.000 m Rohre DN 100 aus duktilem Gusseisen eingebaut. Infolge der vorhandenen Höhendifferenzen waren Rohre und Formstücke mit einem zulässigen Bauteilbetriebsdruck PFA = 25 bar einzusetzen.

Mit der Neulegung der Leitung wird die Wasserversorgung aus den 20er-Jahren komplett ersetzt. Begleitend zum Bau der Rohrleitung wurden die Brunnen Wallwede und Eselswiese erneuert. Ein neu errichteter Hochbehälter und ein Zwischenbehälter rundeten die Investition ab.

Im 1. Trassenabschnitt musste ein Höhenunterschied von 180 m überwunden werden, während im folgenden Abschnitt in einem Steilhangbereich auf 60 m eine Höhendifferenz von sogar 160 m zu bewältigen war. Die Leitungstrasse verläuft zum größten Teil durch dicht bewaldetes Gebiet.

Die vorliegenden geologischen und topografischen Randbedingungen, wie z. B. mögliche Verwerfungen, extreme Höhenunterschiede sowie die Anwesenheit großstückiger Steine im Baugrund stellten hohe Anforderungen an das einzusetzende Rohrmaterial.

In der Planungsphase wurden die Rohrwerkstoffe

- PE-HD (geschweißt),
 - Stahl (Steckmuffenverbindung)
 - Rohre aus duktilem Gusseisen
- in die engere Wahl genommen.

Dabei standen folgende Kriterien im Vordergrund:

1. Hohe Abwinkelbarkeit der längskraftschlüssigen Muffenverbindungen mit Gewähr für Dichtheit gegen inneren und äußeren Druck
2. Sicherheitsreserven bzw. Unempfindlichkeit gegen nicht vorhersehbare Belastungen
3. Korrosionsbeständigkeit des Rohrsystems
4. hohe Montagegeschwindigkeit
5. einfache Instandhaltungsmöglichkeiten
6. Hohe Standsicherheit unter Betriebsbedingungen
7. Nutzung des Aushubmaterials zur Bettung und Umhüllung der Rohre.

Insgesamt erfüllte das System aus Rohren, Formstücken und Armaturen aus duktilem Gusseisen den Anforderungskatalog am besten.

Die Angaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 368 zu zulässigem Bauteilbetriebsdruck PFA, Abwinkelbarkeit und fremd überwachter Typprüfung der längskraftschlüssigen Rohrverbindung TIS-K unterstützten die planerischen Überlegungen hinsichtlich einer sicheren Bauphase, einer problemlosen Druckprüfung und eines auf Jahrzehnte gesicherten Betriebs.

3 Bau der Rohrleitung

Alle Rohrverbindungen sowie die Formstückmontagen wurden problemlos mittels geeigneter Einbaugeräte hergestellt. Schweißwulste für die längskraftschlüssigen Verbindungen bei Rohrschnitten an der Baustelle konnten nach vorbereitender Einweisung durch die Baustellenbetreuung des Rohrherstellers in eigener Regie und in der erforderlichen Qualität ausgeführt werden.

Das zum Einbau verwendete Gussrohrsystem erwies sich für die gewählten Einbauverfahren als optimal. Für die Steilhang- und die anderen schwer zugänglichen Bereiche ermöglichte die TIS-K Verbindung DN 100 die Vormontage von Rohrsträngen. In Einbaurichtung von unten nach oben wurden zwei Stränge von jeweils 36m Länge vormontiert. Mittels Bagger und Zugeinrichtung wurden die Rohrstränge in den Graben gezogen (**Bilder 2 und 3**). Zur Unterstützung und zur Reduzierung der Reibungskräfte wurden im Rohrgraben Rollen stationiert (**Bild 4**); sie erlaubten eine hohe Einbauschwindigkeit.



Bild 2:
Rohrstrangeinzug

Der letzte Steilhangabschnitt mit einer Gesamtlänge von 50 m erforderte eine Rohrlegung von oben nach unten. Dabei wurden die Rohrverbindungen einzeln montiert. Danach konnten die Rohre über Gleitrollen in den Graben verlegt werden. Durch das wachsende Eigenge-



Bild 3:
Einzug eines
Rohrstranges
in den Graben



Bild 4:
Rohr auf Rollen

wicht „rollte“ der Rohrstrang bis zur Montage an den vorangegangenen Abschnitt, der von unten nach oben eingebaut worden war.

Durch den Einsatz von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung ersparte sich der Bauunternehmer die aufwendige Bereitstellung und den Einbau von geeignetem Bettungs- und Umhüllungsmaterial.

In den Bereichen, wo eine Fräse den Rohrgraben ausheben konnte, wurde das Fräsgut als Bettungsmaterial wieder eingebaut. Formstücke mit Epoxidharz-Beschichtung nach DIN EN 14901 wurden zusätzlich mit Felsschutzmatten umhüllt.

Für die beschriebene Baustelle mit ihren schwierigen Randbedingungen erwies sich das System aus duktilen Gussrohren als hervorragend geeignet.

Die anfangs beschriebenen Rohr- und Formstückmengen konnten innerhalb von vier Wochen eingebaut und vom Auftraggeber abgenommen werden.

Die teilweisen sehr beengten Verhältnisse an der Trasse veranlassten den Bauunternehmer, das parallel zu den Rohren einzubauende Steuerkabel mit Hilfe eines in der Forstwirtschaft typischen und den Wald schonenden Rückepferdes einzubauen.

Autor

Dipl.-Oec. Holger Langbein
Saint-Gobain Gussrohr GmbH & Co. KG
Vertriebsbüro Leipzig
Baalsdorfer Straße 180
04319 Leipzig
Telefon: +49341 65240-0
E-Mail: holger.langbein@saint-gobain.com

Auftraggeber

KYFFHÄUSER ABWASSER-
UND TRINKWASSERVERBAND
Am Westbahnhof
06556 Artern

Planung

INGENIEURBÜRO bfi GmbH
Alexander-Puschkin-Promenade 12A
99706 Sondershausen

Bauausführung

PRT Rohrtechnik Thüringen GmbH
Salinenstraße 2
99326 Stadtilm

Bau von zwei Wasserleitungen DN 100 und eines Abwasserkanals zwischen den Oberstenfelder Ortsteilen Gronau und Prevorst

Von Siegfried Wolf

1 Allgemeines

Die Gemeinde Oberstenfeld mit ca. 8.100 Einwohnern liegt im Oberen Bottwartal, Landkreis Ludwigsburg, zwischen den Großstädten Ludwigsburg und Heilbronn sowie am Rande des Ballungsraumes Stuttgart.

Die Gemeinde besteht aus den Teilorten Oberstenfeld (6.100 Einwohner), Gronau (1.600 Einwohner) und Prevorst (400 Einwohner). Die Gesamtgemeinde ist geprägt durch eine landschaftlich exponierte und herausragende Lage am Rande der Löwensteiner Berge. Der Ortsteil Gronau ist ca. 2 km und der Ortsteil Prevorst ca. 8 km vom Hauptort Oberstenfeld entfernt. Diese Entfernungen sind die Ursache für ein eigenständiges Leben in den jeweiligen Orten.

2 Wasserversorgung

Sowohl der Ortsteil Gronau als auch der Ortsteil Prevorst haben eine eigenständige Wasserversorgung. Der Ortsteil Oberstenfeld wird zu 80 % mit Trinkwasser der Landeswasserversorgung beliefert. Im Zuge der Gesamtkonzeption und Neuordnung der Wasserversorgung der Gemeinde Oberstenfeld wird angestrebt, die Teilorte ebenfalls mit einer Wasserleitung zu verbinden. Daher entstand schon vor vielen Jahren der Gedanke, das im Ortsteil Prevorst reichhaltig vorhandene Quellwasser auch im Ortsteil Gronau zu nutzen, um dort das harte Wasser des Tiefbrunnens „Lange Äcker“ nicht mehr im bisherigen Maße nutzen zu müssen. Das Prevorster Quellwasser ist von guter Qualität im Härtebereich 3 (zwischen 14 und 21° dH), während für die Gronauer Bevölkerung bisher ein Wasser des Härtebereichs 4 mit ca. 20– 22° dH zur Verfügung stand.



Bild1: Paralleleinbau duktiler Gussrohre DN 100 zwischen Hochbehälter Gronau und Prevorst

Außerdem wird im Ortsteil Gronau derzeit ein neuer Hochbehälter gebaut. In diesem Zusammenhang fiel dann die Entscheidung, zwischen den Teilorten zwei Wasserleitungen (**Bild 1**) zu bauen. Zum einen wird das Prevorster Quellwasser zum Hochbehälter Gronau geleitet, dort in der neuen, hochmodernen Filtrationsanlage gefiltert und wieder in den Prevorster Teilort zurück gepumpt.

Ein Großteil des Prevorster Wassers wird dann aber im Ortsteil Gronau verwendet. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, Wasser aus anderen Quellfassungen (Kurzacher Quellen), welches nicht mehr im Ortsteil Gronau benötigt wird, im Ortsteil Oberstenfeld anzubieten. Die ca. 8 km lange gusseiserne Verbindungsleitung DN 100 von Gronau nach Oberstenfeld ist seit ca. 40 Jahren in Betrieb.

Das Ergebnis dieser Überlegungen ist die Neuordnung der gesamten Trinkwasserversorgung in der Gemeinde Oberstenfeld, wozu die im Folgenden beschriebenen Wasserleitungen gehören. Mit dieser Gesamtkonzeption einer gemeinsamen Wasserversorgung von Oberstenfeld und den Teilorten können die strengen Anforderungen der neuen Trinkwasserverordnung umgesetzt werden.

3 Abwasserkanalisation

Der Neubau der Wasserleitungen kann in den Jahren 2006/2007 nur verwirklicht werden, weil gleichzeitig zwischen den Teilorten Prevorst und Gronau ein Abwasserkanal gebaut wird. Dieser ist erforderlich, weil die in Prevorst vorhandene Teichkläranlage sanierungsbedürftig ist. Entweder hätte sie grundlegend erneuert werden müssen oder das Prevorster Abwasser wäre anderweitig zu entsorgen.

Hier bot sich an, das Abwasser aus Prevorst in die Sammelkläranlage Oberstenfeld überzuleiten, wo schon das Gronauer Abwasser geklärt wird. Da Prevorst ca. 170 m höher als Gronau liegt, kann das Abwasser im freien Gefälle nach Gronau und dann zur Sammelkläranlage Oberstenfeld geleitet werden.

4 Technische Daten und Kosten

Die Überwindung des geodätischen Höhenunterschiedes von ca. 170 m und der daraus resultierende maximale Pumpendruck von ca. 19 bar führen zu einem maximalen Betriebsdruck MDP von 25 bar. Für beide Leitungen wurden Rohre aus duktilem Gusseisen DN 100 nach DIN EN 545 mit Zementmörtel-Umhüllung nach prEN 15542 gewählt und ausgeschrieben (**Bild 2**). Werkstoffalternativen waren zugelassen.

Neben den ausgeschriebenem Gussrohren wurden alternativ auch Rohre aus PE-HD angeboten. Die Auswertung aller Angebote ergab, dass die Lösung mit Rohren aus duktilem Gusseisen die kostengünstigste war.

Beide Leitungen sind insgesamt 4,3 km lang und werden in offener Bauweise parallel mit dem Abwasserkanal eingebaut. Als Bettungsmaterial wird gebrochener Brechsand, Muschelkalk der Sieblinie 5 mm bis 8 mm, aus dem nahe gelegenen Steinbruch verwendet (**Bild 3**). Baubeginn war September 2006, voraussichtliches Ende der Baumaßnahme wird April 2007 sein. Mit dieser Variante wird eine Wasserversorgung mit höchsten Ansprüchen an die Betriebssicherheit geschaffen, was für einen vergleichsweise kleinen Wasserversorger von größter Bedeutung ist.



Bild 2:
Nachumhüllung der Rohrverbindung
mit wärmeschrumpfendem Material

5 Zusammenfassung

Mit der in 2006 begonnenen Maßnahme sichert die Gemeinde Oberstenfeld langfristig sowohl die Wasserversorgung als auch die Entsorgung des Abwassers des Teilorts Prevorst. Die Gesamtkosten in Höhe von ca. 1,5 Mio. Euro stellen für die Gemeinde Oberstenfeld einen erheblichen Aufwand dar, der allerdings durch einen Zuschuss in Höhe von ca. 200.000 Euro für den Abwasserkanal etwas gemildert werden konnte.

Vor allem ist dem Bau des Abwasserkanals die ökologische Verbesserung des naturnahen Baches „Bottwar“ zwischen Prevorst und Gronau zu verdanken. Die Investition ist somit auch langfristig als Maßnahme für den Umweltschutz einzustufen.



Bild 3:
Rohrtrasse, Rohre mit Zementmörtel-Umhüllung und
Bettungsmaterial aus dem Steinbruch

Autor

Dipl.-Ing. Siegfried Wolf
Verbandsbauamt Großbottwar

Planung

Verbandsbauamt Großbottwar
Siegfried Wolf
Hauptstraße 38
71723 Großbottwar
Telefon: +497148 16191-1
E-Mail: info@verbandsbauamt.de

Bauherr

Gemeinde Oberstenfeld
Großbottwarer Str. 20
71720 Oberstenfeld

Baufirma

Firma Klöpfer GmbH & Co. KG
Postfach 120
71349 Winnenden

Erneuerung der Verbindungsleitung DN 150 vom Hochbehälter Dapfen zum Hochbehälter Buttenhausen

Von Gerd Schill

1 Einleitung

In Gomadingen ist der Sitz der Lautertalgruppe (Schwäbische Alb im Großraum Münzingen). Die Trinkwasserversorgungsleitung des Zweckverbandes Lautertalgruppe zwischen dem Hochbehälter Dapfen und dem Abzweigschacht am Hochbehälter Buttenhausen war in den letzten Jahren wegen einer Häufung von Rohrbrüchen aufgefallen. Die Leitung stammte aus dem Ende der sechziger Jahre, als die damals verwendeten Gussrohre ohne den heute üblichen Zink-Überzug hergestellt wurden. Die Rohre sind deswegen bei der anstehenden Bodenart stark korrosionsgefährdet. Die Rohrbrüche sind gleichmäßig über den betroffenen Leitungsabschnitt verteilt, wobei jedoch tendenziell die Schadenshäufigkeit in den Feuchtwiesen der Lauter höher ist.

Die Leitung DN 150, PN 16 wurde wegen der erhöhten Instandhaltungskosten ausgetauscht.

2 Bestehende Versorgungssituation

Die einzelnen Ortsnetze und Hochbehälter im südlichen Verbandsgebiet des Zweckverbandes Lautertalgruppe werden ausgehend vom zentralen Hochbehälter Dapfen WSP 717 m ü. NN über eine Falleitung DN 150 zur Ölmühle, weiter nach Wasserstetten und entlang der Lauter bis nach Buttenhausen versorgt.

In Buttenhausen wird in den gleichnamigen Hochbehälter eingespeist, von dem aus die Ortsnetze Buttenhausen und Hunderingen versorgt werden. Mit dem Vordruck des Hochbehälters Buttenhausen wird der Hochbehälter Bichishausen befüllt, von dem die Ortsnetze Gundelfingen und Bichishausen sowie über eine Druckerhöhungsanlage die Steighöfe versorgt werden.

3 Dimensionierung

Die Leitung wird zum einen unter Berücksichtigung des Wasserverbrauchs des Ortsnetzes Wasserstetten und zum anderen unter Berücksichtigung der Versorgungszonen des Hochbehälters Buttenhausen und des Hochbehälters Bichishausen dimensioniert.

3.1 Abschätzung des künftigen Wasserbedarfs

Der Zweckverband Lautertalgruppe hat im Jahre 2003 insgesamt 239.000 m³ Trinkwasser an die Verbandsmitglieder abgegeben. Davon wurden 115.000 m³ über die zur Auswechslung anstehende Versorgungsleitung vom Hochbehälter Dapfen in die Ortsnetze Wasserstetten, Buttenhausen, Hunderingen, Bichishausen und Gundelfingen abgegeben; d. h. nahezu 50 % des abgegebenen Trinkwassers des Zweckverbandes Lautertalgruppe fließen durch die störanfällige Leitung. Für den künftigen Wasserbedarf wird eine durchschnittliche Verbrauchssteigerung von 0,75 % pro Jahr angenommen. Damit wird das Verbrauchsverhalten der Einwohner und die zukünftige Siedlungsentwicklung im Verbandsgebiet des Zweckverbandes Lautertalgruppe bis ins Jahr 2025 hinreichend genau berücksichtigt. Für das Planjahr 2025 steigt damit die Jahrestransportleistung auf 136.000 m³.

Die Falleitung zwischen dem Hochbehälter Dapfen und dem Abzweigschacht am Hochbehälter Buttenhausen wird so dimensioniert, dass

- der Feuerlöschfall im Ortsnetz Wasserstetten und
 - die Befüllung der Hochbehälter Buttenhausen und Bichishausen
- sicher gestellt sind.

3.2 Hydraulische Bemessung

Maßgebend für die Dimensionierung der Fallleitung ist der Betriebszustand II (Feuerlöschfall) im Ortsnetz Wasserstetten. Bei der Dimensionierung wird auch die Befüllung der Hochbehälter Buttenhausen und Bichishausen berücksichtigt.

Mit der Nennweite DN 150 ist die Leitung ausreichend dimensioniert. Der Versorgungsdruck im Ortsnetz Wasserstetten beträgt im Feuerlöschfall ca. 2,5 bar und reicht somit gemäß DVWG-Arbeitsblatt W 405 aus.



Bild 1:
Verlauf der Leitungstrasse zwischen Wasserstetten und Buttenhausen

4 Trassierung

Die Leitung wird unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit neu trassiert. Auf einen Einbau in den schlecht zugänglichen Feuchtwiesen der Lauter wird nach Möglichkeit verzichtet. Die neue Trasse verläuft größtenteils im Randbereich von Wirtschafts- und Waldwegen des rechten Talrandes, so dass auch spätere Unterhaltungsmaßnahmen problemlos möglich sein werden (**Bild 1**).

Bei der Trassierung werden ferner die Belange des Umwelt- und Naturschutzes mit berücksichtigt, da die Trasse durch das FFH (Flora-Fauna-Habitat)-Gebiet Große Lauter und durch das Landschaftsschutzgebiet „Großes Lautertal“ mit besonders geschützten Biotopen gem. § 24a NatschG verläuft. Die Trasse wurde mit dem Umweltamt des Landratsamtes Reutlingen abgestimmt. Der 1. Bauabschnitt lief von Mai 2006 bis Oktober 2006 (**Bild 2**). Der 2. Bauabschnitt ist derzeit in Bau.

5 Geologische Bedingungen im Bereich der Leitungstrasse

Der geologische Schichtenaufbau in der Leitungstrasse wurde der Geologischen Karte 1 : 25.000 von Baden-Württemberg, Blatt 7622 Hohenstein, entnommen.

Der Schichtenaufbau im Untergrund entlang der auszutauschenden Verbindungsleitung Dapfen-Buttenhausen lässt sich in drei Abschnitte gliedern, wobei außer im Bereich der Lauterquerung mit ihren Lockergesteinen und Auelehmen generell mit Hangschutt aus felsigem und blockigem Material zu rechnen ist. Unter-



Bild 2:
Trassenverlauf Bauabschnitt 1

halb des Hangschutts ist Kalkstein-Fels anzutreffen. Dieser Umstand war bei der Wahl des Rohr- und Bettungsmaterials zu berücksichtigen. Im Bereich Buttenhausen wurden von der Fritz Planung GmbH Baugrunduntersuchungen für die hangparallele Querung eines im labilen Gleichgewicht befindlichen Steilhanges durchgeführt. Hier bestand die Gefahr der Induktion einer Hangrutschung im Hangschutt durch die geplante Baumaßnahme. Hierzu wurden Erkundungen mit dem Georadar (elektromagnetisches Reflexionsverfahren) auf die Felsoberkante bzw. Mächtigkeit der Hangschuttüberdeckung erfolgreich und zielführend durch die Terrana Geophysik aus Mössingen durchgeführt (**Bild 3**).

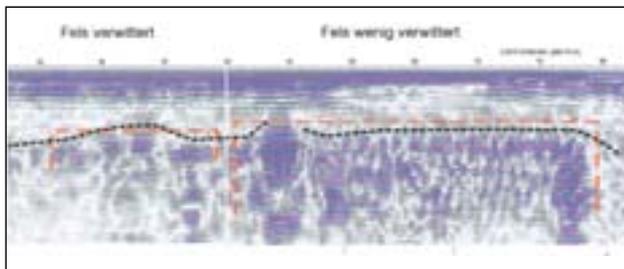


Bild 3:
Ausschnitt Radargramm

6 Ausschreibung und Werkstoffwahl

Für die betrachtete überörtliche Trinkwasserversorgungsleitung von Dapfen nach Buttenhausen stehen nach dem Stand der Technik als Rohrleitungsmaterialien Stahl, Polyäthylen oder duktiles Gusseisen zur Diskussion. Rohrleitungen aus Stahl und duktilem Gusseisen werden seit Jahrzehnten in der Trinkwasserversorgung eingesetzt; Rohre aus Polyethylen wurden bisher überwiegend für Versorgungsnetze und Hausanschlussleitungen eingesetzt. Für überörtliche Trinkwasserversorgungsleitungen hat sich Polyethylen bisher noch nicht durchgesetzt. Beim Einbau von Stahlrohrleitungen sollten Steckmuffenrohre mit Zementmörtel-Umhüllung bevorzugt werden. Durch letztere wird der eigentliche Korrosionsschutz aus Polyethylen vor mechanischen Beschädigungen bewahrt. Der bei geschweißten Stahlrohrleitungen übliche kathodische Korrosionsschutz ist bei Steckmuffenrohren aus Stahl wegen der fehlenden metallischen Leitung der Verbindungen nicht möglich. Die Errichtung einer kathodischen Schutzanlage für geschweißte Stahlrohrleitungen nach dem Fremdstromverfahren erfordert zusätzliche Investitionskosten und verursacht laufende Betriebskosten und wurde deswegen verworfen.

Seit längerer Zeit werden vom Zweckverband Lautertalgruppe ausschließlich duktile Gussrohre nach DIN EN 545 mit Zementmörtel-Umhüllung nach prEN 15542 als Außenschutz mit hervorragenden Erfahrungen eingesetzt. So wurden letztlich die Rohrleitungsmaterialien Stahl, duktiles Gusseisen und PEHD ausgeschrieben und Sondervorschläge zugelassen.

6.1 Ausschreibungsergebnisse

Die Maßnahme sollte größtenteils in konventioneller offener Grabenbauweise gebaut werden. Die aus dem Wettbewerb eingereichten Sondervorschläge wurden im Zuge der Angebotsbewertung geprüft und im Fall einer kostengünstigeren Lösung auch gewertet.

Ausgeschrieben wurden zunächst die Tiefbau- und Rohrbauarbeiten für den ersten Bauabschnitt von der Ölmühle bis zum Abzweigschacht Pumpwerk Hölzlesbrunnen mit einer Trassenlänge von 2.950 m. Die Arbeiten wurden in zwei Lose (Tiefbauarbeiten/Rohrlieferungsverlegung) aufgeteilt. Den Zuschlag erhielt für beide Lose die Firma Merkle aus Dieterskirch-Herligmühle.

Bild 4 zeigt den gekrümmten Trassenverlauf der duktilen Gussrohrleitung Rohrleitung im Bereich des ersten Bauabschnittes.



Bild 4:
Gekrümmter Trassenverlauf im Bereich des ersten Bauabschnittes mit duktilen Gussrohren DN 150

Bei Wertung der unterschiedlichen Rohrleitungsmaterialien

- Rohre und Formstücke aus duktilem Guss-eisen DN 150 mit Zementmörtel-Umhüllung,
- Stahlsteckmuffenrohre mit Zementmörtel-Umhüllung und
- PEHD-Rohre

ergab sich die wirtschaftlichste Ausführung mit dem Einsatz von duktilen Gussrohren entsprechend **Bild 5**.

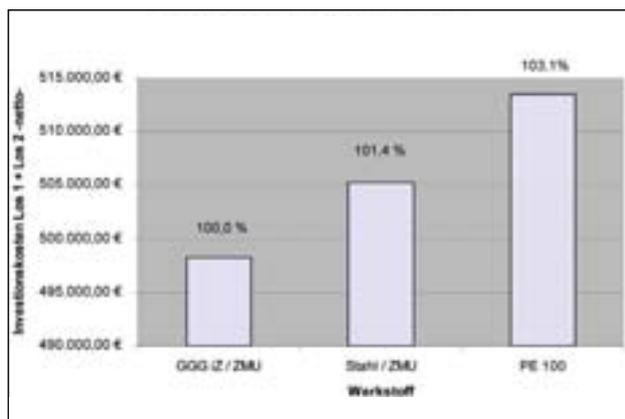


Bild 5:

Vergleich der Gesamtkosten des 1. Bauabschnittes bei verschiedenen Rohrmaterialien

Der zweite Bauabschnitt vom Abzweigschacht PW Hölzlesbrunnen nach Buttenhausen mit einer Länge von 1.950 m wurde in ähnlicher Weise ausgeschrieben und vergeben. Den Zuschlag für die Tiefbauarbeiten erhielt die Firma Gaiser aus Veringenstadt, mit dem Rohrleitungsbau wurde die Firma Dorfner aus Pfronstetten beauftragt.

7 Zusammenfassung

Duktile Gussrohre DN 150 sind für den Leitungsaustausch sowohl für den ersten als auch für den zweiten Bauabschnitt gewählt worden. Die Möglichkeit, duktile Gussrohre in den Muffen abzuwinkeln, bietet bei gekrümmten Trassenverläufen im Vergleich zum Einbau von Bögen mit Widerlagern in polygonen Trassenverläufen eine kostengünstigere Bauausführung.

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Schill
 Fritz Planung GmbH
 Telefon: +497125 1500-45
 E-Mail: schill@fritz-planung.de

Bauherr

Zweckverband Lautertalgruppe
 Marktplatz 2
 72532 Gomadingen
 Telefon: +497385 9696-0

Planung

Fritz Planung GmbH
 Gerd Schill
 Am Schönblick 1
 72574 Bad Urach
 Telefon: +497125 1500-0
 E-Mail: service@fritz-planung.de

Tiefbau Bauabschnitt 1

Paul Merkle
 Herligmühle
 88524 Uttenweiler
 Telefon: +497374 1342

Tiefbau Bauabschnitt 2

Gaiser Tiefbau GmbH
 Oskar Gaiser
 Unterdorf 35
 72519 Veringenstadt
 Telefon: +497577 12 91
 E-Mail: gaiser-tiefbau@t-online.de

Rohrleitungsbau Bauabschnitt 1 + 2

Dorfner GmbH
 Johannes Schmid
 Hauptstraße 52
 72539 Pfronstetten
 Telefon: +497388 285
 E-Mail: dorfner_gmbh@t-online.de

Ringleitung Nord – Hochbehälter Hohenstadt bis Hauptverteilerschacht Nellingen

Von Karl Müller

1 Einleitung

Der Zweckverband Albwasserversorgungsgruppe II mit Sitz in Laichingen versorgt ca. 19.000 Einwohner mit Trinkwasser. Das Versorgungsgebiet liegt auf der Schwäbischen Alb zwischen Ulm und Stuttgart an der A8.

Angeschlossen sind folgende Gemeinden:

- Laichingen mit Machtolsheim und Feldstetten
- Westerheim
- Hohenstadt
- Drackenstein
- Merklingen mit Widderstall
- Nellingen mit Aichen und Oppingen
- Mühlhausen (Eselshöfe)

Im Jahre 2004 beschloss dieser Zweckverband, eine Lücke in der Ringleitung des Wasserversorgungsnetzes durch eine Falleitung vom Hochbehälter Hohenstadt bis zum Hauptverteilerschacht Nellingen (Oppingen, Aichen) zu schließen (**Bild 1**).

Die Leitungsführung betrifft die Gemeinden Hohenstadt, Laichingen-Machtolsheim, Merklingen und Nellingen. Die Trasse dieses Abschnittes verläuft überwiegend innerhalb

öffentlicher Grundstücke. Im Zuge des Flurbereinigungsverfahrens in der Gemarkung Merklingen wurden in den Jahren 2005 und 2006 die Wege gebaut. Zur Einsparung von Kosten wurde die Wasserleitung vor der endgültigen Fertigstellung der bituminös befestigten Wirtschaftswege gebaut.

Als Vorhabensträger für die Falleitung mit den notwendigen Betriebsschächten ist der Zweckverband Albwasserversorgungsgruppe II für den Bau und Unterhaltung zuständig.

Die Gebiete Merklingen, Nellingen und Machtolsheim werden derzeit von einer einzigen Zuleitung versorgt. Mit der neuen Leitung wird ein bisher offener Ring geschlossen und damit die Versorgungssicherheit im örtlichen Versorgungsgebiet erheblich verbessert.

Vom Hochbehälter Hohenstadt wird bis zum Hauptverteilerschacht Nellingen eine neue Leitung DN 250 PN 25 mit einer Gesamtlänge von 10.950 m gebaut.

Dabei wird der Teilort Widderstall, der derzeit über eine Leitung DN 100 und DN 150 über das Ortsnetz von Hohenstadt versorgt wird, an diese neue Leitung angeschlossen.



Bild 1:
Lageplan Ringleitung Nord

Für die Gemeinden Nellingen mit Oppingen und Aichen sowie die Gemeine Merklingen mit zwei Anschlüssen ist jeweils ein Druckminderschacht erforderlich. Hier ist ebenfalls ein Druckminderschacht für die Einspeisung im Ringschluss ins Laichinger Netz geplant.

2 Trassierung

Die Trasse der Falleitung wurde so gewählt, dass sie im Wesentlichen parallel neben vorhandenen befestigten Wegen und Straßen verläuft. Im Bereich der Gemarkung Merklingen wird die Trassenführung auf das neue Wegenetz abgestimmt, das durch das laufende Flurbereinigungsverfahren entsteht.

Ein noch zu bauender Leitungsabschnitt, mit dem die Autobahn A 8 unterquert werden muss, wird die Netzerweiterung bei den Markungsgrenzen Hohenstadt-Merklingen-Laichingen-Machtolsheim sein. Dabei nutzt die zukünftige Trasse das geplante Wegenetz. Die A 8 wird in einem Schutzrohr DN 800 unterquert werden.

3 Wahl des Rohrmaterials

Auf der gesamten Trasse stehen erfahrungsgemäß steinig-lehmige Böden an. In größeren Bereichen ist auch mit schwer löslichen Böden der Bodenklasse 6–7 zu rechnen.

Daher bot es sich an, Rohre aus duktilem Guss-eisen nach DIN EN 545 zu verwenden. Zum

Einbau kamen duktile Gussrohre mit Zementmörtel-Umhüllung nach prEN 15542, die sich wegen ihrer mechanischen Belastbarkeit bei den vorhandenen Bodenverhältnissen besonders gut zum Einbau eignen. Die Rohrverbindungen wurden zusätzlich mit Schutzmanschetten versehen, die das Eindringen kleiner Steine verhindern und somit die Gelenkigkeit der Verbindungen sicherstellen (**Bild 2**). Die Rohre sind standardmäßig mit Zementmörtel ausgekleidet. Im Bereich des Hochbehälters Hohenstadt und bei Richtungsänderungen der Leitung wurden keine Widerlager sondern längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindungen Novo SIT® nach DVGW-Arbeitsblatt GW 368 eingebaut.

Die Rohre sind mit Kalksplitt gebettet und umhüllt (**Bild 3**). Im Leitungsgraben werden zudem Steuerkabel in Kabelschutzrohren 110 mm mitgelegt.

Die Hauptleitung weist im geplanten Abschnitt mehrere hydraulische Hoch- und Tiefpunkte auf. An den Stationen mit Hochpunkten sind Schachtbauwerke mit Be- und Entlüftungseinrichtungen gebaut worden. Die Schachtbauwerke an den Tiefpunkten enthalten Entleerungseinrichtungen.

Für die Versorgung von Widderstall ist im Bereich des bestehenden Druckminderschachtes ein neuer Anschluss vorgesehen worden. Die Anschlüsse für die Gemeinden Nellingen (mit Oppingen und Aichen), Merklingen und die Einleitung in das Versorgungsgebiet Laichingen sind mit Druckminderschächten versehen.



Bild 2:
Duktile Gussrohre
DN 250 mit
Zementmörtel-
Umhüllung und
Schutzmanschetten



Bild 3:
Kalksplitt und duktile
Gussrohre DN 250



Bild 4:
Grabenfräse



Bild 5:
Baustreifen mit 8 m Breite

4 Bauausführung

Es wurde ein Los gemeinsam für die Tiefbauarbeiten und den Einbau der Rohre ausgeschrieben, sodass an ein Unternehmen vergeben werden konnte.

Den Zuschlag erhielt die Bietergemeinschaft Fa. Schick, Uttenweiler – Rohrverlegearbeiten Fa. Maier, Schemmerhofen – Tiefbauarbeiten.

Die Art der Bauweise (baggern oder fräsen) wurde dem Unternehmer freigestellt. Überwiegend wurde die Grabenfräse eingesetzt (**Bild 4**). Dadurch konnten Beschädigungen der parallel verlaufenden, mit Bitumen befestigten Feldwege vermieden werden.

Zum Bau wurde dem Unternehmer ein Baustreifen von 8,00 m Breite zur Verfügung gestellt (**Bild 5**). Auf diesem Streifen wurde der Mutterboden abgetragen und nach Einbau der Leitung wieder angeeckt.

Auf der gesamten Strecke mussten an drei Stellen qualifizierte Straßen im Durchpressverfahren gequert werden. Stahlrohre dienten als Schutzrohre, in die duktile Gussrohre als Medienrohre mittels Gleitkufen eingezogen wurden.

Die Schachtbauwerke wurden durchweg aus Betonfertigteilen hergestellt.

Der Leitungsbau wurde im Mai 2006 begonnen. Die gesamte Baumaßnahme dauerte acht Monate.

Autor

Dipl.-Ing. Karl Müller
Ingenieurbüro Wassermüller Ulm GmbH
Hörvelsinger Weg 44
89081 Ulm
Telefon: +49731 96687-0
E-Mail: k.mueller@wassermueller.de

Bauherr

Albwasserversorgungsgruppe II
Laichingen
Sitz Laichingen
Postfach 1120
89144 Laichingen

Erschließung der Industriegroßfläche „Erfurter Kreuz“

Von Holger Langbein

1 Einleitung

Das Industriegebiet „Erfurter Kreuz“ liegt im nahen Einzugsbereich der gleichnamigen Autobahnkreuzung BAB A 4/A 71. Südlich der A 4 grenzt das Gebiet an den nordwestlichen Stadtrand der Stadt Arnstadt. Von Norden her ist das gesamte Areal über die Bundesstraße B 4 gut erreichbar (Autobahnabfahrt Erfurt West) oder über die Bundesautobahn A 4, Abfahrt Neudietendorf (**Bilder 1 und 2**).

Das Projekt wird durch die Stadt Arnstadt getragen. Die Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen ist Erschließungsträger. Eine Förderung erfolgt durch die Europäische Gemeinschaft und den Freistaat Thüringen.

Die äußere Erschließung des Industriegebietes umfasst folgende Gewerke:

- Straßenbau
- Schmutzwasserableitung
- Regenwasserableitung
- Wasserversorgung
- Brauchwasserversorgung
- Gasversorgung
- Energieversorgung
- Telekommunikation
- Öffentliches Grün, Ausgleichs- und Ersatzflächen

Die Leitungen für Gas- und Energieversorgung sowie die Telekommunikation werden direkt durch die Versorgungsunternehmen gebaut.



Bild 1:
Bauschild



Bild 2:
Luftbild Industriegebiet

2 Planung und Ausführung

Die Längen und Nennweiten der eingebauten Rohrleitungen für Trink- und Brauchwasser sind in der **Tabelle 1** zusammengefasst.

Tabelle 1:
Zusammenstellung der eingebauten Gussrohrleitungen

Nennweite	100	125	150	200
Trinkwasserleitungen [m]	267	260	1.081	912
			426	
			1.250	
			1.160	
			110	
Brauchwasserleitungen [m]			899	912
Summe [m]	267	260	4.926	1.824

Betreiber und Eigentümer des neuen Trink- und Brauchwassernetzes ist der örtliche Wasser- und Abwasserzweckverband Arnstadt. Das neue Industriegebiet wird im Wesentlichen über das vorhandene Arnstädter Ortsnetz sowie durch einen Anschluss an das nahe liegende Ohra-Fernwassernetz mit Trinkwasser versorgt. Für die Sicherstellung der Brauchwassermengen (inklusive Löschwasser) wurden fünf neue Brunnen, ein Zwischenbehälter und eine Druck-erhöhungsstation errichtet.

Der Zweckverband Arnstadt verfügt im Versorgungsbereich über jahrelange gute Erfahrungen mit duktilen Gussrohren zum Transport und zur Verteilung von Trinkwasser. Bereits im Jahre 2004 begann der Zweckverband, für neu zu planende und zu bauende Trinkwasserleitungen Rohre aus duktilem Gusseisen der Druckklasse 40 nach DIN EN 545 einzusetzen. Diese Rohre im Nennweitenbereich DN 80-300 sind außen durch die Auflage einer Zink-Aluminium-Legierung von 400 g/m² und eine Deckbeschichtung aus blauem Epoxidharz geschützt. Die Rohre für den Trinkwassertransport sind nach DIN EN 545 mit Zementmörtel auf Basis Hochofenzement ausgekleidet.

3 Materialwahl

Der Einsatz der längskraftschlüssigen Verbindung TYTON-SIT-PLUS® ersparte den Bau kostenintensiver Betonwiderlager. Die Formstücke und Armaturen (Hydranten, Schieber,



Bild 3:
Einbau von Hydranten



Bild 4:
Rohre für Trinkwasser (blau) und Brauchwasser (rotbraun)

Be- und Entlüftungsventile) innerhalb des Leitungssystems und in Bauwerken wurden mit innerer und äußerer Epoxidharz-Beschichtung nach DIN EN 14901 eingebaut (**Bild 3**).

Für den Transport des Brauchwassers wählten der Planer und der örtliche Versorger als Leitungsmaterial ebenfalls Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen aus. Im Gegensatz zu den Trinkwasserrohren wurden hier Rohre aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 598 eingebaut (**Bild 4**).

Versorger und Planer verfolgten hier von vorn herein zwei Ziele:

- Erstens sind Rohre nach DIN EN 598 mit Tonerdezementmörtel ausgekleidet, wodurch ein unbedenklicher Transport des Brauchwassers sichergestellt ist.
- Zum anderen ist die äußere Deckbeschichtung rotbraun eingefärbt, was bei möglichen späteren Baumaßnahmen eine eindeutige Identifizierung der weitestgehend parallel liegenden Leitungen erlaubt (**Bild 5**).



Bild 5:
Paralleleinbau von Trink- und Brauchwasserleitungen

Auftraggeber und Planer verfolgten von Anfang an die Absicht, die unterirdische Infrastruktur zum Transport des Trink- und Brauchwassers mit dauerhaftem und langjährig sicherem Rohrmaterial auszustatten.

Jahrelange Erfahrungen mit Betrieb und Instandhaltung von Netzen mit kleinen Rohrdurchmessern (DN 80 bis DN 200) sowie die planerische Sicherheit gaben den Ausschlag, Rohre aus duktilem Gusseisen für diese Maßnahme auszuwählen.

Der technische Zustand der liegenden Netze des örtlichen Verbandes bestärkte die Auffassung, bei dem neuen Versorgungsbereich ebenfalls auf Rohre mit ausgewiesener Wirtschaftlichkeit zu setzen.

Autor

Dipl.-Oec. Holger Langbein
Saint-Gobain Gussrohr GmbH & Co. KG
Vertriebsbüro Leipzig
Baalsdorfer Straße 180
04319 Leipzig
Telefon: +49341 65240-0
E-Mail: holger.langbein@saint-gobain.com

Auftraggeber

Landesentwicklungsgesellschaft
Thüringen (LEG)
Mainzerhofstraße 12
99084 Erfurt

Planung

Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH
Bereich Mitte
Rießnerstraße 18
99427 Weimar

Bauausführung

Reinhard Feickert GmbH
Allgemeiner Ingenieurbau
Am Felsenkeller 71 C
99310 Witzleben

TORUS GmbH
Paulstraße 1
99084 Erfurt

Umwelttechnik & Wasserbau GmbH
Am Stein 50
07768 Kahla

Saarbrücker Stadtwerke investieren in ihr Versorgungsnetz

Von Horst Schimeczek und Axel Schwarz

1 Einleitung

Die Saarbrücker Stadtwerke AG versorgt über ihre Wasserwerke in Rentrisch und St. Arnual sowie aus den Wasserwerken Blickweiler und Wolfersheim die Landeshauptstadt Saarbrücken mit ca. 180.000 Einwohnern mit Trinkwasser bester Qualität. Alle Wassergewinnungsgebiete sind als Schutzgebiete ausgewiesen. Darüber hinaus beliefern die Stadtwerke über ihr Tochterunternehmen Wasserwerk Bliestal GmbH insgesamt 29 Stadt- und Gemeindeteile im Saarpfalz-Kreis mit Trinkwasser aus dem 120 km² großen Wasserschutzgebiet Bliestal.

Die hohen Anforderungen, die das Unternehmen dabei an die eigenen Leistungen stellt, erfordern regelmäßige Wartung der Anlagen und größere Investitionen. Eine dieser wichtigen Investitionen wurde in den vergangenen Monaten im Scheidter Tal getätigt. Durch das Wassergewinnungsgebiet Scheidter Tal im Bereich des Wasserwerkes Rentrisch führen Haupttransportleitungen nach Saarbrücken (**Bild 1**), die etwa 60 Prozent der Kunden mit Trinkwasser versorgen.



Bild 1:
Scheidter Bach mit eingezeichnetem alten Trassenverlauf

In Rentrisch, im Bereich der Straßen „Zur Blecherdell“ und „Zum Lottenhammer“, laufen Trinkwasserversorgungsleitungen DN 500 und DN 300 und eine Brunnensammelleitung



Bild 2:
Feuchtbiotop entlang des Scheidter Baches

DN 350 in einem Naturschutzgebiet zusammen. Diese Leitungen sind teilweise um die 50 Jahre alt oder älter und liegen bis zu 3,5 m tief.

Im Laufe der Jahre ist entlang des Scheidter Baches ein Feuchtbiotop entstanden (**Bild 2**), wodurch im Schadensfall eine Reparatur dieser Versorgungsleitungen innerhalb des erforderlichen kurzen Zeitraumes ohne größere Versorgungsunterbrechung nicht mehr möglich wäre. Schweres Arbeitsgerät könnte hier ohne Erstellung von Baustraßen nicht eingesetzt werden. Der hohe Grundwasserstand in Verbindung mit den anstehenden, zum Fließen neigenden Böden erfordert den Einsatz von Baugrubenverbau. Werden im Bereich des Feuchtbiotops Baumaßnahmen oder Reparaturen notwendig, sind diese baulich schwierig und kostenintensiv. Sämtliche nach Saarbrücken führende Leitungen können aus Versorgungsgründen nur wenige Stunden am Tag außer Betrieb gehen. Gestalten sich die Reparaturen zeitintensiv, ist die durchgängige Versorgung der Landeshaupt-

stadt Saarbrücken mit Trinkwasser im Falle eines größeren Schadens nicht sichergestellt. Daher haben die Stadtwerke Saarbrücken zur weiteren Sicherung der Trinkwasserversorgung insgesamt ca. 750.000 Euro in die Umlegung dieser wichtigen Leitungen investiert.



Bild 3:
Ortsteil St. Ingbert,
Bereich der Straße
Lottenhammer mit
neuem Trassenverlauf

Die Stadtwerke Saarbrücken entschieden sich, die im Tal liegenden Leitungen:

- Kieselhumesleitung DN 300
- Gehlenbergleitung DN 500 und
- Brunnensammelleitung DN 300 (alt DN 350)

derart umzulegen (**Bild 3**), dass Störungen für längere Zeit vermieden werden und, falls erforderlich, Reparaturen einfacher und in kürzerer Zeit durchzuführen sind.

In der bisherigen Leitungstrasse liegen über den Wasserleitungen noch Steuer- und Versorgungskabel, die ebenfalls überaltert und störungsanfällig sind, so dass sie bei dieser Gelegenheit mit umgelegt werden können.

In der Zeit von September 2005 bis September 2006 wurden im Bereich der Straßen „Zur Blecherdell“ und „Zum Lottenhammer“ die Trinkwassertransportleitungen sowie die Brunnensammelleitung mit Rohrnennweiten DN 300 bzw. 500 mm um das Biotop herum gelegt. Dieser neue Leitungsabschnitt, in dem drei Leitungen nebeneinander gelegt wurden, hat eine Länge von insgesamt ca. 280 Meter.

Die relativ lange Bauzeit war aus mehreren Gründen notwendig:

- Im Anschlussbereich der Straße Blecherdell musste die Brunnenleitung, um Platz zu erhalten, zuerst umgelegt werden.
- Wegen fehlender Schubsicherungen der bestehenden Leitungen mussten Widerlager im Bereich von Richtungsänderungen eingebaut werden, um die resultierenden Kräfte sicher aufnehmen zu können.
- An beiden Enden, in denen die Leitungen in die alte Trasse einzubinden waren, erschwerten sich die Arbeiten durch über den Leitungen verlaufende Kabel.

Durch die gute Koordinierung der Arbeiten zwischen Planer, ausführendem Unternehmen sowie den betrieblich verantwortlichen Fachbereichen konnten baubedingte Versorgungsstörungen jedoch vermieden werden.

Bis Ende September 2006 waren die Arbeiten weitestgehend abgeschlossen und stellen somit eine weitergehende Sicherung der Trinkwasserversorgung für die kommenden Jahrzehnte dar.

2 Materialwahl

Die Stadtwerke Saarbrücken AG verwendet beim Bau von Fernleitungen seit Beginn der Wasserversorgung Gussrohre. Diese haben sich im Laufe der Jahre hervorragend bewährt und werden auch in den Verteilernetzen eingebaut. Auch die ausgebauten Graugussrohre wiesen keine Abnutzungserscheinungen oder sichtbare innere Ablagerungen auf (**Bilder 4, 5 und 6**).



Bild 4:
Schneidgerät zum
Ausbauen von alten
Gussrohren



Bild 5:
Geschnittenes
Graugussrohr DN 500



Bild 6:
Ausgebautes Graugussrohr DN 500

Die neu gelegten Rohre aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtel-Auskleidung und äußerem Zinkauftrag und Bitumendeckbeschichtung nach DIN EN 545 bieten bezüglich der hohen Belastbarkeit durch dynamische Lasten, wie sie in Bereichen von Straßenquerung und öffentlichem Verkehrsbereich vorkommen, zusätzliche Vorteile gegenüber den alten Graugussrohren. Aufgrund der hohen Druckstufe bei der Gehlenbergleitung DN 500 mit PN 25 bar bietet sich dieses Rohrmaterial an.

Auch für die Kieselhumesleitung mit 16 bar Innendruck sind duktile Gussrohre gewählt worden. Aus Gründen der Lagerhaltung und Bevorratung wurde die mit 10 bar betriebene Brunnenleitung ebenfalls in dem gleichen Rohrwerkstoff geplant.

3 Planungskriterien

Für die Planung lagen Bestandsaufnahmen aus den 50er-Jahren vor. Hieraus war ersichtlich, dass die drei bestehenden Leitungen nicht schubgesichert waren. Dieser Umstand bedeutete für die Einbindung der neuen Leitungen, dass wegen der Trassenänderung in die neue Richtung spezielle Vorkehrungen erforderlich waren. Zunächst mussten die bestehenden Leitungen ein schubsicheres Widerlager erhalten, welches die Kräfte aus der späteren Abwinkelung in die neue Trasse aufnimmt.

Dieses Fundament musste zuerst wie folgt erstellt werden:

- Unterbrechung der bestehenden Leitung
- Einbau von Formstücken, vor allem eines Rohrstückes mit Mauerflansch zur Kraftübertragung der anstehenden Kräfte in das künftige Fundament
- Zusammenschluss der bestehenden Leitung und Wiederinbetriebnahme in der alten Richtung ohne Trassenänderung
- Zur Sicherstellung der Wasserversorgung waren diese Maßnahmen innerhalb von lediglich zehn Stunden durchzuführen, einschließlich Entleerungs- und Befüllzeiten.
- Nach Einbindung und Inbetriebnahme der Leitung konnte das Widerlager zur Aufnahme der Kräfte betoniert werden. Die gleichen Arbeiten zur Erstellung der Widerlager wurden auch am anderen Ende, immer für jeweils drei Leitungen nacheinander erforderlich.

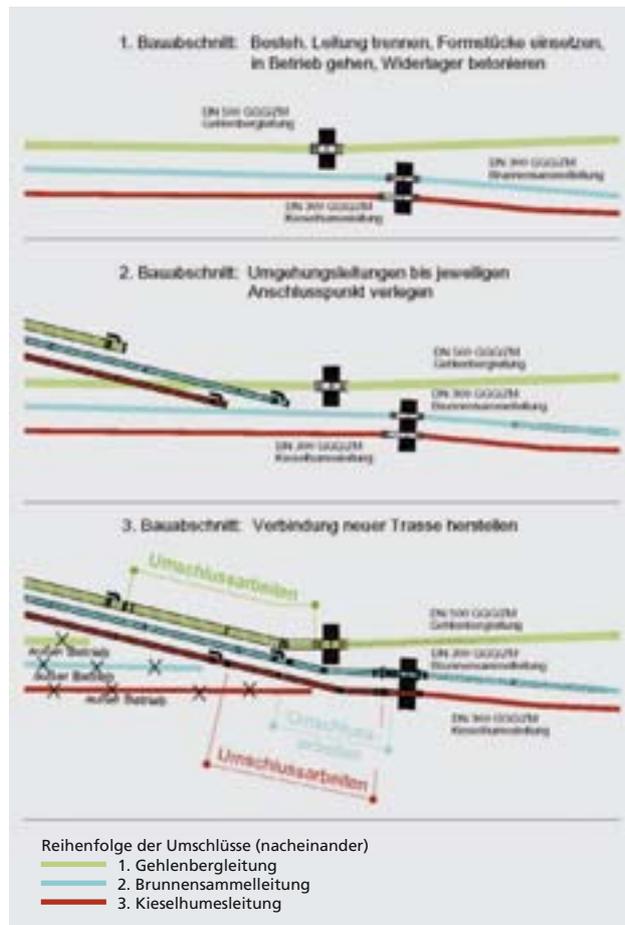


Bild 7: Reihenfolge der Leitungsumschlüsse

- Nach Herstellung der Widerlager an den Einbindepunkten wurde das neue Leitungsstück in der besser zugänglichen Trasse hergestellt (**Bild 7**).

Kompliziert war die Maßnahme auch deswegen, weil es sich bei der Leitungsneulegung nicht nur um eine, sondern um drei nebeneinander liegende Leitungen handelte (**Bild 8**).



Bild 8: Leitungsneulegung von drei Strängen duktiler Gussrohre



Bild 9:
Neue Formstücke für
die Gehlenbergleitung DN 500



Bild 11:
Bewehrung des
Widerlagerfundamentes



Bild 10:
Kreuzungsbereich mit der Straße Blecherdell,
der Gehlenberg- und der Brunnensammelleitung



Bild 12:
Neues Betonwiderlager

Nach Fertigstellung der drei Leitungen in der neuen Trasse wurden sie nacheinander desinfiziert, druckgeprüft, gespült und dann jeweils an beiden Enden gleichzeitig in die alte Leitung eingebunden.

Aus Versorgungsgründen mussten beide Leitungsenden gleichzeitig eingebunden werden, und zwar wie zuvor in einem Zeitfenster von nur zehn Stunden. Für diese Arbeiten war es notwendig, dass die Formstücke für die Einbindung in die bestehende Leitung mit großer Passgenauigkeit verarbeitet wurden (**Bild 9**).

Sämtliche bei der Einbindung eingebrachten Formstücke wurden vor dem Einbau desinfiziert. Die Formstücke waren in Folie verpackt angeliefert und in gesonderten Boxen gelagert worden, so dass sie bis zum Einbau vor möglichen Verunreinigungen geschützt waren.

Um mikrobielle Veränderungen rechtzeitig feststellen zu können, wurden die über die beiden Transportleitungen gespeisten Hochbehälter täglich bakteriologisch untersucht.

Die drei Rohrleitungen wurden unter größtmöglicher Sorgfalt gebaut; besonders wurde darauf geachtet, dass kein Grundwasser in die Rohre eindringen konnte. Der Grundwasserstand im Grabenbereich wurde durch Tauchpumpen abgesenkt. Bei Ausfall der Pumpen hätte sich der Grundwasserspiegel mindestens 1 m über dem Rohrscheitel eingestellt. Hier musste aus Sicherheitsgründen doppelt entgegengewirkt werden: Zum einen durch Setzen von Presskolben am Rohrleitungsende bei allen Arbeitsunterbrechungen und zum anderen durch den Einsatz zweier zusätzlicher Pumpen, um sicherzustellen, dass bei Ausfall einer Pumpe die Grundwasserabsenkung gewährleistet bleibt.



Bild 13:
Vorbereitung zur Erstellung des Widerlagerfundamentes mit Behinderung durch Kabellage

4 Schwierigkeiten bei der Bauausführung

Alle drei Leitungen verliefen hinsichtlich der Höhenlage anders als die Bestandspläne auswiesen. Auch verschiedentlich vorgenommene Suchschachtungen bei der Planungsvorbereitung konnten keinen Aufschluss über die tatsächliche Lage geben, da zwischendurch Etagenbögen eingesetzt wurden, die nicht in den Bestandsplänen eingetragen waren. Besonders bei den Einbindepunkten (**Bild 10**) hatte diese geänderte Höhenlage zu erheblichen Schwierigkeiten in der Fundamentdimensionierung geführt.

Die zur Berechnung der Fundamente angenommene Leitungstiefe von 3 m und mehr verschlechterte sich dahingehend, dass die wirkliche Leitungstiefe im Einbindungsbereich nur 1,8 m betrug. Bei dieser geringen Tiefe und einem Grundwasserstand bis nahezu unter den Mutterboden war es außerordentlich schwierig, ein Fundament zu konstruieren, welches die Kräfte sicher in den Baugrund abtragen kann. Die gewählte Fundamentkonstruktion (**Bilder 11 und 12**) leistete ihre Dienste, weil der Rohrgraben für eine Sichtkontrolle während der Druckprobe offen gehalten wurde. Für diesen Lastfall war jedoch der abgesenkte Grundwasserstand hilfreich.

In früheren Zeiten wurden wegen der beengten Möglichkeit der Trassenführung sämtliche Versorgungskabel über der eigentlichen Leitung geführt (**Bild 13**). Dieser Umstand erschwerte alle Arbeiten bei den Einbindungen von der neuen auf die alte Leitung und auch bei der Erstellung der Widerlagerfundamente.

5 Zusätzlicher Schacht

Wegen der geänderten Leitungsführung gegenüber der ursprünglichen Trasse war es zum Herstellen eines ausreichenden Leitungsgefälles erforderlich, einen zusätzlichen Hochpunkt zu bilden. In Abstimmung mit den Stadtwerken

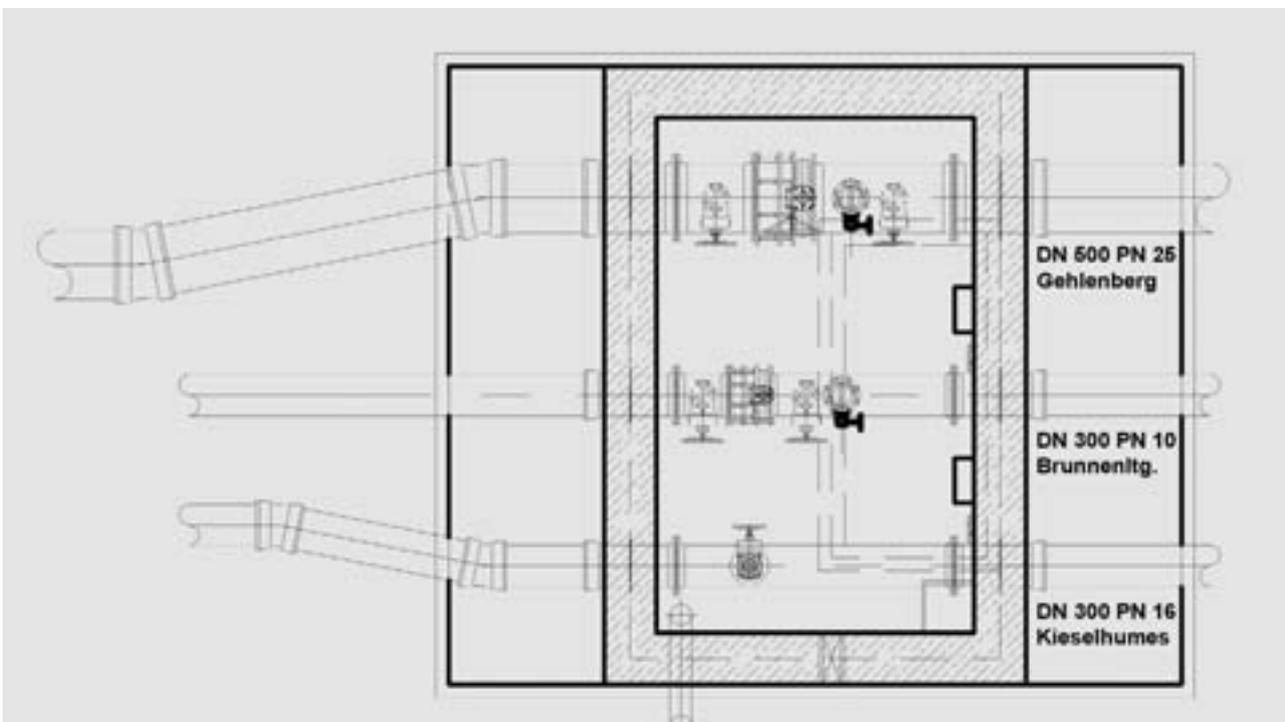


Bild 14:
Grundriss Entlüfterschacht

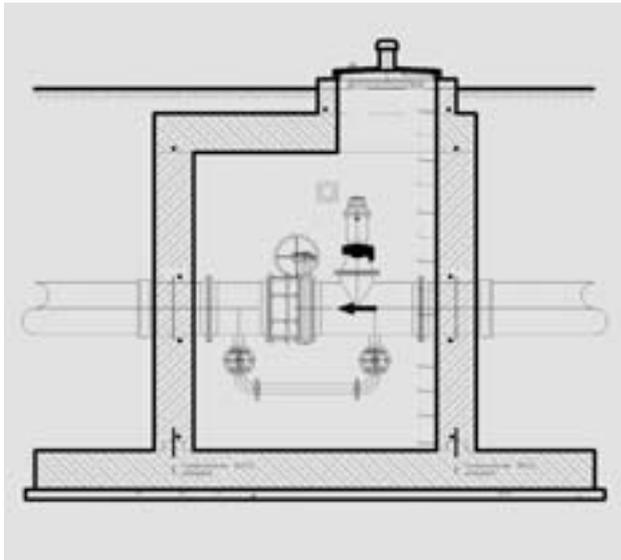


Bild 15:
Schnitt Entlüfterschacht Gehlenbergleitung

Saarbrücken wurde entschieden, dass wegen der drei parallel liegenden Leitungen einschließlich der vorgesehenen Absperrmöglichkeit mittels Klappen und den erforderlichen Belüftungsventilen zur einfacheren Wartung und Bedienung ein Schachtbauwerk (**Bilder 14 und 15**) zu erstellen war.

In diesem Schacht wurden die Gehlenberg- und die Brunnensammelleitung mit einer Klappe versehen, so dass diese Leitungen bei Betriebsstörungen abgesperrt werden können. Die Kieselhumesleitung hatte Abschiebermöglichkeiten in geringer Entfernung zum neuen Entlüftungsschacht.

Zur leichteren Bedienung der Klappe wurde ein Bypass eingefügt. Er ist ebenfalls mit Absperrschiebern und einer Anschlusskupplung versehen, so dass bei Leitungsspülungen bzw. -entleerungen entsprechend gesteuert werden kann. Bei Absperrung der Gehlenbergleitung (25 bar) wirken rund 50 t auf das Bauwerk. Diese Last musste durch geeignete Maßnahmen abgeleitet werden. Hierzu wurde der Schacht mit Spornen versehen. Sie wirken dem Auftrieb und dem Kippen des Schachtes entgegen.

6 Schutzmaßnahmen im Wassergewinnungsgebiet

Als Schutzmaßnahmen im Wassergewinnungsgebiet wurden an den umliegenden Brunnen regelmäßig Trübungsmessungen durchgeführt, sowie auch die bakteriologischen Untersuchungen intensiviert. Die Brunnen und

Bohrungen gingen während der Bauarbeiten nicht vom Netz. Die ausführende Firma wurde in die besonderen Vorschriften für Arbeiten in Wassergewinnungsgebieten eingewiesen. Prof. Dr. Wagner (Grundwasser- und Geo-Forschung) überwachte und dokumentierte die Maßnahme hydrologisch.

Autoren

Dipl.-Ing. Horst Schimeczek
Stadtwerke Saarbrücken AG

Dipl.-Ing. (FH) Axel Schwarz
Ingenieurbüro
Dumont + Partner GmbH

Bauherr

Stadtwerke Saarbrücken AG
Horst Schimeczek
Postfach 10 30 31
66030 Saarbrücken
Telefon: +49681 587-2357
E-Mail:
H.Schimeczek@Saarbruecker-Stadtwerke.de

Planung

Ingenieurbüro
Dumont + Partner GmbH
Axel Schwarz
Bliesgaustraße 6
66440 Blieskastel
Telefon: +496842 96128-0
E-Mail: blk@dumont-partner.de

Hydrologische Überwachung

Grundwasser- und Geo-Forschung
Prof. Dr. J. Wagner
Rodenheimweg 15
66538 Neunkirchen
Telefon: +496821 865404
E-Mail:
grundwasser-undgeo-forschung@t-online.de

Bauausführung

Saarhochdruck GmbH
Bertha-von-Suttnerstrasse 3
66123 Saarbrücken
Telefon: +49681 81906-0
E-Mail: dominik.lembert@saarhochdruck.de

Bau von Beschneigungsanlagen mit Rohren aus duktilem Gusseisen

Von Arno Schweiger

„Im Winter hat man keine Chance,
wenn man keinen Schnee hat!“

Zitat des Geschäftsführers
der Tegelbergbahn, Franz Bucher

1 Einleitung

In vielen Skigebieten hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass der Skibetrieb zu den üblichen Saisonzeiten mit den bisherigen Möglichkeiten häufig nur noch mit Mühe aufrecht zu erhalten ist. Hier kann die technische Beschneigung mittels Schneeanlagen Abhilfe schaffen. Am Beispiel der Tegelbergbahn in Schwangau soll die hierzu erforderliche Technik beschrieben werden.



Bild 1:
Schloss Neuschwanstein mit Beschneigungsanlage

Die Tegelbergbahn GmbH & Co. KG betreibt seit 1967 eine Kabinenbahn in der Nähe von Schloss Neuschwanstein (**Bild 1**), am Rande des Ammergebirges. Die rassige Hauptabfahrt der Tegelbergbahn hat eine Pistenlänge von ca. 3,5 km bei einer Höhendifferenz von 900 m. Aufgabe des Beschneigungsprojekts war neben einer Saisonverlängerung auch die Absicherung der üblichen Saisonzeiten mit einem qualitativ verbesserten Pistenangebot (**Bild 2**).

Die technische Schnee-Erzeugung funktioniert ähnlich wie der natürliche Schneefall. Dabei wird der Schnee ausschließlich mit Wasser, Luft und Energie erzeugt. Es werden grundsätzlich keinerlei chemische, biologische oder bakterielle Zusatzmittel verwendet. Der maschinell erzeugte Schnee bildet eine Grundschicht, auf der darauf fallender natürlicher Schnee durch Isolation gegen die Bodenwärme unverändert und länger liegen bleibt. Ziel ist eine griffige, weitgehend trockene und auch unter späterer Belastung nicht auseisende Schneedecke, die gemeinsam mit dem natürlichen Schnee bis Saisonschluss den starken Beanspruchungen des heutigen Pistenbetriebes standhält.



Bild 2:
Pistenpanorama

Bei der maschinellen Beschneigung müssen zwei entscheidende Voraussetzungen erfüllt sein, wenn effizient Schnee produziert werden soll:

- Zum einen ist eine starke Abkühlung des genutzten Wassers in Verbindung mit den klimatischen Außenbedingungen notwendig, bevor es zu feinsten Tropfen vernebelt wird. Im Allgemeinen muss das Ausgangswasser mit Kühlsystemen auf Temperaturen von 0,5 °C bis max. 2 °C eingestellt werden. Daraus folgt die Notwendigkeit, vor allem bei relativ „warmen“ Lufttemperaturen zwischen -2 °C und -4 °C, eine optimale Wasserkühlung zu erreichen.
- Zum anderen ist eine Umgebungslufttemperatur von mindestens -3 °C notwendig, um technischen Schnee zu erzeugen.

2 Baugruppen der Beschneigungsanlage Tegelberg

Die Beschneigungsanlage besteht aus folgenden Baugruppen:

- **Wasserentnahme** aus der Mühlberger Ach
- **Verbindungsleitung** zwischen der Pumpstation Mühlberger Ach und der Pumpstation Tegelberg
- **Stromversorgung** (Anschluss an das öffentliche Netz) mit den Trafostationen
 - Mühlberger Ach
 - Hauptpumpstation Tegelbergbahn
 - Druckerhöhung Rohrkopf
- **Hauptpumpstation** mit Kompressorstation einschließlich Kühlturmanlage im Bereich der Talstation Tegelbergbahn westlich der bestehenden Pistenraupengarage. Folgende Anlagenteile werden in der Pump-/Kompressorstation installiert:
 - Kühlturmanlage
 - Automatischer Rückspülfilter
 - Regelorgane
 - Geregelt Hochdruckpumpe
 - Erforderliche Sicherheitseinrichtungen
 - Transformatoren
 - Energieverteiler
 - Steuerschränke
 - Zentralkompressor für Beschneigungs-lanzen
- **Druckerhöhungspumpstation** im Bereich Rohrkopf (Bauabschnitt 2/Ausführung 2007)
- **Feldversorgungsleitung** entlang der jeweiligen Skiabfahrt bzw. Loipe
 - Hochdruckleitung Wasser
 - Luftleitung für Beschneigungs-lanzen (Hauptabfahrt bis Längenmeter 1.200)

- Stromversorgungskabel für Schnee-Erzeuger
- Steuerleitung
- Zapfstellen

■ Wetterstationen

- **Mobile Schnee-Erzeuger** (Propeller und Lanzen)

3 Wasserversorgung für die Beschneigungsanlage am Tegelberg

Hinsichtlich der Wasserversorgung der Beschneigungsanlage Tegelberg waren im Vorfeld bereits mehrere Varianten untersucht worden. Dabei ergab sich die Möglichkeit, dass aus der Mühlberger Ach die für die Beschneigung erforderliche Wassermenge entnommen werden darf. Der Betreiber darf der Mühlberger Ach bis zu 120 l/s Wasser entnehmen, wobei immer eine Restwassermenge von 110 l/s in der Mühlberger Ach verbleiben muss.

3.1 Zubringerpumpstation Mühlberger Ach

Das Wasser wird der Mühlberger Ach im Bereich der Pöllateinmündung entnommen (**Bild 3**). Die Zubringerpumpstation wurde im linken Uferbereich der Mühlberger Ach untergebracht.

Als Fassungsbauwerk dient ein rechteckiger Entnahmeschacht am Ufer mit einer Öffnung von ca. 1,00 · 1,00 m zum Gewässer hin. Mit einem Rechen von 40 mm Stabweite und einem Einlaufseihier mit Lochung 10 mm² auf der Verbindungsrohrleitung wird der Eintrag von Feststoffen, Treibgut und Lebewesen in das Absetzbecken verhindert.



Bild 3: Wasserentnahme Mühlberger Ach



Bild 4:
Absetzbecken und Pumpenschacht

Die Verbindungsleitung wird vom Entnahmehauwerk tangential in ein Absetzbecken von 2,50 m Durchmesser geführt. Vom Absetzbecken führt eine Verbindungsleitung der Nennweite DN 400 in den eigentlichen Pumpenschacht. Der Durchmesser des Pumpenschachtes, **Bilder 4 und 5**, (Vorpumpstation) beträgt 2,00 m. In der Vorpumpstation sind im Endausbau zwei Unterwasserpumpen mit maximal je 60 l/s installiert, die das Wasser über die Verbindungsleitung in das Kühlturmbecken im Bereich der Talstation Tegelbergbahn fördern.

3.2 Hauptpumpstation Tegelberg Talstation

In diesem Gebäude sind die Pumpen, die Kompressorstation, die Kühlturmanlage und auch die 20 kV Trafostation mit Mittelspannungsschaltanlage untergebracht (**Bilder 6 und 7**).



Bild 6:
Prinzipieller Aufbau der Pumpstation



Bild 5:
Bauteile Entnahmestation

Da das Wasser der Mühlberger Ach für Beschneigungszwecke zu warm ist, wird dieses in ein Kühlturmbecken geführt. Die Kühltürme stehen bei dieser Beschneigungsanlage auf dem Dach der Pumpstation. Mehrere Tauchpumpen, welche im Kühlturmbecken installiert sind, sorgen für die Umwälzung des Wassers über die Kühltürme auf dem Pumpstationsgebäude. Durch dieses System besteht die Möglichkeit, die Kühltürme unabhängig vom Wasserverbrauch der Beschneigung zu betreiben, um speziell im Grenztemperaturbereich möglichst optimale Wassertemperaturen verfügbar zu machen.

Die Pumpstation wird im Endausbau eine gesamte Pumpenleistung von ca. 1.150 kW aufweisen.



Bild 7:
Aufteilung Hauptpumpstation

Dabei muss die Drehzahlregelung den folgenden Aufgabenstellungen gerecht werden:

- **Leitungsfüllung:**
Der Höhenunterschied der Rohrleitung beträgt ca. 900 m, wobei die Leitung auch Bereiche mit Gegengefälle aufweist. Einerseits muss die Leitung so schnell wie möglich gefüllt werden, andererseits müssen aber Gegensteigungen entlüftet werden. Größtes Augenmerk wurde darauf verwendet, die Regelfunktionen und Steuerungen so zu gestalten, dass während des gesamten Füllprozesses keine erheblichen Druckspitzen oder Druckschläge auftreten.
- **Regelbetrieb:**
Da der Wasserdurchsatz und die Druckanforderungen der Beschneigungsgeräte immer witterungsabhängig variieren, muss das Regelsystem in der Lage sein, bei Wasserdurchsätzen zwischen 0 bis 120 l/s die gewünschten Drücke in den Bereichen von 20 bis 80 bar verfügbar zu machen. Herkömmliche PID-Regler lassen wegen der sehr großen Bandbreite von Drücken und Mengen ungünstige Betriebszustände entstehen, die außerhalb der zulässigen Pumpenbetriebsparameter liegen. Deswegen wurde ein Regelsystem integriert, das in der Lage ist, die Pumpenkennlinien und die Rohrleitungsparameter mathematisch

abzubilden, und so bei allen Drehzahlzuständen die Grenzwerte von Drücken und Mengen einzuhalten. Mit dieser Regelung konnten die Pumpen abgesichert und die installierte Leistung optimal ausgenutzt werden.

4 Unterirdische Infrastruktur zur Versorgung der Schnee-Erzeuger

4.1 Feldleitungen (Wasser)

Rohre aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 mit längskraftschlüssiger Verbindung TIS-K bzw. Novo SIT® (**Tabelle 3**) und Zementmörtel-Auskleidung. Außenschutz Zinküberzug mit Bitumendeckbeschichtung, Baulänge 6 m.

Der entscheidende Vorteil des gewählten duktilen Gussrohrsystems besteht darin, dass im Gelände keine Schweißarbeiten durchgeführt werden müssen sowie ein systemgleiches, komplettes Formstückprogramm verfügbar ist. Hierdurch werden die Einbaukosten im Vergleich zu geschweißten Rohrsystemen erheblich verringert. Die Rohre können nach Herstellung der Verbindung bis 5° abgewinkelt werden. Sie wurden nach den Regeln der Technik und den Vorschriften des Herstellers in frostfreier Tiefe

Tabelle 1:

Feldleitungen (Wasser), Zusammenstellung der Streckenabschnitte, Längen, Nennweiten und Druckstufen

Streckenabschnitt	Länge [m]	Nennweite	Druckstufe [bar]
Hauptpumpstation bis Station 650	650	200	100
Längenmeter 650 – Längenmeter 1.970	1.320	200	64
Längenmeter 1.970 – Druckerhöhung Rohrkopf	230	150	64
Hauptabfahrt Tegelberg Druckerhöhung Rohrkopf – Bergstation			
Druckerhöhung Rohrkopf – Längenmeter 650	650	150	64
Längenmeter 650 – Längenmeter 1.085	435	125	64
Längenmeter 1.085 – ehemalige Bergstation Doppelsesselbahn	220	100	64
ehemalige Bergstation Doppelsesselbahn – Bergstation Tegelberg	160	80	64
Reithlift			
Hauptpumpstation – Reithlift (Zuleitung)	310	150	64
Reithlift rechte Piste und linke Piste	275	125	64
	215	100	64
	470	80	64
Langlaufloipe ausgehend vom Reithlift			
Ringleitung	1.500	100	64



Bild 8:
Duktile Gussrohre
mit längskraftschlüssiger Verbindung



Bild 9:
Gemeinsamer Einbau von
Druckrohren, Luftleitungen und Kabeln



Bild 10:
Oberflurzapfstelle

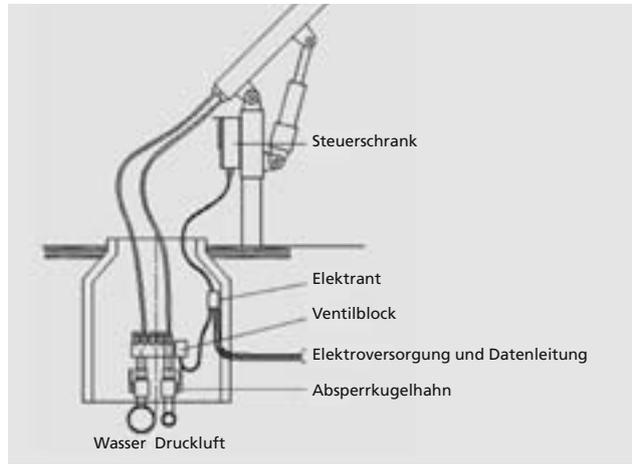


Bild 11:
Systembild Unterflur-
schacht mit Lanze

eingebaut (**Bilder 8 und 9**). Für die Feldleitungen standen je nach Streckenabschnitt folgende Rohrtypen (**Tabelle 1**) zur Verfügung (Durchmesser je nach Streckenabschnitt und Auslegung).

4.2 Feldleitungen (Luft)

Im gleichen Rohrgraben wurde ausgehend von der Hauptpump-/Kompressorstation ein Druckrohr 110 · 6,6 bzw. 90 · 5,4 PN 10 aus HD-PE für die zentrale Luftversorgung der Beschneigungs-lanzen mitverlegt.

4.3 Energieversorgung Strecke

Die einzelnen Beschneigungsabschnitte werden über Energiekabel, ausgehend von den verschiedensten Einspeisepunkten, mit elektrischer Energie versorgt:

1. Beschneigung Hauptabfahrt Tegelberg hat mehrere Einspeisepunkte
 - Trafostation Hauptpumpstation
 - Trafostation Rohrkopf (Druckerhöhungspumpstation)

2. Beschneigung Reithlift und Langlaufloipe haben einen Einspeisepunkt
 - Trafostation Hauptpumpstation

Sämtliche Energiekabel wurden neben den Wasser- und Luftleitungen im selben Rohrgraben eingebaut.

4.4 Zapfstellen

- Entlang des Leitungsnetzes wurden Zapfstellen installiert, an welche die eigentlichen Schneerzeuger zum Betrieb der Anlage angeschlossen werden können.
- Die Zapfstellen wurden wegen der Sicherheit auf den Pisten und Loipen mit kurzen Stichleitungen aus der Piste gerückt. Zur Auswahl standen Oberflurzapfstellen (**Bild 10**) und Unterflurschächte (**Bild 11**).
- Die Zapfstellen sind mit einem kleinem Elektroverteilerschrank und einem Hydranten für Wasser ausgerüstet. Zwischen den Hydranten und den Spannhebel-Anschlüssen der Schneerzeuger liegen 2 Zoll- bzw. 1 ½ Zoll-

Tabelle 2:
Schachtbauarten für Entnahmehydranten

Streckenabschnitt	Anzahl	Hydrantenschacht
Beschneigung Hauptabfahrt Tegelberg – Rohrkopf		
Hauptpumpstation – Längenmeter 1.200 (Streckenabschnitt für Beschneigungslanzen und Propeller Schnee-Erzeuger)	16	Unterflurschacht
Längenmeter 1.200 – Druckerhöhung Rohrkopf (Streckenabschnitt für Propeller Schnee-Erzeuger)	17	Oberflurschacht
Druckerhöhung Rohrkopf – Bergstation Tegelberg (Zukunftsbauabschnitt 2 in 2007) (Streckenabschnitt für Propeller Schnee-Erzeuger)	15	Oberflurschacht
Beschneigung Reithlift		
Beschneigung Reithlift rechte und linke Piste (Streckenabschnitt für Propeller Schnee-Erzeuger)	14	Oberflurschacht
Beschneigung Langlaufloipe		
Beschneigung Langlaufloipe (Streckenabschnitt für Propeller Schnee-Erzeuger)	10	Oberflurschacht

Druckschläuche. An alle Unterflurzapfstellen können Beschneigungslanzen bzw. auch Niederdruck-Schnee-Erzeuger angeschlossen werden (**Bild 11**).

Im Bereich der Skiabfahrten beträgt der Hydrantenabstand je nach Geländesituation ca. 75 m, bei der Langlaufloipe ca. 125 m (**Bild 12**). Somit ergibt sich für die verschiedenen Streckenabschnitte die in **Tabelle 2** zusammengefasste Hydrantensituation.

4.5 Maschinen

- 12 Schneekanonen SUFAG Compact + 1 SUFAG S-Compact,
- 12 SUFAG Lanzen S 10-4

Mittels moderner Hybridtechnik sind unterschiedliche Komponenten wie Propeller und Lanzen so miteinander verbunden, dass sie über ein System gefahren und gesteuert werden können. **Die Tabelle 4** fasst alle relevanten Objektdaten zusammen.

Tabelle 3:
Zusammenstellung der eingesetzten Druckrohre

Verwendetes Druckrohrmaterial			
Länge [m]	Nennweite	Nenndruck [bar]	Verbindung
654	200	100	TIS-K
1.254	200	63	TIS-K
564	150	63	Novo SIT®
504	125	63	Novo SIT®
336	100	100	Novo SIT®
1.668	100	63	Novo SIT®
534	80	100	Novo SIT®



Bild12:
Hydrantenabstand je nach Geländesituation

Tabelle 4:

Zusammengefasste Daten der Beschneigung in der Wintersport-Arena Tegelberg

Gesamtunternehmer	SUFAG	Kennelbach
Hauptabfahrt	4,2 km Länge	900 Höhenmeter
Beschneigung 1. Abschnitt	Rohrkopfsattel bis ins Tal auf 830 m	
Beschneite Fläche	13 ha	
Druckleitungen aus duktilem Gusseisen	5.514 m	
Wasserbedarf Wintersaison	ca. 70.000 m ³	
Kosten des Gesamtprojektes	ca. 3,3 Mio. Euro	

4.6 Geplante Ausbaustufe für 2007

Der 2. Bauabschnitt der Komplettbeschneigung der Tegelberg-Abfahrt vom Rohrkopfsattel bis zur Bergstation soll in den nächsten zwei Jahren zum Abschluss gebracht werden.

5 Ergebnis und Schlussbetrachtung

Bisher hatte der Tegelberg (**Bild 13**) eher eine Besucherfrequenz von 70 % Sommerbetrieb und 30 % Winterbetrieb. Durch das neue Beschneigungskonzept und die Entwicklung der Infrastruktur durch den Nachtskillauf und die Nachtloipe konnte der Winterumsatz bereits in der ersten Saison auf das zwei- bis dreifache gesteigert werden.



Bild 13:
Reithlift

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Arno Schweiger
INGENIEURBÜRO Arno Schweiger

Bauherr

Tegelbergbahn GmbH & Co.KG
Franz Bucher
Tegelbergstraße
87645 Schwangau
E-Mail: info@tegelbergbahn.de

Planungsbüro

INGENIEURBÜRO Arno Schweiger
Arno Schweiger
Vordere Burgauffahrt 25
D – 87527 Sonthofen
Telefon: +498321 721351
E-Mail: Info@Seilbahnprofi.de

Bauausführung

Sufag
Werner Kresser
Bregenzer Straße 5
A – 6921 Kennelbach/Vorarlberg
E-Mail: wkresser@sufag.com

Duktile Gussrohre für Schneesicherheit

Erweiterung der maschinellen Beschneigung im Skikarussell Winterberg (Hochsauerland)

Von *Andreas Veldhuis und Stephan Hobohm*

1 Einleitung

In den deutschen Mittelgebirgsregionen herrscht alljährlich, nicht zuletzt auf Grund der zunehmenden Klimaerwärmung, vermehrt Mangel an Naturschnee. Längere Frostperioden und entsprechende Niederschläge sind nicht immer zur gleichen Zeit vorhanden, und somit entstehen immer wieder Ausfälle der Skibetriebe. Viele dieser Regionen, wie auch das Hochsauerland, sind nahezu vollständig vom Fremdenverkehr abhängig. Dementsprechend groß ist hier der Einfluss einer gelungenen Wintersaison auf die wirtschaftliche Entwicklung dieser Gebiete. Das Ausbleiben von Schnee bedeutet erhebliche finanzielle Einbußen. Durch die Ausrüstung von Skigebieten mit Beschneigungsanlagen kann bei niedrigen Temperaturen ein Mangel von natürlichem Schnee kompensiert und der Skiliftbetrieb während der Wintermonate gesichert werden. Selbst im ungünstigsten Fall, wenn ein natürlicher Schneefall ausbleibt, sind die Anlagenkonzepte so ausgelegt, dass eine vollständige Beschneigung der Skihänge innerhalb einer Frostperiode in weniger als 72 Betriebsstunden möglich ist.

Deshalb investiert die Wintersportarena Sauerland/Siegerland/Wittgenstein nachhaltig und kontinuierlich in die Erweiterung und Modernisierung ihrer Beschneigungsanlagen. Durch die Gründung der Wintersportarena im Jahr 2002 und unter Einbindung der Sporthochschule Köln wurde die hier beschriebene Maßnahme für das Kerngebiet Winterberg mit rd. 1,3 Mio. Euro durch das Land NRW gefördert. Die Wintersportarena verfügt nach Fertigstellung der hier beschriebenen Ausbaustufen 1 und 2 über rd. 140 Schneeerzeuger bei 90 Abfahrten mit insgesamt 50 km Gesamtlänge und ist mittlerweile das größte „Schneevergnügen“ nördlich

der Alpen. Um allerdings genug Kunstschnee erzeugen zu können, muss natürlich Wasser in ausreichender Menge kurzfristig zur Verfügung stehen. Da das eigentliche Skigebiet „Herrloh“ und „Bremberg“ im Skiliftkarussell Winterberg nur über ein relativ kleines Einzugsgebiet verfügt, waren Zuleitung und Zwischenspeicherung von Wasser aus der benachbarten „Nuhne“ erforderlich. Neben einer baurechtlichen waren weitere Genehmigungen der Fachbehörden Wasser und Landschaft sowie des Staatlichen Umweltamtes erforderlich. Die Prüfung der Umweltverträglichkeit (UVP) wurde konsequenterweise im Baubetrieb durch die Einschaltung eines „Ökologischen Baubegleiters“ und mit der Planungs- und Projektsteuerung durch das Ingenieurbüro Veldhuis aus Winterberg umgesetzt (**Bild 1**).

2 Beschreibung der geplanten Anlage

2.1 Ferndruckleitung

Für den Transport des zur Beschneigung benötigten Wassers wurde eine Ferndruckleitung DN 200, GGG, PN 40 mit längskraftschlüssiger BLS-Steckmuffen-Verbindung von der „Nuhne“ bis zur Teichanlage gebaut. Sie verläuft auf einer Gesamtlänge von 4.500 m mit einer Höhendifferenz von 250 m, zunächst über ca. 2.000 m im Bereich einer stillgelegten Gleisanlage und auf weiteren 2.500 m entlang eines Wanderweges. Wegen des stetigen Gefälles sind im gesamten Trassenverlauf nur zwei Entlüftungspunkte erforderlich. Auf den Einbau von Bögen konnte weitestgehend verzichtet werden, weil die BLS-Steckmuffen-Verbindung eine Abwinkelung bis zu 3,5° erlaubt. Weil die teilweise nur sehr schwer zugängliche Leitungstrasse (**Bild 2**) den Materialtransport erschwert, wurde auf

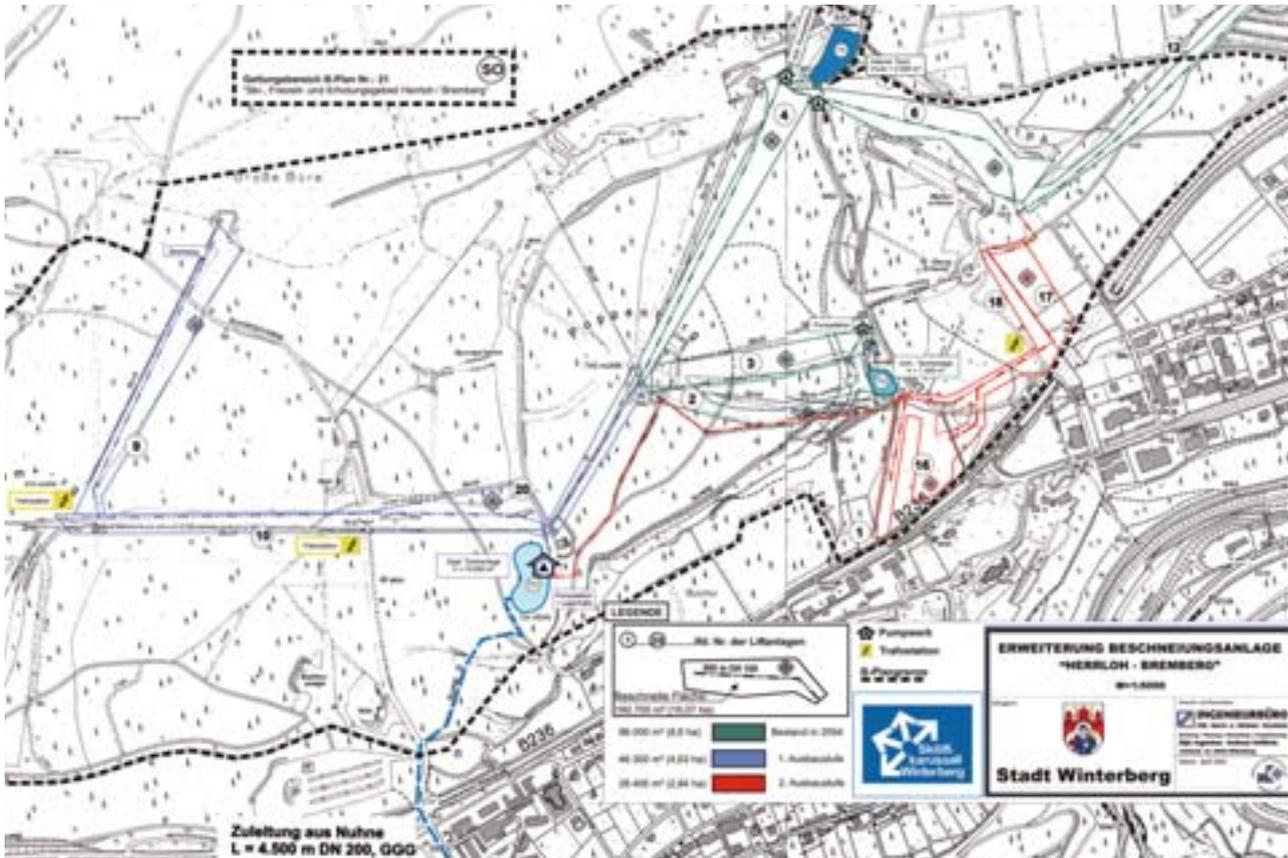


Bild 1:
Übersichtsplan

eine Sandummantelung der Rohre im Bereich der Rohrleitungszone verzichtet. Stattdessen erhielten die außen verzinkten und bituminierten duktilen Gussrohre eine Vliesummantelung (**Bild 3**).

2.2 Teichanlage (Nutzvolumen = 10.000 m³)

Zur Beschneigung muss das Wasser in einer dafür ausgelegten Teichanlage vorgehalten bzw. zwischengespeichert werden. Sie wurde in einem Hangflachstück, inmitten des eigentlichen Skigebietes, angelegt. Die Zuleitung vom Teich zum Pumpenhaus, der Grundablass und der Überlauf wurden mit duktilen Kanalarohren DN 300 gebaut. Der Teich mit einem nutzbaren Volumen von 10.000 m³ liefert bei gleichzeitiger Förderung von maximal 25 l/s aus der „Nuhne“ ausreichend Wasser für eine Beschneigung der Skihänge mit einer Gesamtfläche von rd. 75.000 m². Die Teichanlage wurde als Erdbecken mit Folienauskleidung ellipsenförmig ausgeführt (**Bild 4**). Bodenauf- und Abtragsmengen sind so optimiert, dass keine nennenswerten Bodenmassen herangefahren werden mussten. Die Gestaltung wurde sehr naturnah durchgeführt. Neben einer Begrünung

in den Rand-Ufer- und Böschungsbereichen erhielt die Teichanlage auch einige Amphibienrampen. Der Teich wird im so genannten Nebenschluss betrieben, d. h. bei entsprechendem Bedarf im Winter wird er nach der Entleerung für eine Beschneigung auch wieder komplett gefüllt.

In der übrigen Zeit wird nur ein geringer Wasserzufluss aus dem Bereich eines nahe gelegenen stillgelegten Wasserbehälters über eine Rohrleitung eingeleitet, um Verdunstungsverluste auszugleichen. Auf dem Boden des Teiches liegen Belüfterschläuche, mit welchen das gespeicherte Wasser im Winter frisch und eisfrei gehalten werden kann. Weiterhin ist eine Löschwasserversorgung über die Rohrleitungsinstallation des Pumpenhauses möglich.

2.3 Pumpenhaus „Bremberg“

Hier befinden sich die gesamte Steuerung sowie die Pumpenanlage mit der erforderlichen Rohrleitungsinstallation. Unmittelbar daneben ist eine Lagerhalle zur Unterbringung der Schneeerzeuger vorgesehen. Das Gebäude ist landschaftlich harmonisch im luftseitigen Dammkörper des Teiches eingebettet.



Bild 2:
Einbau der Druckrohre im Steilhang



Bild 3:
Vliesummantelung und Montage der Rohrverbindung



Bild 4:
Teichanlage während der Bauphase

2.4 Beschneigungsanlage

Die Beschneigungsanlage in den Bereichen „Herrloh“ und „Bremberg“ wurde als vollautomatische Niederdruckanlage konzipiert.

Bei dieser Art von Anlage startet der Schnee-Erzeuger von selbst, regelt sich automatisch ein und schließt automatisch. Die gesamte Beschneigungsanlage inkl. Pumpstation wird visuell auf einem zentralen PC dargestellt. Jede Pumpe, jedes Ventil oder jeder einzelne Schnee-Erzeuger kann von hier zentral gesteuert werden. Wetterdaten oder Daten des Schnee-Erzeugers werden an einen Computer geschickt und gesammelt. Eine Auswertung kann anschließend in graphischer und analytischer Form dargestellt werden. Als Schnee-Erzeuger werden Propellermaschinen eingesetzt. Sie werden nicht vor dem 15. Oktober eines jeden Jahres aufgestellt. Nach Beendigung der Beschneigungsperiode, dem 15. März, werden die Schneeerzeuger von den Skihängen entfernt.

Lage und Größe des Beschneigungsgebietes:

Die geodätische Höhe der Pumpstation, am tiefsten Punkt der Anlage, liegt bei 570 m ü. NN. In der Anlage gibt es insgesamt mehrere Hochpunkte (Poppenberg, Bremberg). Der höchste Punkt der Anlage liegt bei 810 m ü. NN. auf dem Bremberg.

In der Planung für die jetzt durchgeführten Ausbaustufen 1 und 2 wurde der vorhandene Bestand berücksichtigt. Die Ausbaustufe 1 sieht zunächst eine Beschneigung des eigentlichen Brembergs mit den Skihängen 9, 10 und 20 vor. In der 2. Ausbaustufe ist die Beschneigung der Hänge 1 und 16 bis 18 im Bereich des „Herrloh“ geplant. **Bild 1** enthält eine detaillierte Darstellung. Mit der Erweiterung der beschneiten Skihänge von bislang 8,6 ha beschneiter Fläche auf nunmehr 16 ha ist eine wesentlich bessere Vernetzung der jeweiligen Gebiete „Herrloh“ und „Bremberg“ zu erwarten.

Der Jahreswasserbedarf für die beiden Ausbaustufen beläuft sich auf ca. 40.000 m³. Durch die Verbindung mit den bestehenden Beschneigungsanlagen und deren Teichanlagen ist ein Wassermanagement uneingeschränkt möglich.

Mit nunmehr 45 vorgehaltenen Schnee-Erzeugern des Skigebietes „Herrloh“ und „Bremberg“ kann eine Beschneigung der Gesamtfläche innerhalb 72 Stunden realisiert werden.

Rohrleitungen/Anschlussstellen/ Schneeerzeuger:

Die Rohrleitungen bestehen aus Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 mit längskraftschlüssiger BLS-Steckmuffen-Verbindung. Diese Verbindung wurde auf Grund mehrerer beim Bau von Beschneigungsanlagen unabdingbaren Voraussetzungen für Rohrleitungsmaterial ausgewählt. Besonders hervorzuheben sind u. a.:

- Schnelle und einfachste Montage.
Die Längskraftschlüssigkeit wird ganz einfach über den Einsatz von Riegeln innerhalb von Sekunden hergestellt.
- Montage ohne Spezialwerkzeug.
Zum Herstellen der Verbindung reichen eine Brechstange, ein Kantholz und ein Bagger aus.
- Kein Schweißen notwendig.
Durch die Verwendung von reibschlüssigen Klemmrings kann beim Zusammenbau von Formstücken mit geschnittenen Rohren das bauseitige Aufbringen von Schweißraupen entfallen.
- Die Verbindung kann je nach Nennweite bis zu 4° abgewinkelt werden. Hierdurch können Krümmer im Leitungsverlauf eingespart werden.

Mit dieser Verbindung können die Rohrleitungen mit Betriebsdrücken bis zu 100 bar betrieben werden. Eine Sicherung durch Betonwiderlager entfällt. Für die eigentliche Beschneigungsanlage der Ausbaustufen 1 und 2 wurden folgende Mengen eingebaut:

Tabelle 1:

Rohrlängen, Nennweiten und Druckstufen

Länge [m]	Nennweite [mm]	Nenndruck [bar]
1.290	80	100
1.872	125	63
1.098	150	50
800	200	40

Der Rohrgrabenaushub für vorgenannte Rohrleitungen wurde auf eine frostsichere Tiefe von 1,30 m bei einer Grabenbreite von 0,80 m begrenzt. Lediglich im Bereich der Zapfstellen, die alle mit einer Stichleitung von der Hauptleitung weggeführt sind, waren Tiefen bis 1,50 m erforderlich (**Bild 5**). Die Länge der Stichleitung ist den örtlichen Gegebenheiten angepasst, bzw. stark von der Schonung schutz-



Bild 5:

Montagearbeiten an Rohrleitungen und Kabeln

bedürftiger Pflanzen abhängig. Eine Veränderung des vorhandenen Geländeneiveaus war daher ausgeschlossen. Die je nach Geländeneigung herausstehenden Schachtecken bis max. 50 cm wurden angeglichen. In den Zapfstellen aus Fertigteilen stehen die Wasser- und Stromanschlüsse bereit. Durch den versenkbaren Anschlusskasten kann das Wasser über flexible Schlauchleitungen an die Schneeerzeuger abgegeben werden (**Bild 6**). Mit Schlauchverlängerungen – ein Schlauch hat eine Länge von 25 m – kann der Standort der Schneeerzeuger an veränderte Windrichtungen angepasst werden. Der maximale Abstand zwischen Zapfstelle und Schneeerzeuger kann bis zu 50 m betragen.

Im Herrlohegebiet werden wegen der Nähe zur vorhandenen Wohnbebauung lärmgedrosselte Schneeerzeuger verwendet. Hier wird bei einem Mindestabstand von rd. 130 m ein Lärmpegel von 45 dBA nicht überschritten. In der versenkbaren feuerverzinkten Metallkassette (Elektrant) sind schaltbare Steckdosen 63A, Sicherungen und Fehlerstromschutzschalter integriert. Der hydraulische Anschluss besteht aus einem elektrisch angesteuerten Hydranten (Hydromat) mit einem Zwei-Zoll-Kamlock-Anschluss. Im stromlosen Zustand ist der Hydromat geschlossen, d. h. bei einem Stromausfall schließt er automatisch gegen 100 bar Wasserdruck.

Während des Betriebes wird der heraus gezogene Elektrant durch eine signalfarbene Prallschutzmatte abgesichert. Nach Betrieb lässt sich er sich wieder ebenerdig versenken. Die Schneizeiten sind im Wesentlichen von ausreichenden Temperaturen ($< -2\text{ }^{\circ}\text{C}$) und einer geringen Luftfeuchte abhängig. Eine Beschneigung während des Skiliftbetriebes wird erfahrungsgemäß nur selten durchgeführt.

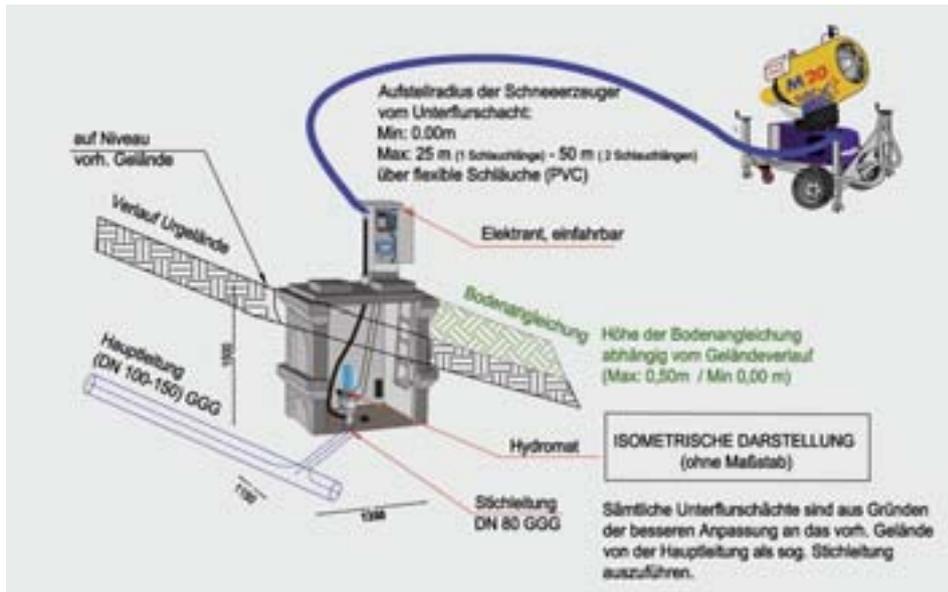


Bild 6:
Fertigteilschacht mit
Schneerzeuger

3 Zusammenfassung

Das Skiliftkarussell Winterberg will mit dem Einsatz von Schneerzeugern die in den letzten Jahren teilweise sehr dürrtigen Schneeverhältnisse verbessern, um damit den Betrieb der Skihänge im Bereich „Herrloh“ und „Bremberg“ entscheidend verlängern zu können. Damit profitiert nicht zuletzt die gesamte Infrastruktur, vor allem der Fremdenverkehr des Ortes, von einer verlängerten, schneesicheren Wintersaison (**Bild 7**).

Autoren

Dipl.-Ing. Andreas Veldhuis
Ingenieurbüro für Hoch- und Tiefbau
Gartenstraße 25
59955 Winterberg
Telefon: +492981 802885

Dipl. Ing. (FH) Stephan Hobohm
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar
Telefon: +496441 491248



Bild 7:
Schneerzeuger
in Aktion

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Rohrleitungen

Von Thomas Wegener und Mike Böge
Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg (iro)

Gutachten-Nachdruck

1 Ausgangslage: Ergebnisse & Grenzen vorangegangener Untersuchungen

Rohrleitungen zählen aus heutiger Sicht zu den langlebigen Wirtschaftsgütern. Entsprechend ist ihr wirtschaftlicher Einsatz über viele Jahrzehnte ausgelegt. Trotz der in den einschlägigen Regelwerken definierten Mindestanforderungen an Rohrleitungen existieren aufgrund der Vielzahl an auf dem Rohrleitungsmarkt befindlichen Werkstoffen ebenso große Qualitäts- bzw. Preisunterschiede. Daher ist für die Investitionsentscheidung eines bestimmten Rohrwerkstoffes die Durchführung von Investitionsrechenverfahren sinnvoll.

Vor dem Hintergrund der Fragestellung, ob sich eine Mehrinvestition bei Rohrsystemen aus GGG gegenüber PE 100 lohnt, wurden vom Institut für Rohrleitungsbau in Oldenburg (iro) im Jahr 2004 mit Hilfe der Erhebung von werkstoffspezifischen Rohrnetzbetriebsdaten jährliche Differenzzahlungen gebildet [1]. Die einzelnen Zahlungsdifferenzen der Zahlungsreihe wurden jeweils mithilfe eines Diskontierungsfaktors auf den gegenwärtigen Wert (Barwert) umgewandelt. Die jährlich kumulierten Barwerte ergeben den Kapitalwertverlauf. Ist der Kapitalwert gleich null, ist die Amortisationsdauer erreicht. Für die Berechnung wurden ein fiktiv angenommener Kalkulationszinssatz von 7 % sowie eine Inflationsrate von 2 % angenommen.

Beispielhaft für eine Einzelrohrbaumaßnahme in der Innenstadt ergab sich als Ergebnis eine Amortisationsdauer von GGG gegenüber PE 100 von 44 Jahren (vgl. **Abb. 1**).

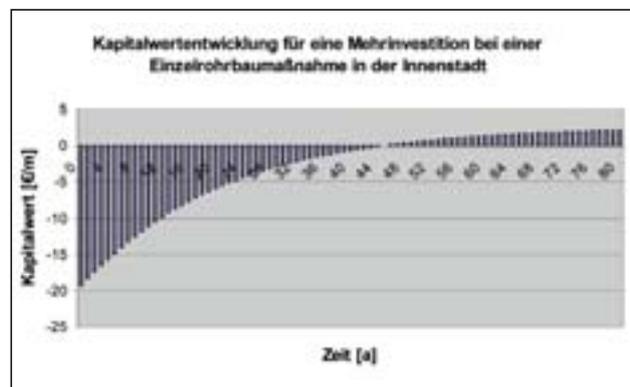


Abbildung 1:
Amortisation nach 44 Jahren (Kapitalwert C = 0) [1]

Die Ergebnisse zeigten, dass sich anfängliche mögliche Mehrinvestitionen bei einem Werkstoff durch spätere vermiedene Betriebs- bzw. Instandhaltungskosten über die zeitliche Entwicklung gegenüber einem preisgünstigeren Werkstoff amortisieren können.

Da der Einfluss der Nutzungsdauer und somit eine mögliche zahlungswirksame Reinvestition bei einem bestimmten Werkstoff in der oben genannten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht berücksichtigt wurde, ist die folgende Untersuchung erweitert worden.

2 Zielsetzung/Aufgabenstellung der vorliegenden Studie

Wie jede Investitionsrechnung unterliegt auch die unter Kap. 1 genannte Studie des iro Prämissen, die vorher sinnvoll zu wählen waren. So wurde z. B. aufgrund mangelnder Liegeerfahrungen junger Rohrwerkstoffgenerationen festgelegt, dass der Einfluss der Nutzungsdauer in der o. g. Studie unberücksichtigt bleibt.

Die subjektive Angabe der befragten Netzbetreiber über die erwartete Nutzungsdauer von Rohrsystemen aus duktilem Gusseisen (GGG) und Polyethylen zeigt jedoch erhebliche Unterschiede zu Gunsten von GGG auf. Ein technischer Vorteil, der exemplarisch in der technischen Mitteilung W 401 der deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) abgebildet ist (siehe **Abb. 2**).

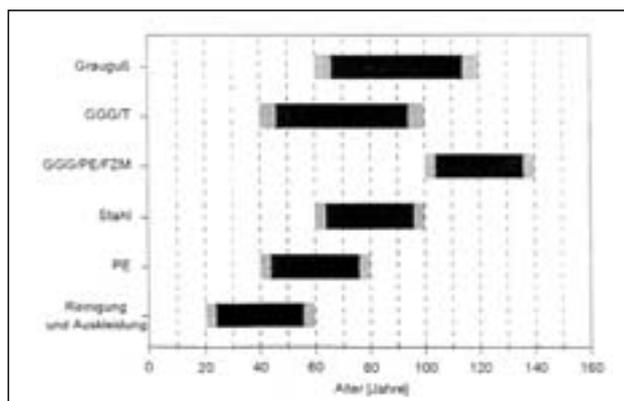


Abbildung 2:
Technische Nutzungsdauer nach Leitungsgruppen [2]

Die in **Abb. 2** dargestellte Situation zwischen den Werkstoffen hinsichtlich der Nutzungsdauer entsprechender Rohrsysteme veranlasste die Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e.V. diesen Vorteil von GGG gegenüber PE 100 durch das iro betriebswirtschaftlich bewerten zu lassen.

Ergänzend zu den in Kap. 1 genannten vorangegangenen Untersuchungen soll dieses Gutachten klären, **wann** sich eine Mehrinvestition bei einem bestimmten Werkstoff lohnt (amortisiert) und **wie** wirtschaftlich sich eine bestimmte Investitionsentscheidung gegenüber einer anderen Alternative verhält. Neben weiteren Annahmen und Prämissen sind unterschiedliche Nutzungsdauern verwendeter Materialien in den Rechenmodellen zu berücksichtigen.

Tabelle 1:
Werkstoffspezifische Ausgaben für eine Einzelrohrbaumaßnahme Innenstadt [1]

Zahlungen Werkstoff	Investitionskosten (Bau- und Materialkosten) [Euro/m]	Betriebskosten (Personal- und Gerätekosten) [Euro/m*a]	Instandhaltungskosten [Euro/m*a]
PE	202,09	1,13	0,17
GGG	221,48	0,11	0,08
Differenzzahlung Δ PE - GGG	-19,39	1,02	0,09

3 Annahmen und Prämissen

3.1 Datengrundlage

Als Grundlage der vorliegenden Untersuchung dienen die im Jahr 2004 vom iro erhobenen und anonymisierten Betriebsdaten der Rohrnetzbetreiber [1]. Demnach wird analog zu den vorangegangenen Untersuchungen ausschließlich ein Vergleich zwischen den Rohrleitungssystemen aus duktilem Gusseisen und Polyethylen (PE 100), die für den Ausbau und Erneuerung des deutschen Trinkwassernetzes eingesetzt werden, generiert. Der Nennweitenbereich beschränkt sich aufgrund der Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit auf einen Rohrendurchmesser von 100 mm. Darüber hinaus werden nur Betriebsdaten von Rohren mit den Liegeerfahrungen aus den Jahren 1995–2002 berücksichtigt.

Um den Umfang der Untersuchung einzugrenzen, werden die Investitionsrechnungen beispielhaft an einem Bauszenarium, das sich auf eine Einzelrohrbaumaßnahme in der Innenstadt bezieht, erstellt. Demnach stellen sich in Abhängigkeit vom Rohrmaterial folgende Durchschnittszahlungen dar (siehe **Tabelle 1**).

Die Erhebung der Daten ergab zudem, dass die Instandhaltungskosten innerhalb der Gewährleistungsdauer (fünf Jahre) unterschiedlich ausfallen. Da der Einfluss der Gewährleistung auf das Ergebnis nicht maßgeblich ist, wird hier die Berücksichtigung eines entsprechenden Parameters vereinfachend vernachlässigt.

3.2 Nutzungsdauer

Um den Einfluss der Nutzungsdauer monetär abbilden zu können, wird in der vorliegenden Studie davon ausgegangen, dass bei einem Werkstoff mit Ablauf seiner Nutzungsdauer vom Betreiber eine entsprechende Reinvestition vor-

genommen wird. Entsprechende Kosten werden – bezogen auf heute – mit einer jährlichen konstanten Preissteigerungsrate von 2% aufgezinst und finden so addiert mit den laufenden jährlichen Kosten Berücksichtigung.

Für die Bewertung der Kostendifferenzen wird ein Betrachtungszeitraum gewählt, an dem beide zu untersuchenden Werkstoffe gleichzeitig am Ende Ihrer Nutzungsdauer stehen, wobei idealer Weise im vorliegenden Fall von einer doppelt so langen Nutzungsdauer bei GGG gegenüber PE 100 ausgegangen wird. Unter Verwendung der technischen Mitteilung W 401 des DVGW gehen die Nutzungsdauern in die entsprechenden Berechnungen ein (vgl. Kap. 2, Abb.1). Demnach beträgt die idealisierte Nutzungsdauer bei PE 100 60 Jahre und bei GGG 120 Jahre, d. h. also doppelt so lang wie PE100. Bei einem Betrachtungszeitraum von 120 Jahren ergibt sich als Vorteil von GGG der vermiedene Reinvest nach 60 Jahren, der bei PE 100 erforderlich wäre.

Bei nicht idealisierten Annahmen stellt sich am Ende des Betrachtungszeitraums das Problem der Restwertbewertung. Ein entsprechendes Szenario ergibt sich beispielsweise aus den Umfrageergebnissen des iro aus dem Jahr 2004. Hier werden von den Betreibern im Durchschnitt folgende erwartete werkstoffspezifische Nutzungsdauern angegeben:

- a PE = ~ 70 Jahre
- b GGG = ~ 100 Jahre

Zur Lösung dieses Problems wird hier werkstoffspezifisch die gesamten Lebenswegkosten ermittelt und anschließend periodisiert, d. h. jährlich in uniforme Ausgaben nach finanzmathematischen Regeln transformiert.

3.3 Zukünftige Entwicklung von Rohrnetzen

Prognosen zur Wirtschaftlichkeit eines bestimmten Rohrwerkstoffes gestalten sich aufgrund der sehr langen Betrachtungszeiträume naturgemäß als äußerst schwierig. So werden z. B. künftige Einflüsse wie die technische Weiterentwicklung der betroffenen Werkstoffe sowie veränderte optimierte Einbauverfahren nicht mit in das Wirtschaftlichkeitskalkül einbezogen. Zudem berücksichtigt die vorliegende Studie nachhaltige quantitative und qualitative Änderungen des Netzbetriebes nicht, hervorgerufen z. B. durch den demografischen Wandel.

In dieser Studie wird vereinfachend angenommen, dass die hier untersuchten Rohrsysteme während Ihrer gesamten Nutzungsphase ausschließlich den gleichen Anforderungen wie aus dem Erhebungsjahr 2004 unterliegen.

3.4 Festsetzung des Kalkulationszinssatzes

Der Kalkulationszinssatz übt wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis der Investitionsrechnung aus. So findet in der Investitionstheorie eine lebhaft Diskussionsstoff, wie die Höhe des Kalkulationszinssatzes zu bemessen ist.

Grundsätzlich drückt der Kalkulationszinssatz die geforderte Mindestverzinsung des durch die Investition gebunden Kapitals aus.

Die Höhe des Kalkulationszinssatzes basiert auf der Prämisse, dass Kapital zum Kalkulationszinssatz beschafft bzw. angelegt werden kann. Danach ergibt sich der Kalkulationszinssatz:

- a nach der Rendite, die bei alternativer Anlage der finanziellen Mittel alternativ angelegt werden könnte.

Dies ist mindestens der langfristige Habenzinssatz für risikolose Finanzanlagen, z.B. für Staatsanleihen (absolute Untergrenze für den Kalkulationszinssatz). Nach dem Opportunitätsprinzip ist sogar der in der Regel höhere Zinssatz der nächstbesten nicht mehr zum Zuge kommenden (verdrängten) Investitionsalternative anzusetzen.

- b nach den Finanzierungskosten, die bei der Durchführung der Investition entstehen.

Im Falle **vollständiger Fremdfinanzierung** ist als Kalkulationszinssatz der Sollzinssatz langfristiger Kredite anzusetzen. Der Fremdkapitalzinssatz bestimmt sich aus dem durchschnittlichen Kostensatz für Fremdkapital oder in der Höhe von neu aufzunehmendem langfristigem Fremdkapital.

Im Falle **vollständiger Eigenfinanzierung** ist die Verzinsung des Eigenkapitals der Unternehmung anzusetzen. Der Eigenkapital-Zinssatz als Renditeforderung der Eigenkapitalgeber lässt sich bestimmen aus dem langfristig zu erwartenden Zinssatz für risikofreie Anlagen zuzüglich eines Risikozuschlages. Dieser differenziert je

nach Unternehmen und ist abhängig von der Branche, den Konkurrenzverhältnissen, der Marktdynamik sowie von weiteren Umwelteinflüssen.

Oft ist nicht bekannt, wie einzelne Investitionsobjekte finanziert werden. Dann ergibt sich der Kalkulationszinssatz als Durchschnittszinssatz des in der Unternehmung langfristig gebundenen Kapitals (Kapitalkosten). Dabei wird unterstellt, dass Einzelinvestitionen im Durchschnitt ebenso finanziert werden wie die Unternehmung insgesamt. Dieser so genannte WACC-Ansatz (WACC = **W**eight **A**verage **C**ost of **C**apital) bestimmt sich nach der Gleichung 01:

$$WACC = \frac{EK}{GK} \times \text{Eigenkapitalzinssatz} + \frac{FK}{GK} \times \text{Fremdkapitalzinssatz}$$

(Gleichung 01)

mit

EK = Eigenkapital

FK = Fremdkapital

GK = Gesamtkapital (= EK + FK)

Insgesamt ist festzustellen, dass die Investitionstheorie sehr lebhaft und kontrovers über die Höhe des Kalkulationszinssatzes diskutiert. In der Anwendungspraxis basiert die Höhe des Kalkulationszinssatzes in erheblichem Umfang auf vereinfachenden Pauschalannahmen. So gibt in der Regel die Unternehmensleitung bzw. das Controlling unternehmensindividuell die Höhe des Kalkulationszinssatzes vor. Meistens liegt der Kalkulationszinssatz zwischen 8 % und 12 %. Empirische Studien untersuchten die Höhe des Kalkulationszinssatzes. Differenziert nach Branchen ergibt sich demnach folgendes Bild (siehe **Abb. 3**).

Bezüglich von Rohrnetzbetreibern liegen zurzeit keine empirischen Befunde vor. Die vorliegende Untersuchung unterteilt daher die Rohrnetzbetreiber in zwei Gruppen/Typen:

1. Bei dem Investor handelt es sich um ein erwerbswirtschaftlich orientiertes Unternehmen. Dann erscheint ein Kalkulationszinssatz von 10 % als angemessen (branchenübergreifender Mittelwert).
2. Bei dem Investor handelt es sich um eine Kommune oder um ein öffentlich-rechtliches Unternehmen. Dort erscheint aufgrund sehr guter Bonitätseinstufungen und fehlender Gewinnerzielungsabsicht ein Kalkulationszinssatz von 5 % als ange-

messen. Die Studie lehnt sich dabei an die Empfehlungen für Wasserwirtschaftliche Grundlagen der Ländergemeinschaft Wasser (LAWA) an [4].

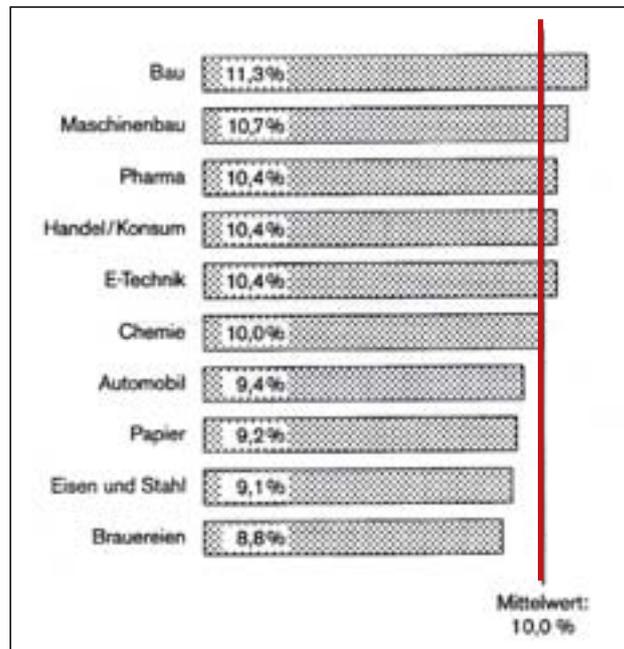


Abbildung 3: Gesamtkapitalkosten (WACC) in verschiedenen Branchen [3]

3.5 Sonstige Prämissen

Bei den folgenden Untersuchungen ist die Inflationsrate zu berücksichtigen. Sie wird hier mit einem Inflationszinssatz von 2 % angenommen. Steuerliche Wirkungen bleiben bei den Berechnungen außer Ansatz.

4 Ergebnisse der Investitionsrechnungen und Würdigung

4.1 Eingesetzte Methoden der Investitionsrechnungen

Rohrleitungen sind langlebige Wirtschaftsgüter, deren Nutzungsdauer z. T. weit über 50 Jahre beträgt. Um die Vergleichbarkeit künftiger, zeitlich unterschiedlich anfallender Zahlungen zu gewährleisten, sind dynamische Investitionsrechenverfahren anzuwenden. Um die Investitionswirkungen möglichst ganzheitlich zu erfassen, gelangen gleich mehrere Investitionsrechenverfahren zur Anwendung (siehe **Abb. 4**).

Die Berücksichtigung des Zeitfaktors findet bei dynamischen Verfahren vor allem in der Verwendung der Zinseszinsrechnung ihren

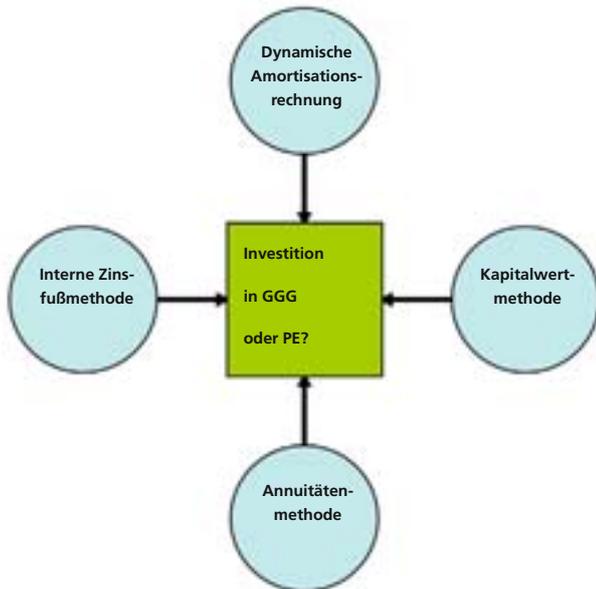


Abbildung 4:
Finanzmathematische Betrachtungen auf eine Investitionsentscheidung

Ausdruck. Bezogen auf den vorliegenden Wirtschaftlichkeitsvergleich von GGG und PE₁₀₀ werden die jeweiligen Investitionsfolgeausgaben in Zahlungsreihen dargestellt und auf den Zeitpunkt der Entscheidung abgezinst.

4.2 Kapitalwertmethode / Dynamisches Amortisationsmodell

Als eine der klassischen Investitionsrechenkennziffern ist der Kapitalwert heranzuziehen. Diese mittels finanzmathematischen Regeln gebildete Zahl entspricht der Summe aller Barwerte einer Handlungsmöglichkeit im Betrachtungszeitraum und repräsentiert – unter Zugrundelegung eines bestimmten Kalkulationszinssatzes – wertmäßig exakt den zeitlichen Anfall von Zahlungen. Dies bedeutet: Ist der Kapitalwert am Ende einer Betrachtungsperiode positiv, so ist damit gleichbedeutend auch die gesamte Zahlungsreihe als positiv – d. h. die betroffene Investitionsalternative als wirtschaftlich vorteilhaft zu werten.

Die dynamische Amortisationsdauer ist erreicht, wenn die investierte anfängliche Kapitaldifferenz A_0 einschließlich der geforderten Verzinsung zurückgeflossen ist. Das heißt der Kapitalwert ist zu dem Zeitpunkt der Amortisation gleich null.

Ausgehend von werkstoffunabhängigen Einnahmen der Rohrnetzbetreiber wird nachfolgend mit der oben genannten Methode der Vergleich der beiden Werkstoffe GGG und PE 100 über

Zahlungsreihen, die ausschließlich über Ausgabendifferenzen nach **Tabelle 1** gebildet werden, generiert. Die anfängliche Mehrinvestition von GGG gegenüber PE₁₀₀ wird hierbei den anschließenden jährlich vermiedenen Mehrausgaben bei PE₁₀₀ gegenübergestellt. Gemäß den Prämissen aus Kapitel 3.2 ist am Ende der Nutzungsdauer von PE 100 (nach 60 Jahren) der Neuanschaffungswert berücksichtigt.

$$A_0 = \sum_{t=1}^{t_{ad}} \ddot{U}_t * \frac{1}{(1+i)^t} \quad (\text{Gleichung 02})$$

mit

A_0 = Mehrinvestition von GGG im Vergleich zu PE 100

\ddot{U}_t = monetärer Vorteil GGG im Vergleich zu PE 100

t = Periodenindex, hier bezogen auf Jahre

i = Kalkulationszinssatz

t_{ad} = dynamische Amortisationszeit; Zeitraum, für den der Kapitalwert gleich Null

Die oben beschriebene Kapitalwertentwicklung stellt sich für die vorliegende Investitionsentscheidung für GGG unter Annahme von einer Kapitalverzinsung für private Investoren von 10% und einem Betrachtungszeitraum von 120 Jahren betriebswirtschaftlich negativ dar (siehe **Abb. 5**).

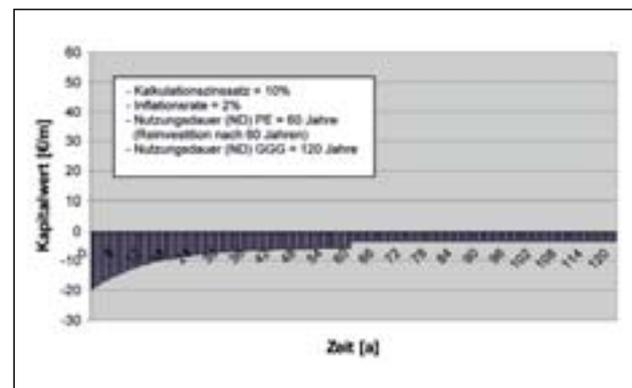


Abbildung 5:
Kapitalwertentwicklung GGG/PE 100

Trotz einer Reinvestitionsmaßnahme bei PE 100 nach der Hälfte der Betrachtungsperiode bleibt der Kapitalwert am Ende der Nutzungsdauer von GGG unter null. Aufgrund der Diskontierung ist bei einem Kapitalwert von ca. - 4 Euro/m auch in weiterer Zukunft nicht mit einer Amortisation von GGG gegenüber PE zu rechnen.

Ein konträres Bild ergibt sich aus der Berechnung des Kapitalwertes unter Annahme eines Kalkulationszinssatzes von 5 % (Finanzkondition der öffentlichen Hand) (siehe **Abb. 6**).

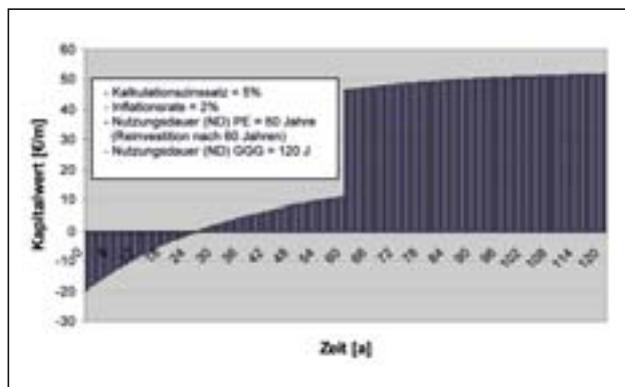


Abbildung 6:
Kapitalwertentwicklung GGG/PE 100

Bei dieser Variante ist die anfängliche Kapitalwertdifferenz einschließlich der nötigen Kapitalverzinsung bereits nach 25 Jahren zurückgeflossen. Am Ende der Betrachtungsperiode von 120 Jahren beträgt der Kapitalwert > 50 Euro/m. Die Investitionsentscheidung für GGG ist somit gegenüber der Alternative mit dem Rohrwerkstoff PE als wirtschaftlich vorteilhaft zu werten.

4.3 Interne Zinsfußmethode

Die Ermittlung der Rentabilität einer Investition erfolgt mithilfe der Anwendung der Internen-Zinsfußmethode. Bei dieser Methode wird genau der Zinssatz i^* ermittelt, bei dem der Kapitalwert C_0 gleich null ist, d.h. $C_0(i = i^*) = 0$.

Der interne Zinsfuß i^* wird mittels Interpolation in einem iterativen Prozess berechnet nach der Gleichung 03:

Es sei $i_1 < i_2$ mit $C_{01}(i=i_1) > 0$ und $C_{02}(i=i_2) < 0$, dann ist:

$$i^* = i_1 - C_{01} \frac{i_2 - i_1}{C_{02} - C_{01}} \quad (\text{Gleichung 03})$$

Das Kriterium für die Vorteilhaftigkeit ist gegeben, wenn der interne Zinsfuß über dem Kalkulationszinssatz liegt, $i^* > i$.

Für das hier untersuchte Szenarium ergibt sich nach Auswertung der Zahlenreihen ein Interner Zinssatz von $i^* = 9,05\%$. Verglichen mit dem Kalkulationszinssatz stellt sich eine entspre-

chende Investition mit GGG nur bei Betreibern der öffentlichen Hand als rentabel dar ($i^* > i$; $9,05\% > 5\%$). Bei einer privaten Investition mit einer Kapitalverzinsung von 10% hingegen ist die Investition finanzmathematisch betrachtet als nicht rentabel zu werten ($i^* < i$; $9,05\% < 10\%$).

4.4 Lebenswegkosten

Das Problem der Restwertbewertung am Ende einer Investitionsperiode, das sich bei Werkstoffen mit einem ungeraden Nutzungsdauer Verhältnis darstellt, wird im folgenden durch werkstoffspezifische Lebenswegkostenbetrachtungen gelöst. Ein entsprechendes Bild ergibt sich aus den Umfrageergebnissen des IRO aus dem Jahr 2004. Demnach liegt die durchschnittliche erwartete Nutzungsdauer von Rohren aus GGG bei 100 Jahren und bei PE 100 bei 70 Jahren (vgl. Kap. 3.2).

Zunächst werden bei diesem Rechenverfahren in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzungsperiode werkstoffspezifische Zahlungsreihen gebildet. Entsprechende jährlich anfallende Kosten sind der Aufstellung in **Tabelle 1** zu entnehmen (siehe Kap. 3.1).

Aus jährlichen Kosten wird jeweils der Gegenwartswert (Barwert) gebildet, wobei die Summe aller Barwerte die gesamten Lebenswegkosten des jeweilig untersuchten Werkstoffes darstellt.

Finanzmathematisch ist es mithilfe der Annuitätsmethode möglich, die Lebenswegkosten – bezogen auf den Zeitpunkt der Investition – gleichmäßig auf die einzelnen Jahre innerhalb der Nutzungsdauer zu verteilen („verrenten“). Hierzu wird der so genannte Rentenbarwertfaktor nach Gleichung 4 benötigt.

$$RBF_n^i = \frac{(1+i)^t - 1}{i \times (1+i)^t} \quad (\text{Gleichung 04})$$

Die Umrechnung der Lebenskosten in uniforme (gleich große) jährliche Zahlungen (Annuität) erfolgt mit Gleichung 05:

$$A = \frac{C_0}{RBF_n^i} \quad (\text{Gleichung 05})$$

Die so ermittelten werkstoffspezifischen Annuitäten (jährlichen Zahlungen) sind in Bezug auf die Investitionsentscheidung zu vergleichen.

Tabelle 2:

Ausgabenannuitäten in Abhängigkeit vom Werkstoff und Kalkulationszinssatz

Werkstoff Kalkulationszinssatz	PE (ND = 70 Jahre) Annuität [Euro/m*a]	GGG (ND = 100 Jahre) Annuität [Euro/m*a]
5%	11,28	11,28
10%	21,85	22,39

Für die in der vorliegenden Studie untersuchten Werkstoffe ergibt sich in Abhängigkeit von den o. g. Nutzungsdauern sowie unter Berücksichtigung des Kalkulationszinssatzes folgendes Bild (siehe **Tabelle 2**). Demnach verhalten sich die jährlichen Ausgaben (Annuitäten) bei beiden Werkstoffen nahezu identisch. Eine Aussage darüber, welcher der beiden Rohrwerkstoffe unter den genannten Bedingungen wirtschaftlicher ist, kann nur mit der Bewertung nicht monetärer Faktoren (z. B. mithilfe einer Nutzwertanalyse) generiert werden.

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen (GGG) gegenüber Polyethylen (PE) unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer zeigen deutlich die Bedeutung des Kalkulationszinssatzes auf die Investitionsentscheidung. Gleichzeitig unterstreichen sie die Anwendung weiterer Instrumente aus der Betriebswirtschaftslehre bei Investitionsentscheidungen.

Unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer bei PE 100 von 60 Jahren und bei GGG von 120 Jahren ist eine Investition in GGG gegenüber PE 100 für Rohrnetzbetreiber der öffentlichen Hand wirtschaftlich vorteilhaft. Allein durch die vermiedenen jährlichen Ausgaben hat sich der anfängliche Mehrinvest bei GGG nach 25 Jahren gegenüber PE 100 amortisiert.

Entsprechend stellt sich die Investitionsalternative in GGG rentabel dar. Der ermittelte interne Zinsfuß von 9,05 % liegt hier deutlich über dem Kalkulationszinssatz von 5 %.

Anders stellt sich jedoch die Betrachtungsvariante aus privatwirtschaftlicher Sicht dar. Unter Verwendung eines Kalkulationszinssatzes von 10 % bleibt der Kapitalwert unter null. Da der interne Zinsfuß mit 9,05 % unter dem Kalkulationszinssatz (10 %) liegt, ist der Mehrinvest in GGG als nicht wirtschaftlich vorteilhaft zu werten.

Ein relativ ausgeglichenes Verhältnis stellt sich unabhängig vom Kalkulationszinssatz bei den periodisierten Lebenswegkosten dar. Hier wurden die in der Studie des iro aus dem Jahr 2004 erhobenen und von den Betreibern erwarteten Nutzungsdauern der jeweiligen Rohrwerkstoffe zugrunde gelegt. Demzufolge liegen die jährlichen Lebenswegkosten bei beiden Rohrwerkstoffen etwa gleich auf.

Bei derartigen Ergebnissen sind weitere betriebswirtschaftliche Untersuchungen sinnvoll. Hier könnten beispielsweise in einer zusätzlichen Nutzwertanalyse nicht monetäre Faktoren und somit mögliche technische Unterschiede eine betriebsspezifische Berücksichtigung finden.

Oldenburg, 26.06.06

6 Literaturverzeichnis

- [1] Institut für Rohrleitungsbau in Oldenburg (iro) „Bericht: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Rohrleitungen“, 08.12.2004
- [2] DVGW Hinweis W 401 „Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserrohrnetzen“, September 1997
- [3] Sattler, R.: „Unternehmerisch denken lernen“, 2. Auflage, München 2003
- [4] Ländergemeinschaft Wasser „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)“, 7. Auflage, Berlin 2005

Autoren

Prof. Dipl.-Ing. Thomas Wegener
 Dipl.-Ing. Mike Böge
 Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg (iro)
 Ofener Straße 18
 26121 Oldenburg
 Telefon: +49441 3610390
 E-Mail: info@iro-online.de

Moderne Wasserversorgung – natürlich mit Gussrohren!

Von Peter Barthel

1 Einleitung

Der Einsatz von Gussrohren gehörte über viele Jahrzehnte zu den Selbstverständlichkeiten im Alltagsgeschäft eines Wasserversorgers. Mittlerweile sind eine Vielzahl anderer Rohrarten am Markt etabliert und konkurrieren unübersehbar gegeneinander.

Der Zwang zu Einsparungen verleitet hierbei manchen Versorger, nicht mehr das allgemein als bewährt geltende Gussrohr einzusetzen, sondern andere, vermeintlich „billigere“ Rohrarten. Aber Vorsicht: an der Qualität der Rohrleitung sollte keinesfalls gespart werden. Das sind wir unseren nachfolgenden Generationen schuldig. Wirklich gravierende Einsparungen werden durch eine aktive, kostenbewusste Planung erzielt. Vor diesem Hintergrund soll im folgenden Erfahrungsbericht der alltägliche, kostengünstige Einsatz von Gussrohren in Planung und Bau dargestellt werden.

2 Die Stadtwerke Haan und ihr Einzugsbereich

Die Stadtwerke Haan GmbH versorgen seit mehr als 100 Jahren mittlerweile mehr als 30.000 Einwohner zuverlässig mit Gas und Wasser.

Haan gilt als besonders reizvoller Wohnort am Rande des Bergischen Landes, zwischen den Großstädten Wuppertal, Solingen und Hilden, unweit von Düsseldorf. Vor allem viele junge Familien finden hier ein geradezu ideales Wohnumfeld. Die Kommune fördert dies nach Kräften und weist zahlreiche neue Wohnbaugebiete aus. Mit seiner lebendigen Altstadt, den Fachwerkhäusern mit der typischen Schieferverkleidung (**Bild 1**), einfülsam verjüngt, mit vielen Grünanlagen und reichlichem Straßenbaumbestand führt Haan seit mehr als 100 Jahren den Beinamen „Gartenstadt“.



Bild 1:
Malerische Altstadt von Haan

Eine der Aufgabenstellungen der Stadtwerke im Jahr 2006 war die versorgungstechnische Einbindung des in den 70er-Jahren eingemeindeten Ortsteiles Gruiten. Die dortige kleine Brunnenanlage war nicht mehr ergiebig genug und lieferte zudem sehr kalkhaltiges Wasser.

Nach Prüfung der Kosten zur Erweiterung der Anlage mit erforderlicher Aufbereitung zur Enthärtung wurde entschieden, die vorhandene Wassergewinnung aufzugeben und stattdessen den Ortsteil Gruiten in die Wasserversorgung des übrigen Stadtgebietes zu integrieren.

Voraussetzung hierfür war u. A. der Bau einer ca. 380 m langen Hauptleitung DN 200 im östlichen Bereich der Bundesstrasse 228. Die Straße verläuft S-förmig und zudem ansteigend (**Bild 2**).



Bild 2:
Trassenverlauf am Rande der B 228

3 Kostensenkungspotential durch Maßnahmen-Ranking

Die Ausnutzung von Kostensenkungspotentialen beginnt schon bei der Wichtung von Rohrbaumaßnahmen für die Jahresfinanzplanung im stetigen Abgleich mit einer mittel- und langfristigen Rohrnetzplanung. Grundsätzlich sollten vor einer Entscheidung über Neubau, Erneuerung oder Sanierung bei einer Investition möglichst zwei oder mehr Begründungen zu übereinstimmenden Ergebnissen führen. Hierdurch lässt sich der Nutzen maximieren, und die Kosten werden durch aktive Kooperationen minimiert.

Hauptkriterium ist allgemein der Handlungsbedarf durch die Zustandbewertung einer Altleitung gemäß DVGW-Regelwerk.

Weitere Übereinstimmungen, die so genannten Konvergenzkriterien, für die Wichtung sind demnach z. B.:

- **Handlungsbedarf durch festgestellte systematische Mängel;** (Systemfehler in der Verbindungstechnik, Einbaufehler, mangelnder Innen- bzw. Außenkorrosionsschutz, Bettungsfehler). Auf eine solche „Merkliste der rohrleitungsgeschichtlichen Irrtümer“ gehören z.B. PVC-Gasrohre mit geklebten Muffenverbindungen, AZ-Rohre, versprödete PE-Rohre der ersten Generation, innen- und/oder außen bituminierte Stahlrohre für den Trinkwassertransport, grabenlos eingebaute PE-Rohre ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen.
- **Analytische Erfordernisse;** sie sind nach Dringlichkeit zu unterscheiden, z.B. Verbesserung der Löschwasserbereitstellung aufgrund entsprechender Konzessionsvereinbarungen, Rohrnetzopti-

mierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Versorgungsstruktur bei Verringerung des Energieaufwandes.

- **Erschließungsplanungen für Gewerbe- und Wohnbaugebiete;** hier ist ein permanenter Dialog mit Stadtplanungs- und Wirtschaftsförderungsämtern erforderlich.
- **Abgleich mit Straßenneubau- und -erneuerungsmaßnahmen der entsprechenden Baulastträger;**
- **Abstimmung mit anderen erdgebundenen Leitungsbetreibern** (Kanal, Elektrizität, Telefon, TV usw.).

4 Das Beispiel aus der Praxis

Die einzubauende Wasserleitung sollte das Reststück einer ca. 85 Jahre alten Gussrohrleitung DN 125 ersetzen. Diese Leitung versorgte das am östlichen Stadtrand gelegene stark expandierende Wohnsiedlungsgebiet „Teichkamp“ bereits an seiner Leistungsgrenze und sollte nunmehr in ihrem kompletten Verlauf als zweite, redundante Einspeisung DN 200 für den Ortsteil „Gruiten“ dienen.

4.1 Einsparpotential durch richtige Trassenwahl

Cirka 80 % der Gesamtbaukosten entfallen auf den Tief- und Rohrleitungsbau (**Bild 3**). Das größte Einsparpotential finden wir vor allen Dingen im Tiefbau, wenn die Planung mit Energie und Entschlossenheit durchgeführt wird.

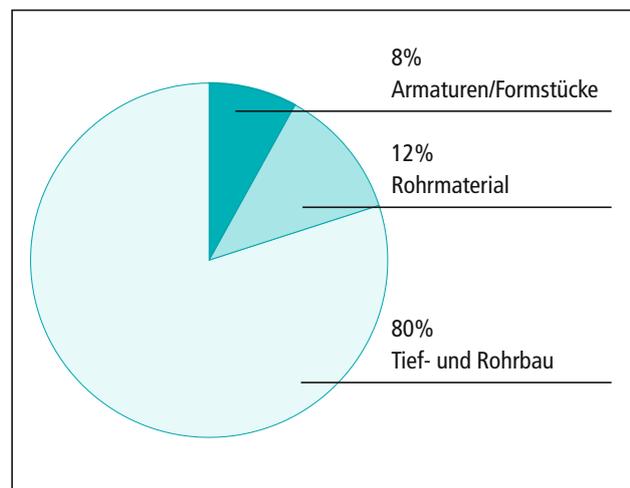


Bild 3:
Verteilung von Material- und Tiefbaukosten

Für die Trassenwahl müssen Präferenzen festgelegt werden:

- Nicht die Straße mit ihrer teuren Oberfläche, sondern der Gehweg (alternativ der unbefestigte Grünstreifen) ist idealerweise „unsere“ Leitungstrasse
- Alte Rohrtrassen sollen möglichst weiter genutzt werden. Sie „gehören“ uns bereits gemäß Konzessionsvertrag; sie liegen in der Regel in Gehwegen und Grünstreifen.
- Die Trassenerkundung durch Querschläge und Planeinholung zeigt leider häufig eine Überbauung unserer Leitungen durch fremde Kabel- und Leitungsbetreiber an (**Bild 4**).

An dieser Stelle resignieren viele Planer und weichen freiwillig in die teure Fahrbahn aus. Der Rechtsbruch wird auf diese Weise sogar noch durch den Geschädigten sanktioniert. Verkehrte Welt: es ist notwendig, dieser Entwicklung frühzeitig entgegen zu steuern. Die Überbauung von Versorgungsleitungen ist und bleibt grundsätzlich unzulässig!

Unsere Leitungen, vor allem im Geltungsbe- reich des Konzessionsvertrages, müssen jederzeit zugänglich sein. Der Konzessionsgeber räumt uns dieses Recht als Garant ausdrücklich ein. Wir haben vor einigen Jahren damit begon- nen, unsere Rechte im Vorfeld von Baumaßnah- men zu reklamieren. Dies verlief zunächst nicht ohne ärgerliche Konfrontationen zwischen uns und den fremden Kabelbetreibern. Der Erfolg blieb jedoch nicht aus. Überbaute Kabel oder vereinzelt auch Straßenlaternen wurden letzt- lich verschwenkt oder gar gelegentlich erneuert, anteilige Erdbaukosten übernommen.

Aus der anfänglichen Konfrontation entwickelt sich allmählich eine Kooperation. Als hilfreich hat sich die Anrufung des kommunalen Justi- tiars, aber auch des Energiebeirates erwiesen.



Bild 4:
Von Kabeln überbaute Rohrleitung

Die besprochene Wasserleitung DN 200 wurde auf der „alten“ Rohrtrasse, überwiegend im Bereich des Gehweges bzw. im Grünstreifen errichtet (**Bild 5**). Die etwa zur Hälfte der Gesamtrohrstrecke vorgefundenen Stromkabel wurden durch den Betreiber nach Abschalt- ung neu gebettet oder in von uns in Abspra- che gelegten Schutzrohren erneuert. Zwei Straßenlaternen wurden zudem von unserer Rohrtrasse entfernt und neu gesetzt. Auf diese Weise brauchten nur etwa 20 von insgesamt 380 m der Rohrleitung in der Bundesstraße verlegt werden. Früher hätte uns die Suche nach einer „freien“ Rohrtrasse stets in die teure Straßen- fahrbahn getrieben, als wir den „Problemen“ aus dem Wege gehen wollten.

4.2 Einsparpotential Einbautiefe

Durch Verringerung der Rohrdeckung von 1,25 m auf 1,0 m lassen sich weitere, erhebliche Kosten sparen. Die Nutzung vorhandener Trassen gestattet in der Regel eine Überbauung der alten, etwa 1,5 m tief liegenden Rohrleitungen. Weniger die Frostgefahr als vielmehr der Abbau von Bruchspannungen veranlasste unsere Vor- fahren, ihre Rohrleitungen so tief zu legen. Das milde Klima der Rheinischen Bucht und der Einsatz von Rohren mit hohem Arbeitsvermö- gen und hochwertigen flexiblen Verbindungen ermöglichen hingegen Rohrdeckungen bis zu 0,9 m.

4.3 Einsparpotential bei Formstücken und Armaturen

Mit der Einführung der flanschenlosen Ver- bindungen konnten die Gesamtkosten für Beschaffung und Einbau von Formstücken und Armaturen um ca. 20 % gesenkt werden. Schieber und Hydranten und die zugehörigen Formstücke werden nicht mehr mit Flanschen verbunden,



Bild 5:
Leitungsbau im Gehweg

sondern mit dem Novo-Muffensystem. Muffenformstücke und -armaturen sind geringfügig teurer (und das allein ist schon für manche Konzerneinkäufer eine unüberwindliche Denkbarriere!). Die Ersparnis bei den Einbaukosten ist jedoch erheblich, außerdem entfallen die sonst erforderlichen Flansch-Übergangsformstücke auf andere Werkstoffe.

Mit Systemverbindungen des Typs Novo lassen sich dauerhafte und zugfeste Verbindungen mit allen bestehenden älteren und aktuellen Rohrarten herstellen. Einbindungen und Erneuerungen von Absperrarmaturen und ganzen Schieberkreuzen in den vorhandenen Rohrbestand lassen sich damit mühelos realisieren.

4.4 Einsparpotential beim Rohrleitungsbau

Auch wir setzen naturgemäß verschiedene Rohrleitungsarten ein. Das Gasmitteldrucknetz wird mit geschweißten Stahlrohren ausgeführt. Es wird demnächst kathodisch geschützt. Für Hausanschluss- und Versorgungsleitungen bis einschließlich DN 100 verwenden wir Rohre aus PEHD, aber der Aufwand hierfür ist hoch: Das Risiko von Fehlschweißungen ist seit vielen Jahren letztlich immer noch erheblich.

Vor kurzem sah ich auf einer Dienstreise eine soeben geschweißte PE-Elektromuffenverbindung. Das eine Rohrende saß auffällig schief verkantet in der Muffe. Ich sprach den „Schweißer“ auf sein Werk hin an. Er entgegnete genervt, dass die Verkantung ihm sehr wohl bewusst sei, er werde diese durch „Nachschweißen“ natürlich wieder korrigieren. – Nachschweißen? sah ich ihn ungläubig an. Und fast mitleidig erklärte mir der Gute den aus seiner Sicht aktuellen Stand der PE-Schweißtechnik, das sei jetzt zulässig und ich sollte mal die entsprechenden Herstellerinformationen richtig durchlesen etc.

Wie gesagt, der Aufwand für die Qualitätssicherung ist hoch: Durch die Ausbildung unseres Baubeauftragten zur PE-Schweißaufsichtsperson konnten wir die Qualitätsüberwachung immerhin verbessern.

Anders die Gussrohrtechnik: hier stimmen Theorie und Praxis überein. Der Monteur hat bei der Herstellung der Rohrverbindung keinen maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis mehr. Die Dichtheit und die Zugfestigkeit der Rohrverbindung ergeben sich durch das geniale TYTON®-Prinzip von selbst. Nach dem Einlegen von Dicht- und Halteringen wird nur noch gesteckt. Im Eiltempo bei jedem Wetter.

Aber halt: In manchen TYTON® Einbauanleitungen ist (immer noch) der Fetttopf (Sinnbild der 50er-Jahre?) abgebildet, aus dem der Monteur Pinsel schwingend die Dichtfläche in der Muffe einfettet.

Heute wird selbstverständlich Gleitmittel direkt aus der Tube aufgetragen. Die Gussrohrleitung bedankt sich mit einem hervorragenden Desinfektionsergebnis.

5 Ergebnis und Schlussbetrachtung

Die Wasserleitung DN 200 wurde mit Rohren aus duktilem Gusseisen mit PE-Umhüllung nach DIN EN 14628 und Novo SIT®-Verbindungen auf ganzer Strecke zugfest hergestellt. Schieberkreuze, Streckenschieber und -hydranten wurden außen und innen voll emailliert, mit Novo SIT®-Steckmuffen-Verbindung integriert. Parallel zur Gussrohrleitung wurde zur Synergienutzung eine neue Gasleitung $d_a = 160$ mm mitgelegt (**Bild 6**). Die spezifischen Baukosten konnten trotz doppelten Leitungsbaus in klassischer Sandbettung mit Bodenaustausch und aufwendiger Etagenquerung einer Bachunterführung auf deutlich weniger als 500 Euro je lfd. m gehalten werden. Im laufenden Jahr 2007 wird der Kreis Mettmann die neue 1,7 km lange Ortsumgehungsstraße K 20n errichten. Wir sind frühzeitig in die Planung einbezogen worden und werden selbstverständlich die sich bietenden Synergien nutzen. Natürlich mit Gussrohren.



Bild 6:
Gemeinsamer Einbau der Leitung DN 200 GGG - PEU mit der Gasleitung

Autor

Dipl.-Ing. Peter Barthel
Stadtwerke Haan GmbH
Leichlinger Straße
242781 Haan
Telefon: +492129 9354-0
E-Mail: barthel@stadtwerke-haan.de

Duktile Gussrohre aktuell wie eh und je

Von Birgit Hannemann und Lutz Rau

1 Einleitung

Die vorangegangenen Ausgaben der GUSS-ROHR-TECHNIK sind der Leserschaft möglicherweise dafür im Gedächtnis, dass besonders anspruchsvolle und schwierige Baumaßnahmen beschrieben worden sind. Projekte mit grabenlosen Bauverfahren, großen Nennweiten, hohen Druckstufen, steilen Gebirgsstrecken, langen Trassen, schlechtesten Baugrundverhältnissen etc. wurden durch verantwortungsbewusste Auftraggeber und Netzbetreiber immer wieder mit Rohren aus duktilem Gusseisen bewältigt.

Was kann man jedoch über die alltäglichen Leitungsbauprojekte eines Wasserversorgers mit den kleinen Nennweiten schreiben? Kann man davon spektakuläre Bilder liefern? Kleine Baugrube, kleiner Bagger, zwei Leute, keine großen Straßensperrungen, mal ein Knotenpunkt mit T-Stück und Armaturen, das Übliche eben.

Aber sollte das, was sich im großen Rahmen unter Extrembedingungen bewährt hat, sich als sicher und wirtschaftlich erwiesen hat, nicht auch für den alltäglichen Einsatzfall nutzen lassen? Ist das Denken bei Investitionen über große Zeiträume von 100 Jahren und mehr nicht mehr zeitgemäß? Sind das Vertrauen und die Berücksichtigung von hohen Sicherheitsreserven fahrlässig? Ist der Einsatz voll recycelbarer Werkstoffe berücksichtigenswert? Muss man Hellseher sein, wenn man in seinem Netz den Feuerlöschbedarf und hohe Häuser in 50 Jahren zumindest aus den Augenwinkeln betrachtet?

Kann oder soll man sich einen hohen Standard noch leisten? Was ist uns „Das Lebensmittel Nr. 1 – TRINKWASSER“ wert?

Die Antwort auf diese Fragen kann je nach technischer oder ökonomischer Wichtung unterschiedlich ausfallen, das Ergebnis bleibt jedoch über die Investitionszeiträume und die erwünschten Nutzungsdauern trotzdem ähnlich: Rohre aus duktilem Gusseisen werden dabei immer gut abschneiden!

2 Praxis jetzt

Südwestlich Berlins ist die „Mittelmärkische Wasser und Abwasser GmbH“ in Kleinmachnow als Betreiber- und Betriebsführungsgesellschaft für mehrere Verbände tätig. Seit 1994 stellt die MWA die störungsfreie Ver- und Entsorgung der Zweckverbände „Der Teltow“ und des Zweckverbandes „Mittelgraben“ sicher. Im Einzugsgebiet leben ca. 72.000 Einwohner. Das sind heute 25.000 Menschen mehr als bei der Gründung der MWA 1994.

Die Struktur der Verbandsgebiete ist überwiegend durch dörfliche Siedlungen und Kleinstädte charakterisiert. Durch kommunale Erschließungsmaßnahmen, Eigeninvestitionen und kontinuierlich durchgeführte Instandsetzungsmaßnahmen wurden in den letzten Jahren große Leitungsabschnitte neu gebaut bzw. erneuert, womit der Anschlussgrad und die Versorgungssicherheit der Bürger weiter verbessert werden konnte. So wurde im Durchschnitt der Anschlussgrad an die Kanalisation von unter 50 % auf 85 % bis 97 % und im Trinkwasserbereich von teilweise unter 70 % auf 97 bis 99 % angehoben.

Dabei sind die Preise für Trink- und Abwasser stabil geblieben, teilweise konnten sie sogar leicht gesenkt werden.

3 Vorbereitung der Baumaßnahmen

Gewissenhafte Planung und Bauvorbereitung unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und der Dringlichkeit der Maßnahmen entscheiden über die Wirtschaftlichkeit der Investitionen. Hierbei sind die Erfahrungen des Netzbetreibers und die Forderung nach langer Nutzungsdauer der Systeme von großer Bedeutung.

Folgende Kriterien beeinflussen i. A. Auswahl und Reihenfolge von Investitionen:

- Ausbau der Straßen
- Druckverhältnisse im Netz
- Alter einzelner Netzabschnitte
- Wasserverbrauch infolge der Bevölkerungsentwicklung

In den letzten zehn Jahren hat der so genannte „Speckgürtel“ Berlins einen enormen Bevölkerungszuwachs erlebt. Es mussten marode, teilweise seit 100 Jahren im Dauerbetrieb befindliche Leitungen ausgewechselt werden, zum Teil mit nur noch einem Drittel des ursprünglichen freien Leitungsquerschnitts (**Bild 1**). Am Anfang des 20. Jahrhunderts stand noch keine Zementmörtel-Auskleidung als Innenschutz zur Verfügung. Auch die Wasserqualitäten entsprachen in den vorangegangenen Betriebsjahrzehnten nicht immer den heutigen Anforderungen.



Bild 1:
Altes Graugussrohr
mit Inkrustationen

Die MWA baut nicht nur duktile Gussrohre ein. Für Planer, Hersteller, Lieferanten und Baubetriebe ist das „Technische Regelwerk (2006)“ verbindlich. Es beschreibt alle zugelassenen Materialien.

Jeder einzelne Anwendungsfall wird gewissenhaft geprüft. Hierbei werden die Anforderungen an Schubsicherungssysteme, Mindestdruckstufen und Korrosionsschutz gemäß den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ festgelegt.

Eine wichtige Forderung betrifft die Diffusionsdichtheit der Trinkwasserleitungen. Sie hat zur Folge, dass in bestimmten Böden mit dem Risiko einer Kontamination durch Kohlenwasserstoffe normale Kunststoffrohre nicht eingesetzt werden dürfen. Bei einer Entscheidung für Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen zählen

- Sicherheitsreserven gegenüber statischen Belastungen von außen
- Sicherheitsreserven gegenüber Beanspruchungen aus Innendruck
- Robustheit der Rohre
- Bis 5° abwinkelbare Muffenverbindungen
- zugfeste Verbindungssysteme von Rohren und Formstücken

zu den gewichtigsten Argumenten. Diese Eigenschaften ermöglichen kurze Bauzeiten und flexible, weitgehend wetterunabhängige Bauabläufe.

Ein Auftrag von Zink oder Zink/Aluminium mit blauer Deckbeschichtung verleiht den Rohren einen optimalen Schutz. Mit einer Nutzungsdauer von mindesten 100 Jahren kann gerechnet werden. Unter diesem Blickwinkel verliert der Rohrpreis an Bedeutung, weil niedrige Einbaukosten und vor allem eine lange, reparaturfreie Nutzungsphase die Gesamtkosten bestimmen.

In den letzten Jahren fiel deswegen sehr häufig die Entscheidung auch im kleinen und mittleren Nennweitenbereich zugunsten duktiler Gussrohre. So wurden im Jahre 2006 bei mehreren Maßnahmen ca. 2.500 m Gussrohre der Nennweiten DN 80 bis 200 eingebaut.

Nach der Planung durch externe Büros wird die Maßnahme öffentlich ausgeschrieben und das Material parallel dazu bei präqualifizierten Tiefbaufachhändlern angefragt. Sie bieten mit ihrem Angebot zertifizierter Produkte Gewähr für eine hohe und gleich bleibende Qualität. Zusätzlich steuert der Handel während der Baudurchführung den Warenverkehr und beeinflusst damit entscheidend die Kosten und damit die Wirtschaftlichkeit.

Auf Grund der guten Erfahrungen bedient sich die MWA der Läger des Fachhandels (**Bilder 2 und 3**) und kann so die eigene Materialwirtschaft kostengünstig auf das notwendige Maß reduzieren. Nach Abruf durch den Bauunternehmer werden je nach Bauablauf die Materialien umgehend für einen reibungslosen Bauablauf bereitgestellt.

Bild 2:
Rohrlager des Tiefbauhandels



Bild 4:
Duktile Gussrohre im Heidefeld

Bild 3:
Formstücke auf dem Lager



Bild 5:
Kurzfristig umgetauschte Rohre mit ZMU für den HDD-Einbau

4 Ein Beispiel

In Kleinmachnow wurden in der Straße „Heidefeld“ 640 m Trinkwasserrohre DN 200 eingebaut (**Bild 4**). Auf Grund unvorhergesehener Hindernisse durch Leitungen anderer Rechtsträger und wegen der intakten Straßendecke entschied man sich kurzfristig, bei zwei jeweils 60 m langen Teilstrecken das Horizontal-Spülbohrverfahren einzusetzen. Für dieses Verfahren sind Rohre mit Zementmörtel-Umhüllung und formschlüssige zugfeste Verbindungen erforderlich. Zum Service gehörten der Umtausch der Rohre (**Bild 5**) sowie die Lieferung des passenden Einbauwerkzeuges und des Zugkopfes. Die Verbindung mit dem Standardrohr ist unkompliziert, weil die in DIN 28603 genormte TYTON®-Verbindung Basis aller Schubsicherungssysteme ist. So kann man mit duktilen Gussrohren in kürzester Frist verschiedene Bauverfahren und Anwendungsfälle flexibel ausführen. Auch die Übergänge zu anderen Systemen sind schnell und problemlos zu schaffen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass nicht am Material gespart werden sollte, wenn man Kosten sparen will. So kann man den wachsenden Ansprüchen bei künftig steigendem Bedarf an Trinkwasser und Löschwasser mit erwiesener Wirtschaftlichkeit gerecht werden.

Nicht unerwähnt bleiben sollte, dass im September 2006 das Technische Sicherheitsmanagement (TSM) der MWA als erstem wasserwirtschaftlichen Unternehmen Brandenburgs durch die DWA zertifiziert wurde. Außerdem gehört MWA zu den 470 durch den DVGW zertifizierten Wasserversorgern von insgesamt

ca. 6.500 bundesweit. Dies ist der Ausweis einer hohen Verantwortung der Mittelmärkische Wasser und Abwasser GmbH gegenüber dem Lebensmittel Trinkwasser und dem Kunden. Stabile Wasserpreise, ein solides Verteilungsnetz und eine verantwortungsbewusste Erneuerungsrate schließen die üblicherweise als teuer angesehenen Rohre aus duktilem Gusseisen im Netz nicht aus!

Gewissenhafte, dem „Lebensmittel Nr. 1 – Trinkwasser“ verpflichtete Versorger schätzen die Vorteile duktiler Gussrohre in allen Nennweiten und entscheiden sich für die Wirtschaftlichkeit.

Autoren

Dipl.-Kauffrau/Betriebswirtin
Birgit Hannemann
Mittelmärkische Wasser und Abwasser GmbH
Fahrenheitstraße 1
14532 Kleinmachnow
Telefon: +4933203 345-190
E-Mail: b.hannemann@mwa-gmbh.de

Lutz Rau
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Verkaufsbüro Berlin
Telefon: +4930 64849070
E-Mail: lutz.rau@guss.buderus.de

Horizontal-Spülbohren und Einpflügen

Ringschluss einer Trinkwasserleitung auf dem Hochplateau von Köngen

Von Günter Naujoks

1 Einleitung

Köngen bei Stuttgart mit heute fast 10.000 Einwohnern zählt zu den ältesten Ansiedlungen in der Region Mittlerer Neckar. Von den Wohngruben aus der Jungsteinzeit über die Kelten, Römer und Alemannen reichen die Zeugnisse einer über viertausendjährigen Besiedlung. Das Römerkastell Grinario mit großen Reitstallungen wurde um 90 n. Chr. errichtet. Auch heute gibt es in der Köngener Umgebung zahlreiche Reiterhöfe. Zufall? Das können wir an dieser Stelle mit Sicherheit nicht klären; denn Zeitgeschichte ist nicht unser Thema, sondern es geht um den Ringschluss einer Trinkwasserleitung genau in dieser Gegend – auf dem Hochplateau von Köngen rund um die Rot-, Erlen-, Birken- und Kempflerhöfe.

2 Planung und Ausführung

Die Gemeinde Köngen setzt seit mehr als 100 Jahren Gussrohre für ihre Trinkwasserleitungen ein und verfügt damit über beste Erfahrungen. Deshalb beauftragt sie das Ing. Büro RBS – Wave GmbH, Stuttgart, mit der Planung und Ausschreibung des Einbaues duktiler Gussrohre in offener Bauweise.

Ein Sondervorschlag der Firma Coburger Tief- und Leitungsbau, die Leitung in geschlossener Bauweise einzubauen, wies einen Preisvorteil von rund 10 % aus. So ging der Zuschlag an das Coburger Unternehmen. Das erst 2004 gegründete Unternehmen, das aus einer mittelständischen Hoch- und Tiefbaufirma hervorging, ist eine Niederlassung der ELTEL Networks Communications GmbH aus Westhausen. Das Leistungsspektrum reicht von der Verlegung von 20 kV-, Niederspannungs-, Tele-

kommunikations- und LWL-Kabeln, über den Bau von Trinkwasser- und Abwasserleitungen, die Montage der Leitungen und Kabel bis zur Installation von Trinkwasser- und Abwasserleitungsschächten. Dabei sind Rohrflug- und Fräseinsätze ebenso selbstverständlich wie Einsätze der HDD-Spülbohrtechnik (HDD = horizontal directional drilling) und der Press- und Räumbohrtechnik.

Der Sondervorschlag hatte für die betroffenen Anlieger den Vorteil kurzer Bauzeiten und geringer Flurschäden. Die Trasse verläuft längs der Wiesen- und Feldränder, aber auch unter asphaltierten Wirtschaftswegen und Hofzufahrten. Ferner wurden sieben Hausanschlüsse im horizontalen Spülbohrverfahren und im Bodenverdrängungsverfahren mit der Grundomat-Erdrakete erneuert. Die fünf vorhandenen Hausanschlussschächte wurden ebenfalls durch neue Schachtbauwerke ersetzt.

Insgesamt wurden 1.260 m Rohre DN 150 aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 mit Zementmörtel-Umhüllung nach prEN 15542 wie folgt eingebaut:

- 900 m im Raketenspülbohrverfahren
- 140 m im horizontalen Spülbohrverfahren und
- 220 m in konventioneller offener Bauweise

Zusätzlich war eine Stichleitung aus duktilen Gussrohren DN 200 mit Zementmörtel-Umhüllung mit einer Gesamtlänge von 445 m zu legen, die größtenteils im horizontalen Spülbohrverfahren in vier Einzelabschnitten zwischen 72 m und 119 m realisiert wurde. Die Einbautiefe liegt zwischen 1,40 m und 1,60 m.

3 Einbauverfahren

Die Kombination mehrerer grabenloser Einbautechniken in einer Trasse ist relativ selten. So wurde die Kombination des Einpflügens mit dem HDD-Verfahren beim Bau einer 5 km langen Trinkwasserleitung durch das Wattenmeer zu einer Hallig angewandt.

Levacher berichtet über eine Kombination von Berstlining und Spülbohrverfahren [1].

Mit der Kombination des Pflügens und des Spülbohrens mit Rohren aus duktilem Gusseisen leisteten die Gemeinde Köngen und RBS-Wave GmbH in Zusammenarbeit mit der Coburger Tief- und Leitungsbau wieder einmal Pionierarbeit. Beide Verfahren ergänzten sich optimal. Im offenen Gelände ist der Pflug im Vorteil, während bei Unterquerungen jeder Art, Anbindungen etc. die HDD-Technik ihre Stärken ausspielt.



Bild 1:
Ausgelegter Rohrstrang
vor dem Einpflügen



Bild 2:
Die Pflugarbeiten wurden
von der Firma Frank
Föckersperger, Erlangen,
mit ihrem Raketepflug
durchgeführt.

3.1 GW 324 Fräs- und Pflugverfahren

Beim Einpflügen stellt der Pflug mit dem „Pflugschwert“ als Verdrängungskörper ausreichend Platz für den einzuziehenden Rohrstrang her (**Bilder 1 und 2**). Verfahrensbedingt entsteht dadurch temporär ein Schlitz und eine leichte Aufwölbung des Erdreiches über der Trasse, die anschließend mit einem Bagger wieder eingeebnet und rückgängig gemacht wird [2].

3.2 GW 321 Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren

Beim HDD-Einsatz wurde die Bohranlage Grundodrill 13 X (Hersteller: Tracto-Technik) eingesetzt. Wegen der gelenkigen Muffenverbindungen wurde der Bohrkanaal nach der Pilotbohrung in fünf Aufweitstufen bis auf 350 mm Durchmesser vergrößert.



Bild 3:
Rampe mit zwei Rohren



Bild 4:
Zugkopf

Der bindige Lehmboden begünstigte den reibungslosen und hindernisfreien Einzug der Leitung in die standfeste Bohrung.

Mit ihrem minimalen Kurvenradius von 115 m können duktile Gussrohre nicht nur sohl- und achsgleich, sondern auch als Polygonzug eingezogen werden. Das ausführende Unternehmen Coburger Tief- und Leitungsbau nutzte die Möglichkeit der gelenkigen Verbindungen und führte jeweils zwei Rohre auf einer Montagerampe mit einem einzugsfähigen Neigungswinkel in den Graben ein (**Bilder 3 und 4**). Die Verbindungen wurden auf dieser Rampe quasi unter Werksattbedingungen montiert, wodurch das Handling erleichtert und das Risiko eines Schmutzeintrags in die Leitung minimiert wurde.

Die Maßnahme wurde zur vollsten Zufriedenheit aller Beteiligten innerhalb kürzester Zeit abgeschlossen.

Literatur

- [1] Levacher, R.: Erneuerung einer Verbindungsleitung DN 400 zwischen zwei Wasserwerken im Berstlining- und Spülbohrverfahren
GUSSROHRTECHNIK 40(2006), S. 17
- [2] Haupt, M.; Lehner, K. und Rühl, R.: Einbau duktiler Gussrohre DN 200 mittels Raketenpflugverfahren
GUSSROHRTECHNIK 35(2000), S. 9

Autor

Günter Naujoks
Postfach 4020
57356 Lennestadt
Telefon: +492723 808-130
E-Mail: guenter.naujoks@tracto-technik.de

Auftraggeber

Gemeinde Köngen
73257 Köngen

Planung

Ingenieurbüro
RBS – Wave GmbH
Lautenschlagerstraße 21
70173 Stuttgart
Telefon: +49711 28951300
E-Mail: info@rbs-wave.de

Bauausführung

Coburger Tief- und Leitungsbau
Uferstraße 4
96450 Coburg
Telefon: +499561 7492100
E-Mail: co-leitungsbau@eltelnetworks.com

Unterquerung der Flussaue der Zusaam mit Rohren aus duktilem Gusseisen DN 250 im Spülbohrverfahren

Von Sonja Wolter

1 Einleitung

Wertingen, eine Stadt mit ca. 9.000 Einwohnern, liegt am Rande des Donaurieds an der Zusaam, die etwa 10 km weiter nördlich bei Donauwörth in die Donau mündet. Bis zum Jahre 2005 wurde die Stadt durch zwei getrennte Wasserversorgungsanlagen beliefert. Vier Stadtteile mit einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von ca. 180.000 m³/a besaßen eine eigenständige Wasserversorgungsanlage (WVA Gottmannshofen). Diese Anlage war jedoch nicht mehr leistungsfähig und betriebssicher genug, um die Trink-, Betriebs- und Löschwasserbereitstellung für die angeschlossenen Verbraucher sicher zu stellen. Ein Notverbund zur Wasserversorgung Wertingen existiert nicht.

Es gab nun zwei Lösungsansätze zur Sanierung der Wasserversorgung Gottmannshofen. Einerseits konnte ein neuer leistungsfähiger Brunnen gebohrt werden, der allein den Jahresverbrauch sicherstellt. Dabei wäre jedoch auf jeden Fall noch ein Notverbund mit der Wasserversorgung Wertingen notwendig gewesen, um bei Ausfall des Brunnens die Versorgung trotzdem zu sichern. Deshalb entschied man sich für die zweite Variante, die Wasserversorgung Gottmannshofen komplett über eine Verbindungsleitung an das Wertinger Netz anzuschließen.

2 Projektüberblick

Geplant war nun, vom Hochbehälter Wertingen eine Verbindungsleitung mit einer Gesamtlänge von ca. 2.400 m zum Stadtteil Geratshofen zu bauen. In Geratshofen musste ein Hebepumpwerk errichtet werden, das dann aus dem Geratshofener Wasserleitungsnetz den Hochbehälter Gottmannshofen befüllt, aus dem die

Stadtteile Gottmannshofen, Reatshofen und Bliensbach wie bisher versorgt werden. Die Trasse der Verbindungsleitung musste aufgrund mangelnder Alternativen relativ geradlinig durch die Zusamaue bis nach Geratshofen gelegt werden (**Bild 1**). Auf dieser Trasse ergaben sich einige Hindernisse in Form von Straßen- und Gewässerquerungen. Im Zuge der Planung wurde festgelegt, diese Hindernisse in fünf Abschnitten von 50 bis 620 m Länge mit dem Spülbohrverfahren zu unterqueren. Insgesamt wurden ca. 1.000 m im Spülbohrverfahren eingebaut.



Bild 1:
Übersichtsplan



Bild 2:
TIS-K-Muffe vor der Montage



Bild 3:
Montage der Verbindung mit Montagegerät

Die längste Strecke von 620 m diente der Unterfahung der Zusa einschließlich ihrer Auen. Die Länge dieses Abschnitts war erforderlich, um die Wiesen und Felder in der Zusa nicht unnötig zu schädigen. Das Grundwasser steht hier teilweise schon bei 1 m unter GOK, was einen Einbau in offener Bauweise einerseits erheblich erschwert und andererseits einen nicht vertretbaren Flurschaden hervorgerufen hätte. Weitere Hindernisse stellten die Drainagegräben dar, mit denen diese nassen Bereiche überhaupt nutzbar gemacht worden waren.

3 Materialwahl

Da bei einem Ausfall dieser Verbindungsleitung bis zur Reparatur vier Stadtteile ohne Trinkwasserversorgung wären, hat sich der Auftraggeber, die Stadt Wertingen, bei diesem Projekt für die sicherste Lösung entschieden, dem Einbau von Rohren aus duktilem Gusseisen DN 250 mit Zementmörtel-Auskleidung. Für die Wahl des Rohraußenschutzes wurde der Boden vor allem im Bereich der Zusa auf seine Aggressivität überprüft. Es wurden spezifische Bodenwiderstandsmessungen nach dem Wenner-Verfahren durchgeführt und die topographischen Gegebenheiten visuell beurteilt.

In den Bereichen mit offener Bauweise wurde das Rohrsystem nach DIN EN 545 der Klasse 40 ohne Sandbettung eingebaut. Dieses Rohr besitzt einen Zink-Aluminium-Überzug mit einer Flächenauflage von 400 g/m². Durch den Zusatz von Aluminium zum bewährten Zink-Überzug wird die Umwandlung der zinkreichen Phasen verlangsamt und dadurch die Dauer und der Anwendungsbereich des Schutzes erweitert.

Auf den Strecken mit offener Bauweise werden sandige und tonige Böden erwartet. Auf eine Sandbettung und -deckung kann daher verzichtet werden.

Für die Druckstufe der Leitung war PN 10 ausreichend. In den längskraftschlüssigen Bereichen wurde daher die Muffenverbindung TYTON-SIT PLUS[®] verwendet. In den übrigen Bereichen reichte die Muffenverbindung TYTON[®] aus.

Für die Abschnitte, die mittels Horizontal-spülbohrverfahren eingebaut wurden, sind Muffenrohre mit längskraftschlüssiger Muffenverbindung TIS-K (**Bilder 2 und 3**) verwendet worden. Diese Muffenverbindungen können nach DVGW-Arbeitsblatt GW 321 maximal mit 308 kN Zugkraft belastet werden, womit sich beim Einzug im Horizontal-Spülbohrverfahren lange Streckenabschnitte herstellen lassen.

Im Vorfeld wurden zur Festlegung des Rohrmaterials für den Einbau im Horizontal-Spülbohrverfahren Rohre aus duktilem Gusseisen und HD-PE in die engere Wahl gezogen und untersucht. Voraussetzung für einen störungsfreien Ablauf ist zunächst die genaue Baugrunderkundung und die richtige Wahl des Längsschnittes.

Bei der Betrachtung des Einbauverfahrens ergeben sich die größten Vorteile für die duktilen Gussrohre, weil sie im Rohreinzeleinzug den geringsten Platz an der Montageseite beanspruchen. Die Verbindungsmontage der einzelnen Rohre während des Einzuges auf der Montagerampe ist deutlich weniger aufwändig als das Auslegen und Verschweißen langer Rohrstränge aus HD-PE.



Bild 4:
Einzelrohrmontage auf der Arbeitsrampe



Bild 5:
Verbindungsschutz mit Gummimanschette und Blechkonus

Ein weiterer Vorteil der Verbindungsmontage beim Rohreinzelzug auf der Montagerampe besteht darin, dass die Arbeiten unter trinkwasserhygienisch optimalen Bedingungen, so zu sagen unter Werkstattbedingungen, ausgeführt werden können (**Bild 4**).

Gerade bei Flussdükierungen, bei denen bekanntlich große Einbautiefen erreicht werden, muss auf die Langlebigkeit der Rohre besonderes Augenmerk gelegt werden. In diesem Fall liegt die Leitung ca. 8 m unter der Flusssohle der Zusam. Die Wahrscheinlichkeit, dass irgendwann einmal Arbeiten am Rohr aufgrund von Undichtigkeiten oder ähnlichem durchgeführt werden müssen, wurde durch die Wahl des duktilen Gussrohres erheblich minimiert. Als Außenschutz der Rohre wurde entsprechend GW 321 eine Umhüllung aus Zementmörtel nach prEN 15542 gewählt. Zur Vermeidung eines Schmutzeintrages in die Verbindungen wurden Gummimanschetten mit einem Blechkonus als mechanischem Schutz verwendet (**Bild 5**).

Für die Einbindungen an den Hochbehälter Wertingen, in das Geratshofener Netz und diverse Armaturen und Hausanschlüsse wurden Absperrschieber DN 80-125, sowie vier Absperrklappen DN 250 eingebaut. Die Stadt Wertingen legt bei Armaturen besonderen Wert auf lange Lebensdauer und Funktionssicherheit. Selbstverständlich müssen diese Bauteile den Anforderungen der gültigen Normen entsprechen. Unter anderem drücken die Anforderungen der DIN EN 593, 1171 und 12266 diesen hohen Standard aus, um nur einige zu nennen.

Durch die konstruktive Gestaltung, wie doppeltexzentrische Lagerung, CrNi-Sitzwerkstoff und Epoxidharz-Pulverbeschichtung mit GSK-Standard ergeben sich Vorteile hinsichtlich Hydraulik und Langlebigkeit.

4 Untersuchungen vor Beginn der Baumaßnahme

Zur Vorbereitung der Spülbohrung in der Zusamaue wurde der vorhandene Baugrund untersucht. Zur Analyse des Schichtenaufbaus im Bereich der Trasse wurden einige Sondierbohrungen bis zu 5 m Tiefe niedergebracht. Dabei wurde bei einigen Bohrungen in ca. 4 m Tiefe ein Übergang von Kies zum Tertiär gefunden. Da bei einer Horizontal-Spülbohrung im Tertiär ein stabilerer Bohrkanal und somit auch eine größere Sicherheit beim Einzug des Rohres erreicht werden kann, wurden zusätzlich zu den Bohrungen geoelektrische Messungen durchgeführt.

Die geoelektrischen Messungen wurden in einer Wenneraufstellung mit einem Elektrodenabstand von 2 m durchgeführt. Gemessen werden die Spannung und die Stromstärke zwischen den Elektroden. Daraus lässt sich der scheinbare spezifische Widerstand des Untergrundes ermitteln. Durch Vergleich der gemessenen Werte mit den berechneten Modellwerten werden die Widerstands- und Mächtigkeitsverhältnisse des Schichtenaufbaus bestimmt. So konnte der Verlauf der Grenze zwischen Kies und Tertiär im Bereich der Trasse exakt ermittelt werden. Das Ergebnis der geoelektrischen

Messungen wurde nochmals durch zwei Sondierbohrungen auf beiden Seiten der Zusan bis zu einer Tiefe von 7 m überprüft und bestätigt. Aufgrund dieser Untersuchungen empfahl sich für die Horizontal-Spülbohrung die Wahl einer Einbautiefe unterhalb von 6 m bzw. unterhalb der Kiesschichten. Besonderes Augenmerk musste dann auf die Durchquerung der Kiesschicht im Bereich der Start- und Zielgruben gelegt werden.

5 Durchführung der Horizontal-Spülbohrung

Die Bohranlage wurde nördlich der Zusan aufgestellt, um zunächst die Aue und dann im letzten Drittel den kritischeren Bereich unter der Zusan zu queren (**Bild 6**). Für einen sicheren und reibungslosen Einzug ist ein guter Spülungsfluss unerlässlich. Da es wegen der zu Beginn der Pilotbohrung aufgetretenen Ausbläser nicht sicher war, ob der Bohrkanal bei den Aufweitschritten bis zum Einzug des Rohrstranges ausreichend stabilisiert und abgedichtet werden konnte, um den permanenten Spülungsfluss auch während des Rohreinzuges sicher zu stellen, wurde die 620 m lange Teilstrecke in zwei Abschnitte unterteilt. In beiden Abschnitten erreichten die Einzugskräfte Werte von lediglich 50 kN.

Für den Einzug der Gussrohre wurde an der Ziehgrube eine Montagerampe (**Bild 7**) aufgestellt, auf der die Rohre während der Einzugsphase montiert werden konnten. Die Rampe hatte eine Länge von 12 m und bestand aus Schwerlastrollen, die auf Stahlträgern montiert



Bild 6:
Aufstellung der Bohranlage

waren. Durch Holzkonstruktionen konnte die Neigung der Rampe auf den jeweiligen Austrittswinkel der Bohrung eingestellt werden.

Bei beiden Abschnitten wurde der Bohrkanal in vier Schritten auf 600 mm hergestellt. Nach der gesteuerten Pilotbohrung (**Bild 8**) wurde er mit zwei weiteren Werkzeugen (**Bilder 9 und 10**) aufgeweitet, bevor mit der letzten Aufweitung der Rohrstrang folgte (**Bild 11**). Dadurch sollten Schwierigkeiten beim Durchqueren der Kiesschichten während des Rohreinzuges minimiert werden. Jeder einzelne Aufweitschritt konnte nur mit sehr geringer Ziehgeschwindigkeit durchgeführt werden. Der Bohrkanal hat



Bild 7:
Montagerampe



Bild 8:
Werkzeug für Pilotbohrung



Bild 9:
Erste Aufweitung



Bild 10:
Zweite Aufweitestufe



Bild 11:
Letzte Aufweitestufe mit Rohreinzug

sich aber bis zum Ende der Aufweitvorgänge so gut stabilisiert, dass die anfangs aufgetretenen Ausbläser nicht mehr aktiv waren. Auch der Spülungsrückfluss war permanent gegeben. Die Rohre sollten möglichst ohne Stillstandzeiten eingezogen werden. Da die Gestänge der Bohranlage 3 m lang waren und die Gussrohre eine Länge von 6 m aufweisen, blieb genug Zeit, um während der Zugphase und des Gestängewechsels die TIS-K-Verbindung der Rohre herzustellen. Der Einzug brauchte wegen der Verbindungsmontage nicht unterbrochen zu werden.

Die Stadt Wertingen verspricht sich einen dauerhaften und problemfreien Betrieb der neuen Verbindungsleitung.

Autorin

Dipl.-Ing. (FH) Sonja Wolter
Ingenieurbüro Boden und Wasser
Telefon: +49170 2328020

Bauherr

Stadt Wertingen
Manfred Fischer
Schulstraße 12
86637 Wertingen
Telefon: +49151 14707266

Planung, Bauleitung

Ingenieurbüro Boden und Wasser
Sonja Wolter
St.-Martin-Straße 11
86551 Aichach

Baugrunduntersuchungen

GAIA Geotechnik, Schwabmünchen

Bauausführung

Ochs Rohrleitungsbau
Olaf Rauschenbach
Schieräckerstraße 32
90431 Nürnberg
Telefon: +49163 3243086

WMZ Bohrtechnik GmbH & Co. KG
Erwin Zinz
Wittislinger Straße 7
89415 Lauingen
Telefon: +499072 92188-0

Hopf Rohrleitungsbau GmbH
Stefan Hopf
Leonhart-Rucker-Straße 9
86179 Augsburg
Telefon: +49821 4448-590

Einbau duktiler Gussrohre DN 250 mit dem Berstlining-Verfahren in Nähe der Burg Rabenstein bei Chemnitz

Von Karin Klemm und Wolfgang Rink

1 Einleitung

Der Zweckverband Fernwasser Südsachsen versorgt über die regionalen Versorgungsunternehmen ca. 1,3 Millionen Einwohner des Regierungsbezirkes Chemnitz mit Trinkwasser. Er entnimmt aus zwölf Talsperren mit einem Gesamtstauvolumen von 125 Mio. m³ Rohwasser für neun Wasserwerke. In diesen Wasserwerken wurden im Jahre 2006 ca. 53 Mio. m³ Wasser aufbereitet und über ein weit reichendes Verbundnetz von rund 500 km Länge an die regionalen Versorgungsunternehmen abgegeben.

Nordwestlich von Chemnitz, in der Nähe der Burg Rabenstein und des gleichnamigen Ortschafts, verläuft vom Pumpwerk Weißer Stein zum Wasserbehälter Totenstein eine Trinkwasserleitung DN 250. Diese wurde in den fünfziger Jahren mit Rohren aus Asbestzement errichtet. In der Nähe des Beginnes der Leitungstrasse, am

Pumpwerk Weißer Stein, liegt die romantische Burg Rabenstein (**Bild 1**). Die Leitungstrasse verläuft von dort entlang der „Totensteinstraße“ durch den Rabensteiner Wald. Damit befindet sie sich in einem Landschaftsschutz- und stark frequentierten Ausflugsgebiet (**Bild 2**). Vom Plateau am Totenstein an ist die Totensteinstraße für den öffentlichen Fahrverkehr gesperrt. Sie wird jedoch durch Fußgänger und Radfahrer genutzt. Während der Baumaßnahme musste diese Nutzung uneingeschränkt aufrechterhalten werden.

2 Planung

Eine zunehmende Zahl von Schäden (Rohrbrüchen) gab den Anlass, über eine Sanierung bzw. Erneuerung der Asbestzement-Leitung DN 250 nachzudenken. Am Ende der Überlegungen wurde beschlossen, die Leitung durch



Bild 1:
Burg Rabenstein



Bild 2:
Übersichtsplan mit Leitungstrasse



Bild 3:
Verbindung



Bild 4:
Richtungsänderung im offenen Rohrgraben

ein grabenloses Einbauverfahren mit Rohren aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 [1] zu erneuern. Aufgrund der örtlichen Randbedingungen wurde das Berstlining-Verfahren nach DVGW-Merkblatt GW 323 [2] gewählt. Gegenüber dem Verfahren einer trassengleichen Erneuerung im offenen Rohrgraben zeichnet sich das Berstlining-Verfahren durch deutliche wirtschaftliche Vorteile aus, weil der Aufwand für den Ausbau der Asbestzement-Rohre und für die Wiederherstellung der Straßenoberfläche entfällt.

Bei der Entscheidung zum Rohrmaterial fiel die Wahl auf Rohre aus duktilem Gusseisen mit der längskraftschlüssigen TYTON®-BLS-Steckmuffen-Verbindung (**Bild 3**). Der Außenschutz der Rohre besteht aus einer Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach prEN 15542 [3]. Dieser Außenschutz besitzt eine hohe Festigkeit und ist mechanisch hoch belastbar. Hinzu kommt die Schutzwirkung der Zinkauflage unter dem Zementmörtel, welche im unwahrscheinlichen Fall einer durchgehenden Verletzung das Eisen aktiv schützt.

Die Entscheidung für diesen Rohrwerkstoff fiel vor allem deswegen, weil er von den üblichen Rohrwerkstoffen zum Bau von Trinkwasserleitungen die größten Sicherheitsreserven gegenüber den unvorhersehbaren und nicht kontrollierbaren Belastungen der grabenlosen Einbauverfahren aufweist. Längsriefen in der Zementmörtel-Umhüllung oder Punktauflagerungen haben keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit und Nutzungsdauer der Leitung, wie dies bei Rohren aus Kunststoff der Fall sein kann.

3 Bauausführung

Die Gesamtlänge der zu erneuernden Leitung beträgt ca. 1.500 m. Sie wurde in zwei Abschnitte unterteilt. Vor Baubeginn musste für jeden Abschnitt jeweils eine Notversorgung DN 200 eingerichtet werden. An drei Richtungsänderungen wurden Baugruben eingerichtet, von welchen zwei als Maschinen- bzw. Montagegruben genutzt werden konnten. Insgesamt wurden ca. 100 m in konventioneller Bauweise bei offenem Rohrgraben eingebaut (**Bild 4**).

Darüber hinaus wurden zwei Baugruben zum Einbau von zwei Be- und Entlüftungseinrichtungen sowie zweier Entleerungen angelegt (**Bild 5**). Diese Baugruben wurden ebenfalls als Maschinen- bzw. Montagegruben genutzt. Im Schnitt waren die Maschinen- bzw. Montagegruben in einen Abstand von ca. 120 m angeordnet (**Bild 6**).

Zum Bersten der Asbestzement-Rohre und zum Einziehen der neuen Leitung wurde eine Anlage Fabrikat Tracto-Technik mit einer Zugkraft von 125 kN eingesetzt. Die höchste Zugkraft wurde mit 105 kN gemessen. Das DVGW-Merkblatt GW 323 lässt für die längskraftschlüssige TYTON®-BLS-Steckmuffen-Verbindung DN 250 bei geradlinigem Trassenverlauf in Verbindung mit der Rohrwanddickenklasse K9 eine maximale Zugkraft von 358 kN zu. Die Verbindungen wurden mit einer Kombination aus elastischen Manschetten und Blechkonen geschützt. Die durchschnittliche Tageseinbauleistung betrug bis ca. 120 m.

In den Zwischenbaugruben wurden die Leitungsenden mittels U-Stücken mit der längskraftschlüssigen TYTON®-BLS-Verbindung verbunden.



Bild 5:
Abzweig zur Belüftung



Bild 6:
Absenken eines Rohres in die Montagegrube

4 Abschließende Bemerkung

Die positiven Erfahrungen mit der geschilderten Methode haben den Auftraggeber dazu bewogen, im nächsten Jahr einen weiteren, noch vorhandenen Teil der Asbestzement-Leitung von nochmals ca. 1.500 m Länge mit dem gleichen Verfahren zu erneuern.

Literaturhinweise

- [1] DIN EN 545,
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen, Anforderungen und Prüfverfahren
- [2] DVGW-Merkblatt GW 323,
Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining, Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung – Merkblatt
- [3] prEN 15542,
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung – Anforderungen und Prüfverfahren

Autoren

Dipl.-Ing. Karin Klemm
Südsachsen Wasser GmbH
Theresenstraße 13
09111 Chemnitz
Telefon: +49371 3806871

Wolfgang Rink
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar
Telefon: +496441 492923
E-Mail: wolfgang.rink@guss.buderus.de

Bauausführung

Kurt Kanal- und Rohrtechnik GmbH
Schulstraße 25
09125 Chemnitz
Telefon: +49371 400454

Erneuerung der Quellwasserleitung der Stadt Staufen mit duktilen Gussrohren im Berstlining-Verfahren

Von Christoph Heine

1 Allgemein

Vom Rande des südlichen Schwarzwaldes, eingebettet in die Weinberge des Markgräflerlandes, blickt die Burg Staufen über das Rheintal auf die Vogesenkette. Die Perle des nördlichen Markgräflerlandes bietet eine Vielzahl von Sehenswürdigkeiten sowie viele Veranstaltungen kultureller Art.

Die Stadt Staufen erneuert seit einigen Jahren in verschiedenen Teilabschnitten ihre Quellwasserleitung, welche aus dem Quellgebiet des Belchens durch das Münstertal nach Staufen verläuft. Die Quellleitung wurde 1901 gebaut und besteht aus Grauguss in der Dimension DN 125. Sie ist ca. 11 km lang und fördert durchschnittlich ca. 14 l/s zum Hochbehälter Süßtrunk oberhalb der Stadt Staufen.

Die Leitung wird erneuert, um die hydraulische Leistungsfähigkeit auch in Hinblick auf den geplanten Hochbehälter Bühl im oberen Münstertal zu steigern, damit zum einen das Quellwasserangebot komplett ausgeschöpft werden kann und zum anderen am Übergabehälter Laisacker die Möglichkeit entsteht, auch Wasser aus dem Netz der Gemeinde Münstertal in die Quellwasserleitung einzuspeisen.

2 Planung, Material- und Verfahrenswahl

Die bestehende Leitungsstrasse zwischen den Münstertäler Ortsteilen Laisacker und Dietzelbach führt durch hochsensible landwirtschaftliche Flächen (Feuchtwiesen) und Biotope, die gem. § 24 a (Naturschutzgesetz) geschützt sind. Die Trassenwahl fiel auf den bisherigen und ursprünglichen Trassenverlauf der Quellleitung, weil die ungünstigen Randbedingungen bei

den anderen Trassenvarianten (Bebauung, Verkehrsflächen, viele Hoch- und Tiefpunkte) das Projekt erheblich verteuert hätten.

Das grabenlose Berstlining-Verfahren (**Bild 1**) wurde gewählt, weil dadurch weder die genannten landwirtschaftlichen Flächen noch Flora und Fauna in den Biotopen beeinträchtigt wurden. Somit konnten auch schon vorab Schadenersatzansprüche der Landwirte (teilweise Biolandbetriebe) ausgeschlossen werden. Zudem wurden bei diesem grabenlosen Rohreinbauprodukt keine Ausgleichsmaßnahmen von der Naturschutzbehörde gefordert.

Insgesamt waren die ökologischen Vorteile des Berstlining-Verfahrens nach DVGW-Merkblatt GW 323 bereits im Vorfeld der Maßnahme abzusehen:

- Weniger Lärmemission
 - Kein Deponievolumen für Aushubmaterial
 - Weniger Fahrzeugbewegungen
 - Schonung der regionalen Sand-/Kiesressourcen
 - Schonung der Flächen im Trassenverlauf
- Hinzu kamen juristische Vorteile: die seit 1901 bestehenden Grunddienstbarkeiten blieben unangetastet.

Bei den bisher erneuerten Teilabschnitten waren mit dem System von Rohren aus duktilem Guss-eisen DN 150 nach DIN EN 545 mit Zementmörtel-Umhüllung, PFA = 16 bar, gute Erfahrungen gesammelt worden. So gab es für das Berstlining-Verfahren, bei welchem der Rohrstrang mit den scharfkantigen Scherben der Altleitung in innigen Kontakt kommen kann, erst recht keine angemessene Werkstoffalternative. Zur Übertragung der erforderlichen Zugkraft wurde das längskraftschlüssige Rohrverbindungssystem TIS-K (**Bild 2**) anstelle der üblichen

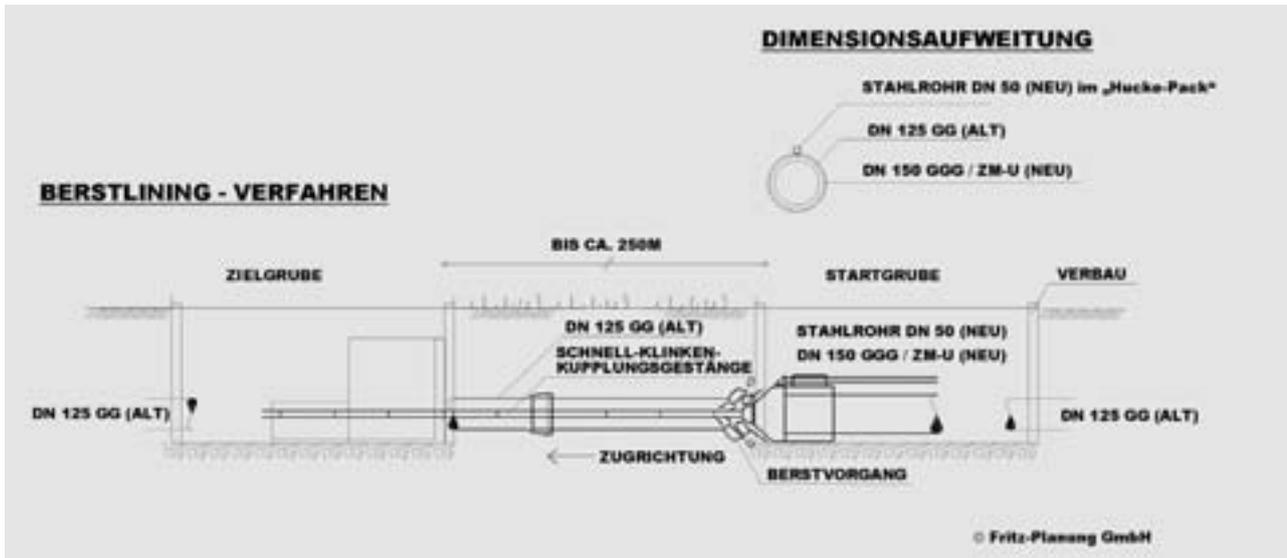


Bild 1:
Skizze Dimensionsaufweitung und Berstlining-Verfahren

TYTON®-Verbindung gewählt. Von besonderer Bedeutung ist der mechanisch robuste Außenschutz, der die Rohre vor den Bruchstücken der Altröhre und evtl. scharfkantigen Steinen optimal schützt. Die rohrbautechnische Machbarkeit wurde im Vorfeld der Maßnahme detailliert mit dem Betreiber, dem Rohrhersteller und den Planungsingenieuren besprochen. Dabei wurden die Vorgaben des Auftraggebers mit den vorhandenen Randbedingungen und dem technisch Machbaren in Einklang gebracht.

Zudem wurden die wesentlichen Fragen und Vorgaben intensiv geprüft:

1. Ist eine Aufweitung von DN 125 auf DN 150 mit dem Berstlining möglich?
Beim statischen Berstlining ist das Einziehen bei gleichzeitigem Aufweiten um eine Nennweitenstufe bereits Stand der Technik [1].
2. Sind Einzelzuglängen von bis zu 250 m möglich?
Bisher waren Objekte mit Einzelabschnittslängen von über 200 m bei gleichzeitiger Dimensionsaufweitung weder dem Rohrhersteller noch den Systemlieferanten bekannt.
Nach kritischer Abwägung des Einflusses der vorhandenen Böden (Klasse 2–3), der zulässigen Zugkräfte der längskraftschlüssigen Verbindung TIS-K entsprechend DVGW-Merkblatt GW 323 sowie der Leistung der Einziehmaschine konnte auch der längste Teilabschnitt von 250 m zur Unterquerung einer Biotopfläche in die Planung mit aufgenommen werden.

Um eine Überschreitung der zul. Zugkräfte nach DVGW-Merkblatt GW 323 zu verhindern, wurden die auf das Neurohr wirkenden Zugkräfte mit dem Zugkraftmesssystem „GRUNDOLOG“ der Firma Tracto-Technik gemessen und protokolliert.

3. Kann beim Berstlining ein Steuerkabel mit eingezogen werden?
Die Verlegung des Steuerkabels in offener Bauweise oder durch ein separates Einpflügen schied von vorneherein aus. Somit war hier eine innovative Lösung gefordert. Nach eingehender Prüfung und Beratung wurde vom planenden Ingenieurbüro ein so genanntes „Huckepack-Verfahren“ (**Bild 3**) vorgeschlagen, bei dem ein verzinktes Stahlrohr DN 50 mit einer Schellenkonstruktion am einzuziehenden GGG-Rohr befestigt wird.

Dies bedeutet für die Berstlining-Maschine, dass Kräfte für folgende gleichzeitig ablaufende Vorgänge aufzubringen sind:

1. Bersten des Altröhres DN 125
2. Aufweiten des Einzugskanals und seitliches Verdrängen der Altröhrescherben in den Baugrund
3. Überwinden der Reibungswiderstände der Neuleitung und des daran fixierten Leerrohres.

Hierfür musste das Schnell-Klinken-Kuppelungsgestänge (**Bild 4**) für Zugkräfte von bis zu 800 kN ausgelegt sein.



Bild 2:
Montage der Schutzmanschette
vor der Rohreinführung



Bild 4:
Schnell-Klinken-Kupplungsgestänge beim Einziehen
in das zu berstende Altrrohr DN 125 GG
vor der Rohreinführung



Bild 3:
Einziehen des zement-
mörtelummüllten
GGG-Rohres zusammen
mit einem Stahlrohr im
„Huckepack-Verfahren“
vor der Montage



Bild 5:
Einziehmaschine
(Tracto-Technik,
Grundoborst 800)
in der Frostperiode vor
dem Einsatz.

Das Steuerkabel sollte nach Fertigstellung der Leitung im Einblasverfahren in das Stahl-Leerrohr eingebracht werden, was sich dann in der Praxis auch problemlos durchführen ließ.

3 Ausschreibung

Nach Klärung aller Vorgaben und offenen Fragen und nachdem sich die Machbarkeit erwiesen hatte, wurde im Oktober 2005 eine öffentliche Ausschreibung nach VOB/A heraus gegeben. Elf Bieter aus dem gesamten Bundesgebiet gaben ein Angebot ab. Das Submissionsergebnis entsprach der Kostenberechnung, und somit ging der Auftrag an den günstigsten Bieter, die Fa. Heine – Rohrbau GmbH aus Langenhessen (bei Zwickau), die für das Berstlining-Verfahren mit dem Grundoborst 800 arbeitete (**Bild 5**).

4 Ausführung

Die Arbeiten wurden von Januar bis März 2006 unter widrigsten Wetterbedingungen, Schneelagen von bis zu 50 cm und Temperaturen bis zu -20 C° ausgeführt. Mit nur einer Woche Terminverzug konnte im März 2006 der neue Leitungsabschnitt in Betrieb genommen werden.

Dabei hatte sich die vorab nur auf theoretischen Überlegungen beruhende Machbarkeit in der Praxis bestätigt. Lediglich das Verfahren zum Verbinden der Stahl-Leerrohre wurde im Zuge der Bauabwicklung geändert. Die zu Beginn gewählte Schraubverbindung wurde durch eine Schweißverbindung abgelöst, weil damit die Einzugskräfte sicherer zu übertragen waren.

5 Zusammenfassung

Dank Fachkompetenz, Engagement und Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten konnte das Projekt nach den terminlichen, wirtschaftlichen und technischen Vorgaben abgewickelt werden.

An diesem Verfahren und seiner Anwendung besteht zurzeit großes Interesse: das Planungsbüro hatte während der Bauphase zu einem Ortstermin mit Fachvorträgen und Baustellenbesichtigung eingeladen, mehr als 70 Teilnehmer (**Bild 6**) aus der Wasserversorgungsbranche sind dieser Einladung gefolgt.

Diese innovative Technologie zur grabenlosen Leitungserneuerung mit Rohren aus duktilem Guseisen ist als ausgereift anzusehen.



Bild 6:
Über 70 Fachbesucher bei der Informationsveranstaltung am 9. Februar 2006 an der Baustelle im Münstertal

Literatur

- [1] Emmerich, P. und Schmidt, R.:
Erneuerung einer Ortsnetzleitung
im Berstlining-Verfahren
GUSSROHR-TECHNIK 39(2005) S. 16

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Heine
Fritz Planung GmbH

Auftraggeber

Stadt Staufen (Wasserwerk der Stadt Staufen)
Ottmar Riesterer
Hauptstraße 53
79219 Staufen
Telefon: +497633 805-37

Planung

Ingenieurbüro Fritz Planung GmbH,
Niederlassung Freiburg
Fritz Planung GmbH
Christoph Heine
Wöhlerstraße 1-3
79108 Freiburg
Telefon: +49761 50484-0
E-Mail: service@freiburg.fritz-planung.de

Bauausführung

Heine Brunnen- und
Rohrleitungsbaugesellschaft mbH
Gewerbestraße 5
08439 Langenhessen
Telefon: +493761 3587

Kreiswasserwerk Bitburg-Prüm

Von Herbert Reinhard

1 Einleitung

Anfang des 20. Jahrhunderts begann auch in der Eifel die Entwicklung einer zentralen (öffentlichen) Trinkwasserversorgung. Die Zuständigkeit für die Trinkwasserversorgung oblag den Gemeinden. In der Regel bestand die klassische kommunale Wasserversorgungsanlage hierbei aus einer hochgelegenen ortsnahen gemeindlichen Quellfassung, aus der das Wasser im freien Gefälle über eine Rohrleitung in einen Sammelbehälter (Hochbehälter) geleitet wurde. Von diesem wurde das Wasser mit einer Rohrleitung weiter in den Ort transportiert und über ein örtliches Verteilungsnetz an die einzelnen Anwesen und Haushalte abgegeben. An diesem technischen System hat sich bis heute wenig geändert.

Vor allem zwei Aspekte führten dazu, dass sich im Eifelraum von Anfang an Gemeinden zusammenschlossen, um die Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Zum einen gab es Bereiche, in deren Nähe kein geeignetes Grundwasser für den Aufbau einer gemeindlichen Versorgung gefunden wurde. Zum zweiten gab es sehr viele Klein- und Kleinstgemeinden, die aus Kostengründen überhaupt nicht in der Lage waren, eine eigene zentrale Wasserversorgung herzustellen.

So bildeten sich zwischen 1920–30 im nördlichen (Landkreis Prüm) und im südlichen Bereich (Landkreis Bitburg) neben den gemeindlichen Versorgungen die so genannten „Gruppenwasserwerke“, die später, noch vor dem zweiten Weltkrieg, übergangen in die Kreiswasserwerke Prüm und Bitburg. Im Norden waren dies die vier Gruppenwasserwerke Schneifel, Schönecken, Arzfeld und Daleiden mit 22 Gemeinden. Im Süden die drei Werke Lahr mit der

Hochdruckzone Kreuzdorf, das Gaytalwerk (Geichlingen) und Rußdorf mit 51 Gemeinden. Die heute gebräuchlichen Begriffe „Zusammenarbeit und Kooperation“ waren seinerzeit keine Fremdwörter, denn das Wasser für die Gruppe Daleiden des Kreiswasserwerkes Prüm wurde von Lahr aus durch das Kreiswasserwerk Bitburg geliefert.

Der zweite Weltkrieg unterbrach die Weiterentwicklung der öffentlichen Wasserversorgung. Nach ungefähr zehnjähriger Kriegspause wurden die beiden Kreiswasserwerke im Jahre 1948 wieder ins Leben gerufen.

Danach begann ein rasanter Wiederaufbau der Wasserversorgungsanlagen im heutigen Landkreis Bitburg-Prüm. Nach der kommunalen Verwaltungsreform wurden im Jahre 1972 auch die beiden Kreiswasserwerke zum heutigen Kreiswasserwerk Bitburg-Prüm mit Sitz in Prüm zusammengeführt. Erster Werkleiter wurde der bisherige Werkleiter des Kreiswasserwerkes Prüm, Johann-Baptist Hockelmann aus Birresborn. Von 1982–1987 war Philipp Holper aus Prüm Werkleiter. Seit 1987 bekleidet Herbert Reinhard aus Kyllburg dieses Amt.

Eines sei noch erwähnt: Bereits 1954 wurden von beiden Kreiswasserwerken Verträge über Wasserlieferungen an benachbarte Gemeinden in Luxemburg und Belgien geschlossen, um dort die Bevölkerung mit Trinkwasser zu versorgen. Vor allem dieses Beispiel einer grenzübergreifenden Zusammenarbeit, die für unsere kommunalpolitischen Vorgänger anscheinend selbstverständlich war, sollte so manchem heutigen „Kirchturmdenker“ zum Vorbild dienen.

2 Heutige Versorgung

Heute versorgt das Kreiswasserwerk 170 von 235 Ortsgemeinden des Landkreises mit Trinkwasser. Das Versorgungsgebiet beträgt rd. 1.215 km² und umfasst alle Gemeinden der Verbandsgemeinden Arzfeld, Kyllburg, Prüm und Neuerburg sowie 13 Gemeinden der Verbandsgemeinde Bitburg-Land mit insgesamt rd. 55.000 Einwohnern. Zusätzlich wird noch Wasser an elf Gemeinden außerhalb des Landkreises geliefert. Der Jahresverkauf liegt bei ca. 4,0 Mio. m³.

3 Wasserversorgungsanlagen

Das Wasser wird ausschließlich aus natürlichen Grundwasservorkommen gewonnen. Hierzu werden 16 Tiefbrunnen und 19 Quelfassungen betrieben.

Überörtlich wird es über 70 Hochbehälter mit einem Tagesspeichervolumen von 30.000 m³ verteilt. Die Länge der benötigten überörtlichen

Transport- und örtlichen Hauptleitungen beläuft sich auf rd. 1.200 km. Hinzu kommen 470 km Hausanschlussleitungen mit 22.000 eingebauten Wasserzähleinrichtungen. Insgesamt besitzt die Gesamtversorgung 13 Teilwasserwerke (Versorgungsgruppen), die alle miteinander verbunden sind.

4 Transport- und Verteilungsnetz

Das Hauptrohrleitungsnetz besteht zu 78 % (935 km) aus duktilen Gussrohren. Circa 227 km sind Stahl- und 36 km AZ-Leitungen (**Bilder 1 und 2**). Die 470 km Hausanschlussleitungen bestehen fast zu 100 % aus PE-Rohren. Das Längenverhältnis zwischen Hauptleitungen und Anschlussleitungen ist mit 60 : 40 in den letzten Jahren weitestgehend konstant geblieben (**Bild 3**). Die überörtlichen Transportleitungen liegen im Bereich bis DN 400. Die örtlichen Verteilungsnetze weisen in der Regel Dimensionen von DN 80 – DN 150 auf.

Bild 4 enthält die nennweitenabhängigen Netzlängen.

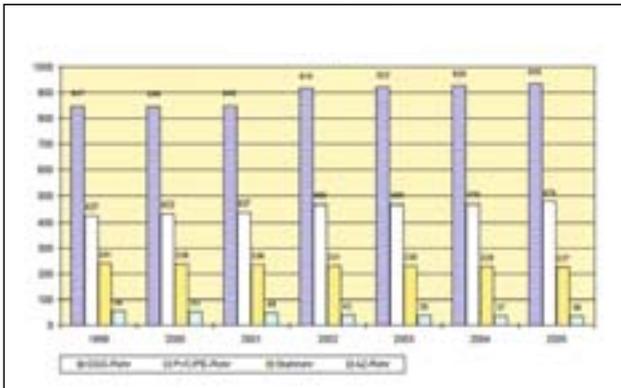


Bild 1:
Werkstoffe im Rohrnetz

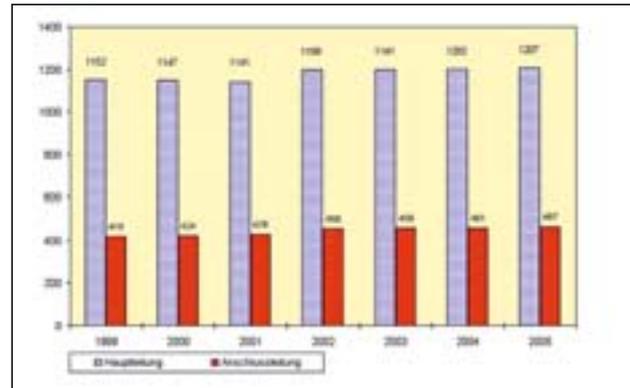


Bild 3:
Haupt- und Anschlussleitungen

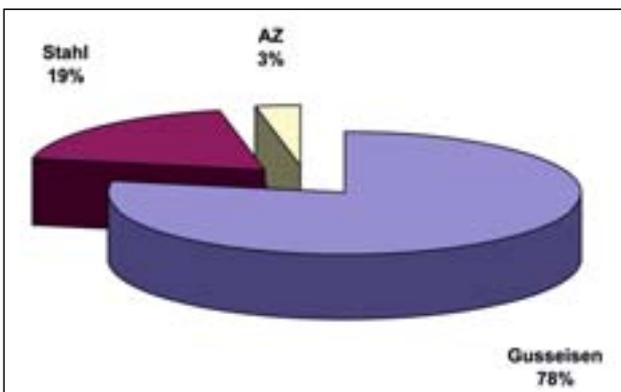


Bild 2:
Materialverteilung

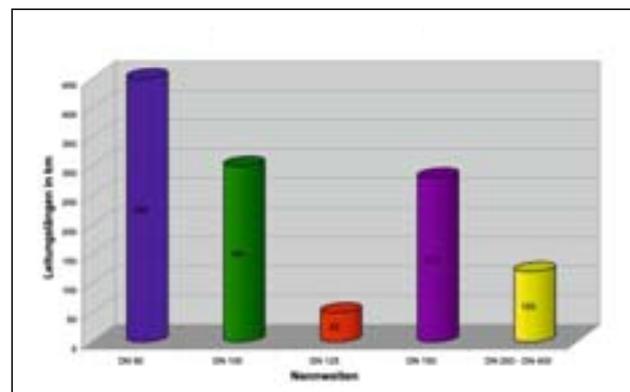


Bild 4:
Transport- und Verteilerleitungen
nennweitenabhängig in km

Tabelle 1:

Anforderungsprofil des Kreiswasserwerkes Bitburg-Prüm an Rohrleitungen und seine Erfüllung durch das duktile Gussrohrsystem

Lfd. Nr.	Hauptkriterium	Einzelkriterien
1	Topographie	<ul style="list-style-type: none">■ Große Höhendifferenzen■ Betriebsdrücke bis 25 bar■ Duktile Gussrohre haben hohe Druckreserven
2	Geologie	<ul style="list-style-type: none">■ Unterschiedliche Bodenverhältnisse: Felsgestein, Kalkstein, Sandstein, Schiefergesteine, Feuchtgebiete, usw.
3	Mechanische Belastbarkeit	<ul style="list-style-type: none">■ Duktile Gussrohre sind robust und unempfindlich gegenüber Druckstellen durch Steine oder Schlagbeanspruchungen. Bettungsmaterialien bis 100 mm Korngröße können eingebaut werden.■ Hohe Längsbiegefestigkeit toleriert Ungenauigkeiten des Auflagers (Bild 5)■ Duktile Gussrohre nehmen hohe statische Belastungen aus Innendruck, Verkehrslasten und Erdauflasten auf
4	Trinkwasserhygiene	<ul style="list-style-type: none">■ Duktile Gussrohre sind diffusionsdicht■ Einbau in kontaminierten Böden (Öl-, Benzin, Abwasser, Gülle usw.) möglich■ Geschmacksneutralität durch mineralische Auskleidung sichergestellt
5	Einbau	<ul style="list-style-type: none">■ Duktile Gussrohre können bei jedem Wetter eingebaut werden, d. h. auch bei Frost, Regen oder an heißen Tagen (Bild 6)■ Einfache und sichere Montage der Steckmuffenverbindungen duktiler Gussrohre und Formstücke■ Homogenes Kompletprogramm aus Rohren, Formstücken und Armaturen (Bild 7)
6	Schadensstatistik	<ul style="list-style-type: none">■ Die DVGW-Schadensstatistik Wasser weist duktile Gussrohre gegenüber den am meisten eingesetzten Rohrmaterialien mit der niedrigsten Schadensrate aus

Die Anwendung von Gussrohren für die Trinkwasserversorgung hat beim Kreiswasserwerk Bitburg-Prüm eine lange Tradition. Gussrohre haben sich hervorragend bewährt, weil innerhalb des Versorgungsgebietes des KWW die unterschiedlichsten Anforderungen an das Rohrmaterial gestellt werden. Die wichtigsten Kriterien sind in der **Tabelle 1** zusammengefasst.

Aufgrund der langen Nutzungsdauer und geringen Schadensrate stellt der Einbau von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen die wirtschaftlichste Lösung für das gesamte Versorgungsnetz des Kreiswasserwerkes dar. Deswegen werden seit 1988 fast ausschließlich duktile Gussrohre als Haupt- und Verteilerleitungen eingesetzt. Jährlich werden zwischen 2,5 und 3,0 Mio. Euro in die Erhaltung, Erweiterung und Erneuerung des Netzes investiert.

5 Zukünftige Entwicklung

Wie die Historie des Kreiswasserwerkes zeigt, waren zur Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung im Kreisgebiet aus den verschiedensten Zwängen heraus schon immer Zusammenarbeit und Kooperationen zwischen den einzelnen Gebietskörperschaften (Ortsgemeinden) erforderlich. Für das Kreiswasserwerk sind die heute teilweise heiß geführten Diskussionen über eine zukünftig geforderte effektivere Zusammenarbeit mit anderen umliegenden Versorgungsträgern daher absolut kein Neuland.

Zusammenschlüsse, Kooperationen und sonstige Bündelungen der Betriebsmittel werden auch in Zukunft erfolgen müssen, um weiterhin eine qualitativ hochwertige Trinkwasserversorgung im Kreisgebiet kostengünstig sicher zu stellen. Das Kreiswasserwerk wird seinen Beitrag dazu leisten.



Bild 5:
Einbau duktiler Gussrohre DN 80
auf dem Dorfplatz Dasburg



Bild 6:
Parallelverlegung von 5 Leitungssträngen bei Ormont

Autor

Dipl.-Ing. Herbert Reinhard
Kreiswasserwerk Bitburg-Prüm
Kalvarienbergstraße 4
54595 Prüm
Telefon: +496551 9512-0
E-Mail: info@kww-bitburg-pruem.de



Bild 7:
Armaturen im Verteiler-
schacht Honersberg

Ein Beispiel für kommunale Zusammenarbeit

Die Zweckverbände zur Wasserversorgung der Surgruppe und der Otting-Pallinger Gruppe

Von Lorenz Reiter

1 Einleitung

Der Wirkungsbereich der Zweckverbände Surgruppe und Otting-Pallinger Gruppe liegt im südöstlichen Teil Bayerns, im historischen Rupertiwinkel, einem Gebiet, das bis 1816 zum damaligen Fürsterzbistum Salzburg gehörte (**Bild 1**).

Trotz der günstigen geographischen Lage im Voralpengebiet (**Bild 2**) im Bereich der Flüsse Sur und Salzach herrschte durchwegs Wassermangel in den einzelnen Orten, Dörfern, Weilern und Gehöften.

Besonders hart war das Dürrejahr 1947. Die Trockenzeit dauerte damals fast ein halbes Jahr und die Quellen und Brunnen versiegt. Der

Wassernotstand in dieser Zeit wird deutlich, wenn man den Bericht eines Schulleiters an einer Volksschule in diesem Gebiet liest. Wörtlich schreibt hier der Berichterstatter: „Seit Mai 1947 war der Brunnen meist völlig leer, das Trinkwasser musste von Haus zu Haus erbettelt werden. Im Sommer konnten über vier Monate lang die Schulräume nicht feucht gereinigt werden“.

2 Zweckverband zur Wasserversorgung der Surgruppe

Dieser Versorgungsnotstand war Anlass zur Gründung des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Surgruppe am 29. Oktober 1953. Der Zusammenschluss der Gemeinden zu einem Zweckverband war notwendig, weil die

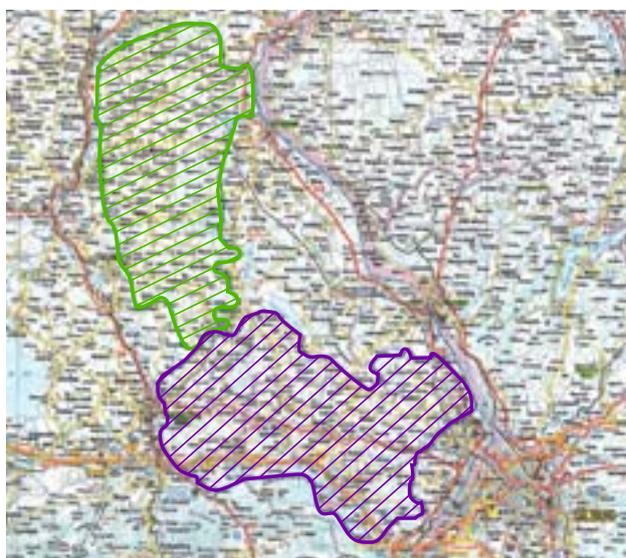


Bild 1:
Versorgungsgebiet Otting-Pallinger Gruppe (nördlicher Bereich) und der Sur-Gruppe (südlicher Bereich)



Bild 2:
Künftige Trasse einer Hauptwasserleitung GGG DN 200 mit Zementmörtel-Umhüllung durch mooriges Gebiet im Voralpengebiet



Bild 3:
Vorübergehende Einbindung einer
duktilen Gussrohrleitung DN 200



Bild 4:
Errichtung eines Druckmindererschachtes
mit Anbindung an eine neue Leitung GGG DN 150

Aufgabe zur Errichtung einer zentralen Versorgungsanlage die Finanzkraft der kleinen und mittleren Gemeinden bei weitem überstieg. 29 Gemeinden traten dem Zweckverband bei, nach der Gebietsreform in Bayern blieben noch neun Gemeinden übrig. Heute versorgt der Zweckverband in seinem ländlich strukturierten Wirkungsbereich rd. 29.000 Einwohner über ein Leitungsnetz von ca. 450 km Länge in den Dimensionen DN 80–300. Die Länge der Grundstücksanschlüsse beträgt weitere 250 km. Als Rohrmaterialien sind davon im liegenden Netz:

- 15 % Grauguss
- 15 % duktiles Gusseisen
- 3 % PEHD
- 67 % PVC.

Der Verband strebt eine jährliche Erneuerungsrate von rd. 2,0 % an. Im Jahr 2006 wurde diese Vorgabe sogar überschritten. Es wurden 10.260 m erneuert, also rd. 2,4 %. Bei diesen Neubaumaßnahmen werden grundsätzlich nur noch duktile Gussrohre gelegt, weil der Verband von den Vorteilen dieses Materials überzeugt ist.

Folgende Qualitätsmerkmale, wie

- Langlebigkeit,
- Hohe Betriebsdrücke,
- Einbau auch bei tiefen Temperaturen möglich

führen zu einer besseren Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu anderen Materialien. Je nach Größe des Bauloses baut eigenes Personal die Rohre ein, oder es werden Fremdfirmen beauftragt.

Die erhebliche Ausweitung der Neuinvestitionen in das Trinkwassernetz im Vergleich zu den Vorjahren wird durch die umfangreichen Baumaßnahmen der Mitgliedsgemeinden auf dem Abwassersektor begünstigt. Die Gemeinden schließen nämlich erhebliche Teile ihrer Außenbereiche an die zentrale Abwasserentsorgungsanlage an. Im Zuge dieser Baumaßnahmen erneuert der Verband auch seine Versorgungsleitungen (**Bilder 3 und 4**). Mit den gemeinsamen Baumaßnahmen der Gemeinden und des Verbandes erreicht man eine kostengünstige Abwicklung, die allen Abnehmern im Gebührenbereich zu Gute kommt.

Weitere Baumaßnahmen betrafen den Anschluss neuer Grundwassererschließungen an das Versorgungsnetz. Die Entscheidung fiel auch hier eindeutig zu Gunsten von duktilen Gussrohren aus, weil der Verband größten Wert auf Beständigkeit und Qualität des Rohrleitungsmaterialies legt.

3 Otting-Pallinger Gruppe

Die gleichen Voraussetzungen liegen auch beim Zweckverband zur Wasserversorgung der Otting-Pallinger Gruppe vor. Dieser Verband wurde 1964 gegründet. Nach der Gebietsreform gehören ihm elf Gemeinden als Mitglieder an. Bereits bei der Gründung erkannte man die Vorteile einer kommunalen Zusammenarbeit und schloss sich mit dem Zweckverband Surgruppe zu einer Verwaltungs- und Wartungsgemeinschaft zusammen. Diese Kooperation hat sich seitdem mehr als 40 Jahre hervorragend bewährt.

Der Verband versorgt rund 12.000 Einwohner mit 3.500 Grundstücksanschlüssen. Sein Wirkungsbereich von ca. 250 km², der im Norden an das Versorgungsgebiet der Surgruppe anschließt, umfasst den nördlichen Bereich des Landkreises Traunstein sowie die südlichen Gemeinden des Landkreises Altötting. Wegen der dezentralen Struktur ergeben sich hier erhebliche Leitungslängen. Circa 330 km Länge umfasst das Versorgungsnetz in den Dimensionen DN 80 bis 400, die Länge der Grundstücksanschlüsse beträgt ca. 122 km.

Bei Beginn des Ausbaues der Versorgungsanlagen dieses Verbandes wurde als Rohrleitungsmaterial PVC gewählt. Mit Beginn der Erneuerungsmaßnahmen ist auch in diesem Verband der bewährte und wirtschaftliche Werkstoff duktiler Gusseisen gewählt worden. Die Otting-Pallinger Gruppe strebt ebenfalls jährliche Erneuerungsraten von 1,5 bis 2,5 % an. In den vergangenen Jahren wurden diese

Planzahlen mit jeweils rd. 7–8 km Neulegung erreicht. Ebenso wie in der Surgruppe wird im Einvernehmen mit den Mitgliedsgemeinden bei Baumaßnahmen zur Errichtung der zentralen Abwasserentsorgung die erforderliche Erneuerung des Versorgungsnetzes mit ausgeführt. Auch hier wird der Einbau teils von beauftragten Fremdfirmen bzw. vom eigenen Personal ausgeführt.

4 Schlussbemerkung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Wahl der Verbände hinsichtlich des Rohrleitungsmaterials und damit die Entscheidung für duktile Gussrohre richtig und zukunftsweisend ist. Beide Verbände sind von diesem Material überzeugt, hat es sich doch seit längerem in der Praxis hervorragend bewährt. So wird auch in Zukunft immer wieder die Entscheidung für dieses Material fallen.

Autor

Lorenz Reiter
Zweckverband zur Wasserversorgung
der Surgruppe/Otting-Pallinger Gruppe
Am Kiesfang 4
D – 83317 Teisendorf
Telefon: +498666 9888-0
E-Mail: l.reiter@surgruppe.de

Duktiles Gussrohr als Multitalent mit Höchstleistungen bei Technik und Wirtschaftlichkeit

Von Eberhard Starosta

1 Einleitung

Schon beinahe Tradition ist die von der FGR alle zwei Jahre zusammen mit der Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen (FIHB) organisierte Tagung, auf der sich die Hochschullehrer über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der duktilen Gussrohre ins Bild setzen können. Dieses Mal standen Anwendungen und Verfahren im Brennpunkt, die durch höchste Anforderungen an das Rohr und an seine Verbindung gekennzeichnet sind. Aber auch die neuesten Entwicklungen im Bereich der grabenlosen Einbauverfahren und Fragen zur Gesamtwirtschaftlichkeit eines Rohrsystems wurden eingehend behandelt.

Besonders hohe Anforderungen werden an die mechanische Belastbarkeit von Rohren und Verbindungen gestellt, wenn sie in Beschneidungsanlagen, Turbinenleitungen und Pfahlgründungen eingesetzt werden. Diese Anwendungen duktiler Gussrohre sind vor allem in Österreich



Bild 1:
Referenten und der Gastgeber

anzutreffen; es lag daher nahe, die Hochschullehrertagung des Jahres 2006 in Hall in Tirol stattfinden zu lassen, wo berufene Fachleute zu diesen Themen referierten (**Bild 1**).

In den letzten Jahren wurden duktile Gussrohre aufgrund ihrer hohen Belastbarkeit und der Zugfestigkeit ihres Verbindungssystems immer häufiger im Bereich des grabenlosen Rohrleitungsbaus eingesetzt, und zwar besonders effektiv in Kombination mit dem modernen Horizontal-Spülbohrverfahren.

2 Gussrohr mit klaren Vorteilen bei grabenloser Einbautechnik

Auf der Tagung in Hall hatte **Dipl.-Ing. Peter Brune** (Saint-Gobain Gussrohr, Saarbrücken) über diese Einsatzvariante viel Neues und Interessantes zu berichten. Anhand konkreter Projekte stellte er z. B. die erstaunliche Wirtschaftlichkeit dieser Einbautechnik dar und erläuterte dazu, dass die Montage einer zugfesten Rohrverbindung mit duktilen Gussrohren – im Vergleich zu allen anderen zugfesten Rohrsystemen – am schnellsten vor sich geht. Denn die ausgefeilte Verbindungstechnik der Gussrohre erlaubt ein einfaches und deshalb schnelles Zusammenfügen der einzelnen Rohre zu einem Rohrstrang.

Folgender Vorteil verleiht dem Gussrohrsystem den wirtschaftlichen Erfolg: Im Gegensatz zu Rohren aus Stahl oder Kunststoff, die beim Spülbohrverfahren für den Einzug vorher zusammen geschweißt werden müssen, können duktile Gussrohre – weil sie ein integriertes Verbindungssystem besitzen – im Rhythmus des Zugstängewechsels auf der Maschinenseite **einzel**n eingezogen werden. Das hat den zusätz-

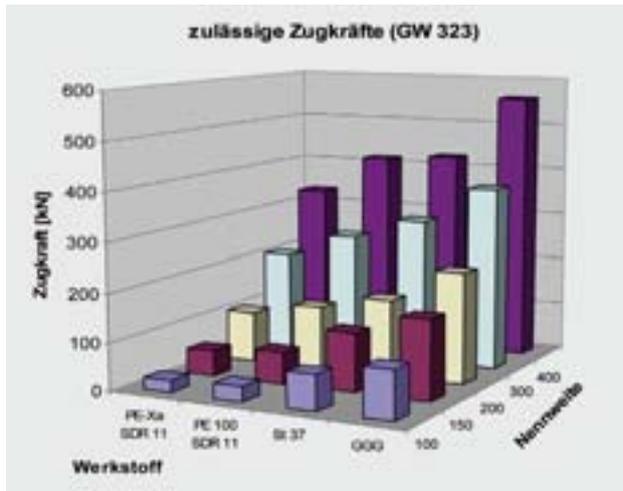


Bild 2:
Maximale Zugkräfte

lichen Effekt, dass die Rohre auf der Baustelle auf engstem Raum montiert werden können, während die geschweißten Rohrstränge vor dem Einzug auf einer langen Strecke ausgelegt werden müssen – ein zeitraubender Prozess. Weil Zeit bekanntlich Geld bedeutet, schneidet das Gussrohr gegenüber den Konkurrenten auch in diesem Punkt besser ab.

Beim Spülbohrverfahren geht es aber auch um das technische Leistungsvermögen der Rohre: Wie bei keiner anderen Bauweise treten hier enorm hohe Zugkräfte auf, die dem Verbindungssystem der Rohre alles abverlangen. Peter Brune rechnete vor, dass kein Rohrsystem so hohen Zugkräften standhält wie das der duktilen Gussrohre (**Bild 2**). Sowohl seine technischen als auch wirtschaftlichen Vorzüge haben dem Gussrohr deshalb in den letzten Jahren viel Erfolg gebracht.

3 Wissenschaft und Praxis

Die wissenschaftliche Dimension der Gussrohr-Verbindungstechnik wurde im Vortrag von **Prof. Dr. Bernhard Falter** (FH Münster) sichtbar.

Er stellte die Ergebnisse einer Untersuchung über die Belastbarkeit von zugfesten Verbindungen vor, die an der FH Münster nach der Finiten-Elemente-Methode (FEM) rechnerisch ermittelt wurden (**Bild 3**).

Diese Ergebnisse decken sich ziemlich genau mit den Werten, die bei praktischen Versuchen mit realen Rohrverbindungen in letzter Zeit ermittelt worden sind. Inzwischen sind diese Werte auch im Technischen Regelwerk des DVGW eingeführt.

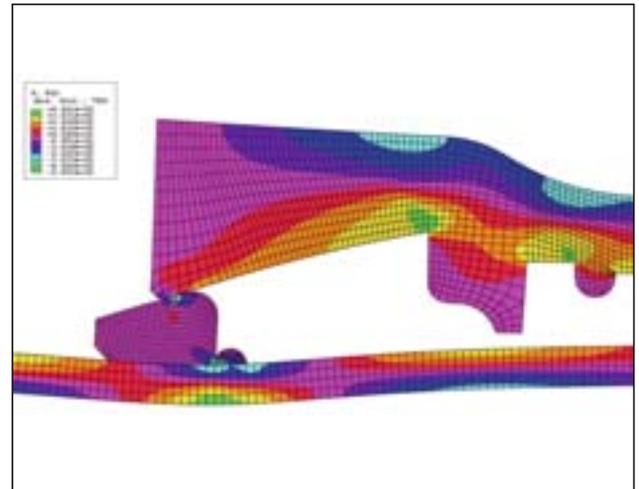


Bild 3:
FEM Modell einer zugfesten Gussrohrverbindung

Eine interessante Anwendung duktiler Gussrohre behandelte **Prof. Hermann Lehar** von der Uni Innsbruck: duktile Gussrohre als Rammpfähle für Pfahlgründungen (**Bild 4**). In Österreichs Baubranche hat diese Technik schon eine beachtliche Verbreitung gefunden und wird auch in den Nachbarländern immer häufiger angewendet, weil die Kosten der Baustelleneinrichtung äußerst niedrig liegen. Lehar hatte ebenfalls mit der FEM die Spannungen von Leitungsrohren im Auflagersattel der Pfahlköpfe dargestellt und damit deren konstruktive Gestaltung optimiert.



Bild 4:
Gründungspfähle aus duktilem Gusseisen

4 Gussrohre als Spezialisten für Beschneigungsanlagen

Der Veranstaltungsort Hall in Tirol bot Anlass und Gelegenheit dazu, die große Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten von Rohren aus duktilem Gusseisen zu behandeln, wie z. B. für die Wasserversorgung von Beschneigungsanlagen. **Dipl. Kfm. Werner Laimgruber**, Vorsitzender des Vorstands der Hinterstoder-Wurzeralm Bergbahnen AG, erläuterte die besondere Situation der alpinen Gebiete, wo die Wirtschaft zu einem großen Teil von den Urlaubsgästen lebt. Da möchte man den einträglichen Ski-Tourismus nicht von den Zufällen der Natur und des

Wetters abhängig machen. Deshalb sind viele Skigebiete inzwischen zum Kunstschnee übergegangen.

Die Rohrleitungen, die man für die Wasserversorgung der Beschneigungsanlagen braucht, bestehen in diesen Regionen fast 100 % aus duktilen Gussrohren.

Es sind auch hier die bekannten Gründe:

1. Bei den überall steinigen Böden muss das hier einzubauende Rohr vor allem sehr robust sein (**Bild 5**).
2. Wegen der hohen Drücke, die für die Wasserzuleitung zu den Schneekanonen notwendig sind, braucht das Rohr außerdem eine entsprechend hohe Innendruckbelastbarkeit (100 bar). Diese Anforderungen werden von den duktilen Gussrohren in jeder Beziehung erfüllt.

Das hat den Herstellern auf dem neuen Markt inzwischen beachtliche Umsatzerfolge und auch eine stabile Marktposition beschert. Nach Ansicht von Werner Laimgruber kann man davon ausgehen, dass die künstliche Beschneigung keineswegs nur ein vorübergehendes Phänomen sei.

Die eben genannten Vorzüge der duktilen Gussrohre – was Robustheit und Innendruckbelastbarkeit anbetrifft – sind auch bei Triebwasserleitungen von Kraftwerken gefragt, die es gerade in der alpinen Landschaft von Tirol in großer Anzahl gibt. Dazu berichtete **Dr. Franz Boes** von der Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) vom Bau eines neuen Kleinkraftwerks in der

Nähe von Innsbruck, wobei er besonders die schwierigen Einbaubedingungen im steilen und felsigen Gebirgsgelände hervorhob (**Bild 6**).

5 Ökonomie des Leitungsbaus

Mit einem Exkurs in die Ökonomie des Rohrleitungsbaus konnte **Prof. Thomas Wegener** von der Fachhochschule Oldenburg am Ende der Tagung noch einen interessanten Schlusspunkt setzen. Ingenieure mit planerischen Aufgaben müssen nach seiner Auffassung heute als „Bau-Manager“ auch betriebswirtschaftliche Verantwortung übernehmen und sich demzufolge auch in Sachen Kostenrechnung auskennen. Deshalb wurde das Thema „Gesamtwirtschaftlichkeit einer Rohrleitung“ vom „Institut für Rohrleitungsbau“ (iro) an der FH Oldenburg schon vor zwei Jahren zum Gegenstand einer speziellen Projektstudie gemacht.

Ziel dieser Studie ist es, Parameter zu finden, die den Entscheidern in Bauunternehmen, Kommunen oder bei privaten Netzbetreibern brauchbare Anhaltspunkte dafür geben, welches Rohrmaterial in einem spezifischen Neubau- oder Sanierungsfall die wirtschaftlichste Lösung der gestellten Aufgabe ermöglicht. Die heute vorhandene Vielfalt von Rohren und Rohrsystemen stellt den Anwender oft vor eine unlösbare Entscheidung, wobei das Rohr immer nur ein Teil der Baumaßnahme ist.

Das iro hat sich aber – entsprechend seiner Fachkompetenz, auf diesen Ausschnitt beschränkt. In der Studie wird die Systematik



Bild 5:
Einbau von Wasserleitungen
in einer Beschneigungsanlage



Bild 6:
Einbau einer Triebwasserleitung DN 700



Bild 7:
Speichersee Kühtai

des Vergleichs am Beispiel von Gussrohr und Kunststoffrohr dargestellt. Die Tagungsteilnehmer quittierten Wegeners Vortrag – auf Grund der großen Aktualität dieses Themas – am Ende der Veranstaltung mit viel Aufmerksamkeit.

6 Exkursion zum Pumpspeicherwerk Sellrain-Silz

Sehr eindrucksvoll wurde den Tagungsteilnehmern die Bedeutung der Wasserkraft als Energiespender mit dem Besuch eines der größten Wasserkraftwerke Europas im Kühtai auf einer Höhe von 1.950 Metern bewusst gemacht (**Bild 7**). Am Beispiel der Erzeugung regenerativer Energie durch Nutzung der Naturgewalt „Wasser“ konnten die Tagungsteilnehmer hautnah erleben, welche imposanten Leistungen auch den Rohrleitungen hierbei abverlangt werden.

Autor

Eberhard B. Starosta
An der Schanze 36
37124 Rosdorf
Telefon: +495509 9246-83
E-Mail: starostapr@gmx.de



www.gussrohrtechnik.de

Willkommen bei der FGR Berlin

Unsere Internetseite enthält unter dem Button **Informationen** alles Wissenswerte zum Thema duktile Gussrohre, und zwar aufgliedert in folgende Themenschwerpunkte:

- ◆ Trinkwassertransport und -Verteilung
- ◆ Abwassertransport
- ◆ Einbauverfahren
- ◆ Gutachten, Beurteilungen

In verschiedenen Links finden Sie Originalaufsätze aus den periodisch erscheinenden Heften **GUSSROHR-TECHNIK** oder anderen Veröffentlichungen, die von Autoren unterschiedlichster Herkunft

- ◆ Planer
- ◆ Anwender, Netzbetreiber
- ◆ Baufirmen
- ◆ Hochschulinstitute
- ◆ Hersteller

stammen. Damit wird erreicht, dass jeder Interessent, der unsere Website besucht, aus allen Blickwinkeln unterrichtet wird.

Hier können Sie Ihr gesuchtes Stichwort eingeben. Kommt es in einem Beitrag vor, wird er angezeigt.

Der Inhalt des als **PDF-Datei herunterladbaren Aufsatzes** wird in einer knappen Zusammenfassung im jeweiligen Kapitel vorgestellt.



www.gussrohrtechnik.de



Willkommen bei der FGR Berlin

Die DVD zum Handbuch GUSSROHRTECHNIK



Das neue Handbuch **GUSSROHRTECHNIK** steht seit August 2006 auch als DVD zur Verfügung. Das Handbuch ist als e-book im pdf-Format mit allen Suchfunktionen und Links zu farbigen Bildtafeln herunterzuladen (16,9 MB).

Die dort angezeigten Videos zu den grabenlosen Einbauverfahren sind nur auf der DVD verfügbar. Sie können diese DVD direkt bei uns bestellen, wir senden sie Ihnen kostenlos zu.

Zur Bestellung der DVD nutzen Sie bitte unsere Internetseite www.gussrohrtechnik.de oder Sie wenden sich schriftlich an unser Büro:

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e. V.
Wittestraße 30 K
13509 Berlin
Telefon: +4930 43572413
Telefax: +4930 43572400
E-Mail: info@fgr-berlin.de



Impressum

Bildnachweis

Titelfoto: Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Rückseite: Ingenieurbüro Arno Schweiger

Die Bilder im Text stammen von den Autoren.

Layout und Gesamtherstellung

Schneider Media GmbH, Erfurt

Herausgeber und Copyright:

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme e. V.
Wittestraße 30 K
13509 Berlin
Telefon: +4930 43572413
Telefax: +4930 43572400
E-Mail: info@fgr-berlin.de
www.gussrohrtechnik.de

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.
Belegexemplar erbeten.

Redaktionsschluss:
5. Januar 2007



www.gussrohrtechnik.de

