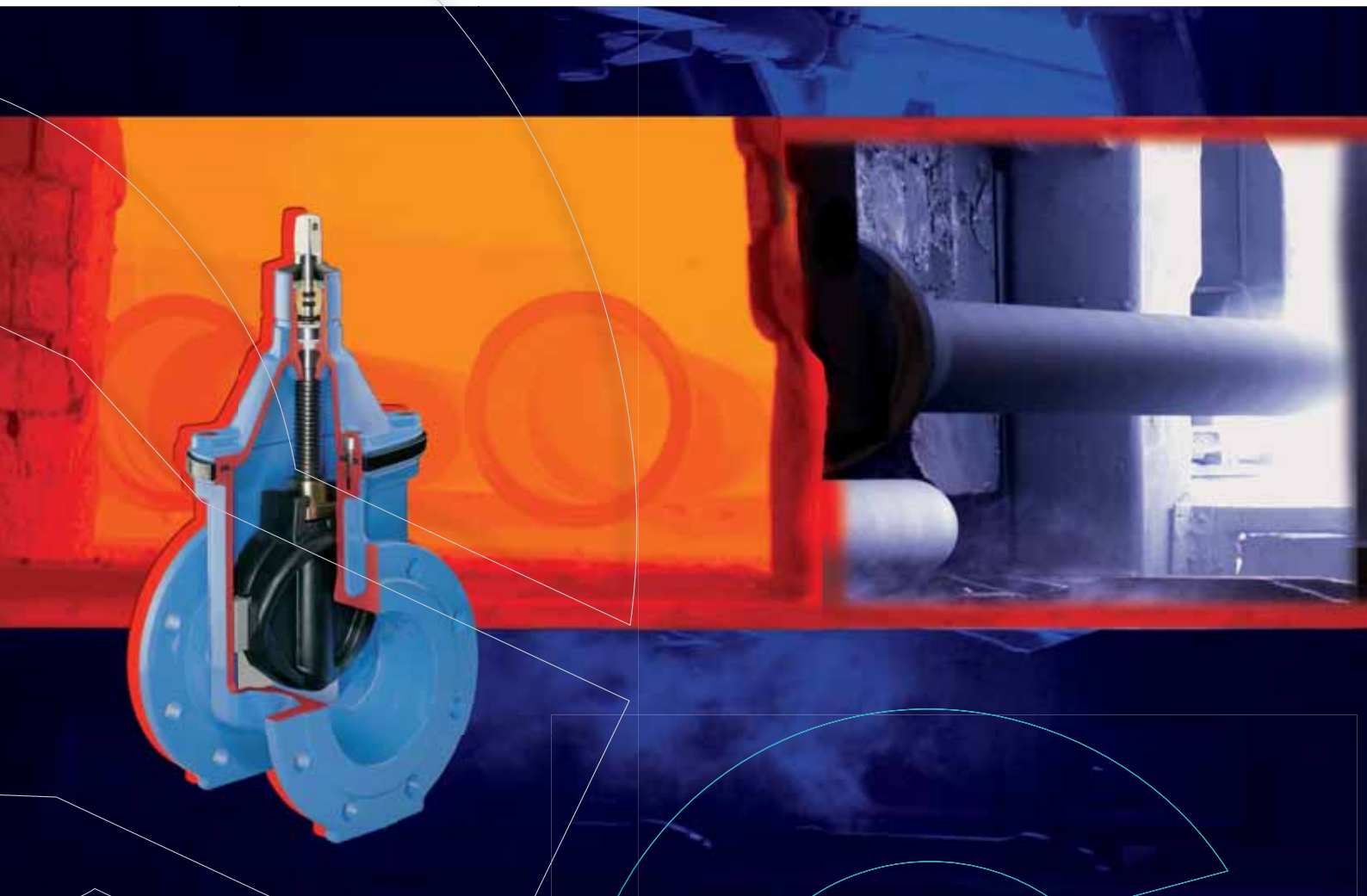




GUSS-ROHRSYSTEME

Informations of the European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS

44



- 4 **Brief des Herausgebers/Letter from the editor**
- 5 **Schnellübersicht/Abstracts**
- 11 **Verbindungssammler DN 200 und DN 250**
Verbindungssammler im Altbergbaugebiet
der Gemeinde Deuben im Burgenlandkreis
Von Heiko Schiemann und Hendrik Kahnt
- 15 **Abwasserviadukt DN 400**
Begehbarer Abwasserviadukt „Gämpi“ – Abwasserleitung
aus duktilen Gussrohren DN 400 mit Polyurethan-Auskleidung
Von Urs Lang
- 19 **Sanierung mit duktilen Kanalrohren**
Kanalgussrohre auch in großen Dimensionen
Neuordnung der Mischwasserkanalisation
in der Kerngemeinde Willingen/Upland
Von Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer
- 24 **Erschließung mit duktilen Gussrohren DN 80 bis DN 600**
Zwischenbilanz
Lebensadern aus duktilem Gusseisen
für den neuen Großflughafen Berlin Brandenburg International (BBI)
Von Lutz Rau
- 29 **Brückenleitung DN 200**
Neubau der Rietwisbrücke in Wattwil an der Thur
mit wärme gedämmter duktiler Wasserleitung DN 200
Von Stefan Rüegg
- 31 **Langrohr-Relining DN 300**
Erneuerung der Wasserversorgungsleitung
vom Nibelungenplatz bis Danziger Platz in Frankfurt am Main
Von Alexander Scholz und Christian Schmidt
- 36 **Langrohr-Relining – Einzug DN 600, Einschub DN 900**
Sanierung von groß dimensionierten Trinkwasserleitungen in Leipzig
Von Henry Simon und Wolfgang Rink
- 42 **Rohrnetzarmaturenentwicklung**
Die Entwicklung der Rohrnetzarmaturen in der Wasserversorgung
Von Oliver Jäger

- 46** Sanierung eines Schieberkreuzes mit Einbau-Muffen-Stücken
Sanierung einer Trinkwasserkreuzung in Burgkunstadt
Von Udo Arrenberg
- 49** Generalüberholung eines Ringkolbenventils DN 2000
Armaturen aus duktilem Gusseisen – eine Investition in die Zukunft
Von Thomas F. Hammer
- 52** Herstellung eines Gussteiles mit Hilfe der Gießsimulation
Gießtechnische Simulation in der Armaturen- und Formstückfertigung
Von André Mähner
- 56** Beschneigungsanlage DN 80 bis DN 250
Skigebiet Willingen
Duktile Gussrohre – „Arterien“ für die Beschneigungsanlage
Von Karl-Wilhelm Römer und Martin Schulte
- 62** Triebwasserleitung DN 150
Stromgewinnung durch Ausnutzung der Wasserkraft hat Zukunft
Von Roger Aebi
- 66** Neue duktile Turbinenleitung DN 300, PN 63
**Triebwasserleitung mit Teilstücken bis zu 80° Neigung –
Elektrizitätswerk Plankenbach (San Cassiano)**
Von Andreas Moser
- 70** Neubau einer Triebwasserleitung DN 400
Mit duktilen Gussrohren gegen den Klimawandel
Von Stephan Hobohm
- 78** Gussrammpfähle für Bauwerksgründungen
**System Gussrammpfahl – Einsatz, Verwendung, Vorteile
am Beispiel des Solarenergieparks in Lebrija/Spanien**
Von Thomas Aumueller
- 84** Notizen
- 85** In eigener Sache
- 86** Logos der FGR/EADIPS - Mitglieder
- 87** Impressum



Liebe Leserinnen und Leser,

am neuen Titel werden Sie es vielleicht bemerkt haben: Nach fast sechs Jahrzehnten hat sich die Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR) e. V. mit Beginn des Jahres 2010 zu einem Europäischen Industrieverband mit dem englischen Namen **European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS** weiterentwickelt. Von nun an vertritt der Verband FGR/EADIPS die Interessen von europäischen Herstellern, die Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen produzieren.

Die Ausgabe 44 mit ihrem von **GUSROHR-TECHNIK** auf **GUSS-ROHRSYSTEME** geänderten Titel zeigt diese neue Ausrichtung der FGR/EADIPS an.

Die Beiträge des Heftes 44 sind auf Rohrleitungssysteme (Rohre, Formstücke und Armaturen) ausgerichtet, seien es Rohrleitungsnetze für die Wasserversorgung, die Abwasserentsorgung oder andere technische Anwendungen.

Bei der Auswahl der Berichte aus der Praxis stand die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten duktiler Guss-Rohrsysteme im Vordergrund.

Erleben Sie einen aktuellen Überblick darüber, was duktile Guss-Rohrsysteme heute leisten können.

Viel Freude beim Lesen im neuen Heft 44 **GUSS-ROHRSYSTEME** wünscht Ihnen Ihr



Raimund Moisa

Dear readers,

The new title may have given you a clue: after nearly 6 decades, the beginning of 2010 has seen the Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR) e. V. develop into a European industrial association known in English as the **European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS**. From now on, the FGR/EADIPS association will be representing the interests of European manufacturers producing pipes, fittings and valves of ductile cast iron.

With its change of title from **GUSSROHR-TECHNIK** to **GUSS-ROHRSYSTEME**, the 44th issue of our journal is indicative of the FGR/EADIPS's new focus.

The articles in No. 44 are focused on pipeline systems (pipes, fittings and valves), namely pipeline systems whether for water distribution, for sewage disposal or for other technical applications. The reports from the practical field have been selected to spotlight the diversity of possible applications for ductile cast iron pipe systems.

Here is an up-to-date overview of what ductile cast iron pipe systems are capable of doing nowadays.

We trust you will find this new 44th issue of **GUSS-ROHRSYSTEME** an enjoyable read!

Verbindungssammler im Altbergbauggebiet der Gemeinde Deuben im Burgenlandkreis

Heiko Schiemann und Hendrik Kahnt..... 11

Instabile Böden, Bergsenkungsgebiete, Erdbebenzonen, das sind Randbedingungen, unter welchen sich duktile Gussrohre seit Langem bewährt haben, so auch beim Bau eines Abwasserkanals im Burgenlandkreis. Die einzige mögliche Trasse für einen Freispiegelkanal führt durch kleine Senkungströge, die mit zugfest ausgerüsteten Rohren DN 250 überbrückt wurden. Selbst die Schächte sind zugfest ausgeführt. Für diese schwierigen Randbedingungen ist die wirtschaftlichste Lösung die mit duktilen Gussrohren.

Begehbarer Abwasserviadukt „Gämpfi“ – Abwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 400 mit Polyurethan-Auskleidung

Urs Lang 15

Der Abwassersammler DN 400 einer Schweizer Berggemeinde überquert einen Taleinschnitt auf einer Rohrbrücke. Nach 50 Jahren muss beides erneuert werden, wobei die Gründung des Viadukts an eine bodenmechanisch stabilere Stelle verlegt wird. Während der Erneuerung muss die alte Leitung in Betrieb bleiben, für den Umschluss steht nur eine Stunde zur Verfügung. Wegen der schlechten Zugänglichkeit der Baustelle muss alles Material mit dem Transporthubschrauber herangeschafft werden. Duktile Gussrohre mit zugfesten Verbindungen und PUR-Auskleidung stellen ihre Eignung für derartig schwierige Projekte unter Beweis.

Neuordnung der Mischwasserkanalisation in der Kerngemeinde Willingen/Upland

Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer 19

Wenn in den schmalen Straßen gebirgiger Gemeinden mit alten Bauwerken die Erneuerung der Abwasserkanäle erforderlich wird, dann schlägt oft die Stunde des duktilen Kanalrohrs. So auch in Willingen (Upland): Hier trafen gleich viele Erschwernisse zusammen, wie geringe Überdeckung, Vergrößerung des Querschnitts, vorhandene Versorgungsleitungen, Kabel und Bebauung, Aufrechterhaltung der Vorflut und

Main connecting sewer in a former mining area in the Deuben municipality in the Burgenland district of Saxony-Anhalt

Heiko Schiemann and Hendrik Kahnt..... 11

Unstable soils, areas of mining subsidence and earthquake zones are just some of the conditions that ductile cast iron pipes have long been able to cope with, as they have again demonstrated at a sewer laid in the Burgenland district of Saxony-Anhalt in Germany. The only possible route for a gravity sewer ran through small subsidence troughs, but these troughs were successfully crossed by DN 250 pipes with restrained joints. Even the inspection chambers have restrained joints. Ductile cast iron pipes were the most economical solution under these difficult conditions.

The “Gämpfi” sewer viaduct with walk-on maintenance access – a main sewer of DN 400 polyurethane-lined ductile cast iron pipes

Urs Lang..... 15

The DN 400 main sewer of a mountain village in Switzerland crosses a deep valley on a pipe viaduct. After 50 years, both the sewer and the viaduct needed to be replaced and the foundations of the viaduct needed to be moved to an area where the ground was more stable. The old sewer had to be kept in service during the replacement work and only one hour was available for the changeover. Due to the inaccessibility of the site, all of the material had to be brought in by helicopter. Ductile cast iron pipes with restrained joints and a polyurethane lining showed how suitable they are for difficult projects of this kind.

Replacement of the combined sewer and storm water pipeline in the town of Willingen (Upland)

Ingolf Bittermann and Karl-Wilhelm Römer..... 19

When sewer pipes have to be replaced in narrow old streets in towns in mountainous areas, this is often the right time for ductile cast iron pipes to be used. This was the situation in Willingen (Upland) in the German state of Hesse where there was a combination of the following problems: shallow top cover, an increase in diameter, existing buildings and existing pipes and cables for other services and the need to main-

der Zugänglichkeit von Geschäften und Anliegern. Die Lösung dieser Aufgabe gelang nur mit dem duktilen Kanalrohr, und das sogar noch vier Wochen schneller als geplant.

Lebensadern aus duktilem Gusseisen für den neuen Großflughafen Berlin Brandenburg International (BBI)

Lutz Rau 24

Der Bau des Berliner Großflughafens BBI wird mit einem umfangreichen Netz von Ver- und Entsorgungsleitungen ausgerüstet. In einer Zwischenbilanz ergeben sich zwei Jahre vor der Fertigstellung mehr als 60 km Gussrohrleitungen im Nennweitenbereich DN 80 bis DN 700, größtenteils mit zugfesten Verbindungen. Der Einbau von Leitungen aus duktilem Gusseisen wird dem extremen Sicherheitsbedürfnis von Planern und Betreibern gerecht.

Neubau der Rietwisbrücke in Wattwil an der Thur mit wärmegeämmter duktiler Wasserleitung DN 200

Stefan Rüegg 29

Die Anpassung einer Straßenbrücke an die vergrößerten Fahrzeugnutzlasten erforderte auch den Neubau der an der Brücke montierten Trinkwasserleitung. Sie wurde im Querschnitt auf DN 200 vergrößert. Die Rohre wurden werkseitig dem Stand der Technik entsprechend mit einer Wärmedämmung mit elektrischer Begleitheizung versehen.

Erneuerung der Wasserversorgungsleitung vom Nibelungenplatz bis Danziger Platz in Frankfurt am Main

Alexander Scholz und Christian Schmidt 31

In einer dreispurigen Ost-West-Magistrale der Stadt Frankfurt am Main liegt eine mehr als 60 Jahre alte Trinkwassertransportleitung aus Grauguss. Wegen Spongiose ist sie schadensanfällig und sanierungsbedürftig.

Aus hydraulischen Gründen kann ihr Querschnitt von DN 500 auf DN 300 reduziert werden. Eine vorbildliche mehrstufige Planung mit Machbarkeitsstudie, Variantenvergleich und Bestandsuntersuchung führt letztlich zu einem Langrohr-Relining mit duktilen Gussrohren in zwei Bauabschnitten. Eine derartig konsequente Planung muss schließlich zum Erfolg führen!

tain drainage capacity and access to shops and for residents. It was only the ductile cast iron pipe that could solve these problems and it even did so four weeks earlier than scheduled.

Cast iron veins to carry some of the lifeblood of the new Berlin-Brandenburg International Airport (BBI)

Lutz Rau 24

Construction of the new Berlin International Airport BBI includes an extensive network of drinking water and waste water pipelines. This interim report shows that two years before completion of the airport more than 60 km of ductile cast iron pipelines ranging in size from DN 80 to DN 700 have been laid, most of them with restrained joints. The safety requirements of the designers and operators are extremely demanding but they can be met by pipelines of ductile cast iron.

Reconstruction of the Rietwis bridge in Wattwil on Thur in Switzerland includes a thermally insulated DN 200 ductile cast iron water pipeline

Stefan Rüegg 29

A road bridge has been adapted to the increased payloads of vehicles and this called for a drinking water pipeline installed on the bridge to be replaced. Its cross-section was increased to DN 200. To meet state of the art standards, the pipes were provided with factory-applied thermal insulation with an electrical trace heating system.

Renovation of the water main running from the Nibelungenplatz to the Danziger Platz in Frankfurt am Main

Alexander Scholz and Christian Schmidt 31

A more than 60 year old water main made of DN 500 grey cast iron pipes lay along a three-lane east-west arterial highway in Frankfurt am Main. Due to "spongiosis" (graphitization) it was prone to damage and needed to be renovated. Hydraulic calculations indicated that the cross-section could be reduced from DN 500 to DN 300. The final outcome of an exemplary multi-stage planning process including a feasibility study, a comparison of variant laying techniques and a study of the existing pipeline was the selection of relining with ductile cast iron pipes in two sections. Such thorough planning had to succeed!

Sanierung von groß dimensionierten Trinkwasserleitungen in Leipzig

Henry Simon und Wolfgang Rink..... 36

Die Entwicklung einer Stadt spiegelt sich in ihren Versorgungsleitungen wieder. Während des Wachstums von Leipzig in der Gründerzeit mussten die Anlagen zur Trinkwasserversorgung ständig erweitert werden, auch in der Nachkriegszeit setzte ein weiterer Wachstumsschub ein. Nach der Wiedervereinigung ging der Trinkwasserverbrauch infolge des demografischen Wandels und wegen der neuen Verbrauchsabrechnung dramatisch zurück.

Die Folge ist eine erforderliche Verkleinerung der Leitungsquerschnitte, mit der die Aufenthaltszeiten des Trinkwassers in der Leitung den hygienischen Anforderungen angepasst werden. Für die groß dimensionierten Haupttransportleitungen hat sich das Relining mit duktilen Gussrohren bewährt. Unabhängig vom Zustand der Altleitung entspricht die eingezogene oder eingeschobene Leitung einem Neubau mit den entsprechenden Konsequenzen für Nutzungsdauer und Abschreibung. Der bautechnische Aufwand ist dabei geringer als beim konventionellen Einbau im offenen Graben.

Die Entwicklung der Rohrnetzarmaturen in der Wasserversorgung

Oliver Jäger 42

Hinsichtlich Versorgungssicherheit und Qualität bei der Trinkwasserverteilung setzt die Branche schon immer auf langlebige Produkte, deren Lebenszyklus in Jahrzehnten gemessen wird. Dennoch ist es wichtig, dass eine kontinuierliche und zukunftsorientierte Weiterentwicklung stattfindet. Für den Bereich der Armaturen werden am Beispiel von ausgewählten Produktgruppen die Entwicklungsschritte einiger Produktmerkmale dargestellt.

Sanierung einer Trinkwasserkreuzung in Burgkunstadt

Udo Arrenberg 46

Eine erfolgreiche Entwicklung von Formstücken und Armaturen ist auf die Probleme und Bedürfnisse der Kunden ausgerichtet.

Typische Beispiele sind der flanschenlose Schieber mit zugfesten Muffen und das Übergangsstück zwischen Altleitungen unterschiedlicher Materialien und dem zugfesten Muffenschieber. Beim Erneuern eines Schieberkreuzes in der städtischen Wasserverteilung mit vier Absperr-

Renovation of large trunk mains in Leipzig

Henry Simon and Wolfgang Rink..... 36

The development of a town is reflected in its infrastructure. While Leipzig was growing in the era of progressive industrialization, the system for supplying drinking water was constantly having to be extended. There was further growth too after the Second World War. Re-unification was followed by a drastic fall in consumption due to demographic change and the fact that there was now a charge for consumption.

As a result, the cross-sections of the pipelines have to be downsized to adjust the residence time of the drinking water in them to meet health requirements. Relining with ductile cast iron pipes has proved successful for the large trunk mains. Regardless of the condition of the old pipeline, the new pipeline that is pulled in or pushed in is equivalent to a newly laid one, with all that this means for useful life and depreciation. The installation costs are lower than for conventional laying in open trenches.

The development of valves for pipe networks in water supply

Oliver Jäger 42

For the safe and reliable distribution of good quality drinking water, the industry has always relied on durable products whose life cycles are measured in decades. Nevertheless, it is important for there to be a continuous and forward looking process of ongoing development. Some selected groups of products are taken as examples to show the stages by which certain features have developed in the field of valves.

Renovation of a drinking water pipeline intersection in Burgkunstadt in Bavaria

Udo Arrenberg 46

The successful development of valves and fittings is focused on customers' problems and requirements. Typical examples of this are the flangeless gate valve with restrained sockets and the adapter for fitting between old pipes of different materials and the restrained socketed gate valve. When a pipe cross with four integrated gate valves and a hydrant was replaced in a municipal water distribution system, the new

schiebern und einem Hydranten verringert sich mit den neuen Bauteilen die Zahl der Einzelteile von 546 auf 47; die Montagezeit verkürzt sich um den Faktor 5.

Armaturen aus duktilem Gusseisen – eine Investition in die Zukunft

Thomas F. Hammer 49

Das Prinzip der Nachhaltigkeit stellt eine ganzheitliche Betrachtung aller Kosten für Herstellung, Betrieb und Entsorgung eines Produkts an. Die Überarbeitung eines 40 t schweren Ringkolbenventils DN 2000 nach 40 Betriebsjahren erwies sich wirtschaftlicher und nachhaltiger als die Herstellung einer neuen Armatur. Natürliche Voraussetzung zum Gelingen eines solchen Projekts ist perfektes Know-how für alle Teilschritte vom Ausbau, Transport, Bearbeitung und Wiedereinbau eines wieder neuwertigen Ringkolbenventils.

Gießtechnische Simulation in der Armaturen- und Formstückfertigung

André Mähner 52

Wie in allen Bereichen der Wirtschaft so auch im Gießereiwesen: Die Schnellen schlagen die Langsamen. Früher wurden Gussstücke in mühsamen Einzelschritten und „Ehrenrunden“ zur Serienreife entwickelt, indem Modell und Gießsystem durch Änderungen und Probeabgüsse so lange optimiert wurden, bis Fehler und Maßabweichungen im tolerierbaren Bereich waren. Je nach Kompliziertheit des Gussstücks konnte eine Optimierung bis zur Serienfertigung in einem stabilen Prozess Wochen bis Monate dauern.

Mit der Entwicklung der computergestützten Gieß- und Erstarrungssimulation konnte diese Optimierungsphase am Rechner bei entsprechender Erfahrung auf wenige Tage verkürzt werden, was zu einem wesentlichen Wettbewerbsvorteil der Gießereien führte, die sich rechtzeitig dieser modernen Fertigungswerkzeuge bedienten.

Die gießtechnische Simulation wird an einem Formstück für die Wasserverteilung beschrieben.

valves and accessories cut the number of individual components from 546 to 47 and the installation time went down from four hours to less than one.

Valves of ductile cast iron – an investment in the future

Thomas F. Hammer 49

The principle of sustainability implies the holistic consideration of all the costs of producing, operating and disposing of a product. The reconditioning of a DN 2000 globe valve weighing 40 tonnes after 40 years in service was found to be more economical and sustainable than the production of a new valve. For such a project to succeed, the prerequisite is of course total know-how covering all the stages of stripping out, transporting and machining the old valve and re-installing the reconditioned one when it is, once again, as good as new.

Casting process simulation in valve and fitting production

André Mähner 52

The same applies to foundry management as to other areas of the economy: those who are quick to do something beat those who are slow. Formerly, castings were developed to production standard in single steps and trial runs by a laborious optimisation procedure. Patterns, runner gates and feeder systems were modified and trial casts made until the casting defects and dimensional errors were within acceptable limits. Depending on how complicated the casting was, optimisation of this kind could take weeks to months before volume production by a stable process was possible.

With the development of computer-aided casting and solidification simulation and given suitable experience, this optimisation phase has been shortened, on the computer, to a few days. Foundries who made use of this modern-day production tool in good time gained a significant competitive advantage. Casting process simulation is described by reference to a fitting for water distribution.

Duktile Gussrohre – „Arterien“ für die Beschneigungsanlage

Karl-Wilhelm Römer und Martin Schulte56

Das Sauerland als Einzugsgebiet von etwa 20 Millionen Erholung suchenden Wintersportlern ist wirtschaftlich extrem durch den Klimawandel gefährdet, der sich durch den ausbleibenden Schnee bemerkbar macht.

In den Höhenlagen unter 1.000 m lässt sich jedoch mit technischer Beschneigung die Ski-saison von 30 auf 80 Tage verlängern, was eine Voraussetzung für das Überleben der Tourismusbranche ist. Der Beitrag schildert eindrucksvoll, wie die Gemeinde Willingen eine Beschneigungsanlage für mehr als 5 Mio. Euro konzipiert, plant und baut, wobei die ökologischen und landschaftsplanerischen Belange immer voll im Blickfeld geblieben sind. Aber nicht nur Land, Kreis und Gemeinde schultern die finanziellen Lasten, auch die Liftbetreiber übernehmen Kosten in ähnlicher Höhe für Schneekanonen und Wasserentnahmestellen. Als Rohrleitungsmaterial für das Wasser kam unter den gegebenen Bedingungen (Druck, Boden, Bauverfahren) nur duktiler Gusseisen in Frage.

Stromgewinnung durch Ausnutzung der Wasserkraft hat Zukunft

Roger Aebi62

In alpinem Gelände liegt zwischen der Quellauffassung und dem kommunalen Trinkwasserbehälter ein beträchtlicher Höhenunterschied. In Trinkwasserkraftwerken werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Die örtliche Wasserversorgung wird mit einer örtlichen Stromerzeugung kombiniert. Mit garantierten Einspeisevergütungen amortisiert sich die Installation der Anlage schnell. Duktile Gussrohre mit zugfester Steckmuffen-Verbindung, den hohen Betriebsdrücken gewachsen, sind leicht einzubauen und trotzen mit ihrem robusten Werkstoff allen äußeren Belastungen.

Triebwasserleitung mit Teilstücken bis zu 80° Neigung – Elektrizitätswerk Plankenbach (San Cassiano)

Andreas Moser66

Mithilfe der garantierten Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energiequellen versuchen die Regierungen ihre CO₂-Reduktionsziele zu erreichen. Auch im vorliegenden Projekt spielt dieses Ziel eine wesentliche Rolle

Ductile cast iron pipes – “Arteries” for the snow-making system

Karl-Wilhelm Römer and Martin Schulte56

Around 20 million winter sports enthusiasts come to Germany's Sauerland mountains for a refreshing break or a holiday. Climate change is putting the region's economy at risk due to the lack of snow.

However, at heights below 1000 m the skiing season can be extended from 30 days to 80 days by the production of artificial snow. This is essential for the survival of the tourist industry. This article tells the impressive story of the design, planning and construction by the municipality of Willingen of a snow making system costing more than Euro 5 million, a process that never lost sight of the need for the environment to be respected and the natural landscape preserved. It is not only the authorities at federal state, district and municipality level who are bearing the financial burden. The ski-lift operators are paying a similar amount for snow canons and water intake points. Only ductile cast iron pipe systems could meet the requirements set by the internal pressure, ground conditions and laying technique.

Electricity generation by using the power of drinking water has a future

Roger Aebi62

In alpine terrain, drinking water is collected at springs and fed to covered reservoirs serving local communities. There are considerable heads between the two points. Hydroelectric plants powered by drinking water kill two birds with one stone: a local water supply is combined with local electricity generation. Guaranteed tariffs for electricity fed onto the grid mean that the plant and the installation work soon pay for themselves. Ductile cast iron pipes with restrained push-in joints are equal to the high operating pressures and are easy to install and their robust material will withstand any external loads.

Parts of a turbine penstock pipeline slope at up to 80° – The Plankenbach (San Cassiano) small hydroelectric power plant

Andreas Moser66

Governments try to achieve their CO₂ reduction targets by making guaranteed payments for electricity from renewable sources which is fed onto the grid. These same targets also have an important part to play in the economic success

für den wirtschaftlichen Erfolg eines Wasser-Kleinkraftwerkes in Südtirol. Eine bisher nur für Trinkwasser genutzte Quelfassung wird durch eine 1,2 km lange Turbinenleitung DN 300, PFA = 63 bar, erschlossen. Extremes Gefälle bis zu 80°, Einbau in Steilhängen, wo der Rohrgraben in den Fels gesprengt werden musste, akrobatische Leistungen des Baupersonals – mit duktilen Gussrohren lassen sich alle Probleme elegant lösen.

Mit duktilen Gussrohren gegen den Klimawandel

Stephan Hobohm 70

Das CO₂-Reduktionsprogramm, die Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Quellen und günstige topografische Randbedingungen geben dem Bau von Kleinwasserkraftwerken Auftrieb. In Garmisch-Partenkirchen konnte man eine in die Jahre gekommene Trinkwasserversorgung zu einer Kleinkraftwerksanlage aufbohren, welche in erster Linie Strom erzeugt, aber gleichzeitig als Reserve für die Trinkwasserversorgung dient. Im steilen Gebirge mussten die Rohrleitungsbauer extreme Schwierigkeiten überwinden. Dank der robusten duktilen Gussrohre mit längskraftschlüssigen Verbindungen und mechanisch hoch belastbarem Außenschutz verlief das Projekt wie geplant. Die Druckprüfung stand mit 61 bar auf Anhieb, das Kleinkraftwerk produziert seit einem Jahr Strom für 700 Vier-Personen-Haushalte. Die Gemeinde will in den nächsten zehn Jahren den Anteil an erneuerbarer Energie auf 40 % steigern.

System Gussrammpfahl – Einsatz, Verwendung, Vorteile am Beispiel des Solarenergieparks in Lebrija/Spain

Thomas Aumueller 78

Seit einigen Jahren wird das duktile Schleudergussrohr in leicht abgewandelter Form als Gründungspfahl im Spezialtiefbau angewendet. Er vereinigt mehrere Vorteile in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht, nämlich seinen einfachen Einbau ohne Spezialmaschinen. Ein einfacher Bagger mit angebaute Hydraulikhammer genügt. Verschnitt fällt nicht an, Reststücke können immer verwendet werden. In jüngerer Zeit wird seine Verwendung als Energiepfahl in Erdwärmesonden erprobt, was ihm in Zeiten zunehmender Förderung erneuerbarer Energien zusätzliches Potenzial verleiht.

of a small hydroelectric power plant in South Tyrol. A spring, formerly used only for drinking water production, is being used to feed a 1.2 km long DN300 turbine pipe with a PFA of 63 bars. With extreme gradients of up to 80°, pipe laying in steeply sloping trenches blasted in rock and other acrobatic feats called for – ductile cast iron pipe systems provided an elegant solution to all these problems.

Using ductile cast iron pipes to combat climate change

Stephan Hobohm 70

The CO₂ reduction programme, the feed-in tariff for electricity from renewable sources and favourable topographic conditions are factors that encourage the construction of small hydroelectric power plants. In Garmisch-Partenkirchen, an old line for drinking water has been increased in size to feed a small hydroelectric plant which mainly generates electricity but also provides a reserve supply of drinking water. In the steep mountainous terrain there were extreme difficulties that the pipeline layers had to overcome. Thanks to the rugged ductile cast iron pipes with restrained joints and heavy duty external protection, the project went off exactly as planned. The pressure test at 61 bars was passed at the first attempt and the small plant has been producing electricity for 700 4-person households for a year now. Over the next 10 years the community is looking to increase its proportion of renewable energy to 40 %.

The driven cast iron pile system – operation, use and advantages as illustrated by the Lebrija solar energy park in Spain

Thomas Aumueller 78

For the past few years, the centrifugally cast ductile cast iron pipe has been used in a slightly modified form as a foundation pile in special purpose foundation engineering. It combines a number of technical and economic advantages such as its simple installation without the use of any special machinery. A simple excavator with a hydraulic pile driving hammer fitted is all that is needed. No scrap sections have to be cut off and any leftovers can always be used. More recently, there have been trials of its use as an energy pile in geothermal tubes and this gives it additional potential in these times of increasing promotion of renewable energies.

Verbindungssammler im Altbergbauegebiet der Gemeinde Deuben im Burgenlandkreis

Von Heiko Schiemann und Hendrik Kahnt

1 Einleitung

Die Gemeinde Deuben befindet sich im Burgenlandkreis und ist geprägt durch bergbauliche Arbeiten, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts zurückreichen. Die Gemeinde besteht aus den Ortsteilen Naundorf, Deuben, Wildschütz und Nödlitz. Praktisch in allen Ortsteilen wurde im Tage- und Tiefbau bis in Teufen um 25 m Braunkohle abgebaut. Die Gemeinde Deuben war abwasserseitig zu erschließen. Hierzu musste eine Schmutzwasserkanalisation für 1.100 Einwohner gebaut werden.

2 Planung

Von Anfang an wurde darauf Wert gelegt, die später anfallenden laufenden Kosten zu minimieren und entsprechende Kanaltrassen zu suchen.

Die Variante einer Druckleitung mit Abwasserhebeanlage wurde bereits in der Phase der Variantenuntersuchung ausgeschlossen.

Leider stand aufgrund der Höhen- und Grundstücksverhältnisse nur eine Trasse zur Verfügung, die die Errichtung eines Freispiegelkanals zuließ. In dieser Trasse befanden sich Altbergbaubereiche.

Durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) Sachsen-Anhalt wurden Unterlagen zur Verfügung gestellt, mit welchen die Tiefbaustrecken des Bergbaues örtlich einzuordnen waren (**Bilder 1 und 2**). Es handelte sich dabei um Tiefbaustrecken der Grube „Emilie“. An den Strecken und Schächten, die ehemals mit Holzbau und Mauerwerk gesichert waren, wurden 1975 bis 1976 und 1995 Verwahrarbeiten ausgeführt. Es war bekannt, dass der Versatz in den Strecken unvollständig ist und wegen schwankender Grundwasserstände das Versatz-



Bild 1:
Übersichtsplan des Trassenverlaufs von Naundorf bis Zombschen
(blaue Flächen – Bergsenkungsgebiete)

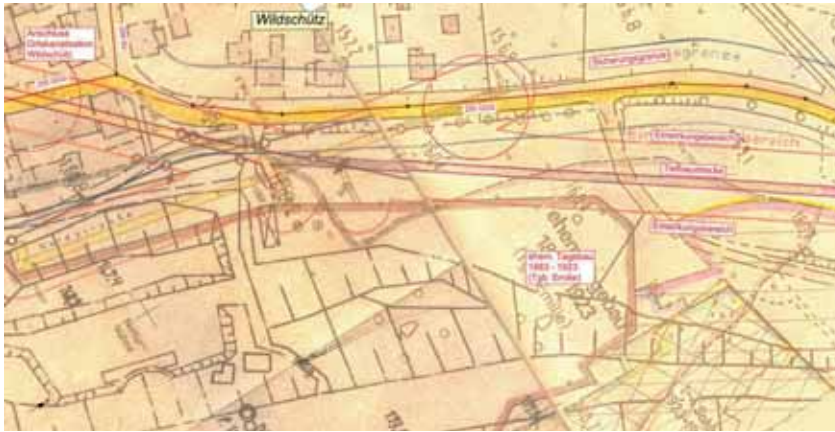


Bild 2:
Detail Bergsenkungsgebiet –
Auszug aus dem Planwerk
des LAGB

material in noch offen gebliebene Streckenteile ausfließen kann. Damit waren Tagesbrüche nicht auszuschließen. In diesem Gebiet gab es bereits Tagesbrüche mit einer Größe von etwa 3 m Durchmesser.

Es war daher ein Rohrmaterial auszuwählen, das solche Tagesbrüche überbrückt, ohne dass das Abwasser in den darunter liegenden Tiefbaubereich versickert. Das Bergamt befürchtet, dass Wasserzutritt weitere Setzungen auslöst.

3 Wahl des Rohrmaterials

Das zu wählende Rohrmaterial musste die Forderung nach hoher Längsstabilität erfüllen. Das Rohr sollte die zu erwartenden 3 m breiten trichterförmigen Einbrüche ohne Bruchgefahr überbrücken können. Damit schieden Steinzeug-Rohre mit ihren üblichen Baulängen bis zu 2,50 m aus. Kunststoffrohre wie PVC-, KG- und PE-Rohre konnten die statischen Anordnungen nicht erfüllen.

Mit dem duktilen Gussrohr war das infrage kommende Material gefunden. Das Rohr aus duktilem Gusseisen wird in 6 m Länge geliefert. Dies ermöglicht die Überbrückung der zu erwartenden 3 m breiten Trichter. Statische Berechnungen vor der Ausführung erbrachten den Standsicherheitsnachweis für die gewählten Rohre. Der Nachweis wurde für zwei Extremsituationen geführt, zum einen als Träger auf zwei Stützen und zum anderen als eingespannter Kragarm.

Eine weitere Aufgabe musste die Rohrleitung zusätzlich erfüllen: Selbst im Fall des Auftretens eines Bodentrichters sollte sie das Abwasser solange weiter ableiten, bis Maßnahmen zur Sicherung des entstandenen Trichters ausgeführt werden können. Es musste ausgeschlossen

werden, dass austretendes Abwasser noch weitere Setzungen verursacht. Aus diesem Grund wurden längskraftschlüssige BLS® - Steckmuffen-Verbindungen eingesetzt. Diese Art der Steckmuffen-Verbindung hat den Vorteil, dass bei Setzungen die resultierenden Längskräfte auf die nachfolgenden Rohre übertragen und in den stabilen Bereich des Baugrundes übertragen werden können, ohne dass dabei eine Steckmuffen-Verbindung auseinander gezogen und undicht wird.

4 Baudurchführung

Der Verbindungssammler wurde aus duktilen Gussrohren DN 200 und DN 250 nach DIN EN 598 mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen nach DIN 28603 hergestellt. Die duktilen Kanalrohre sind mit Zementmörtel ausgekleidet und haben außen einen Zinküberzug mit Epoxidharz-Deckbeschichtung (**Bild 3**). Im Bergsenkungsgebiet wurden Rohre DN 250



Bild 3:
Duktile Gussrohre nach DIN EN 598
mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen

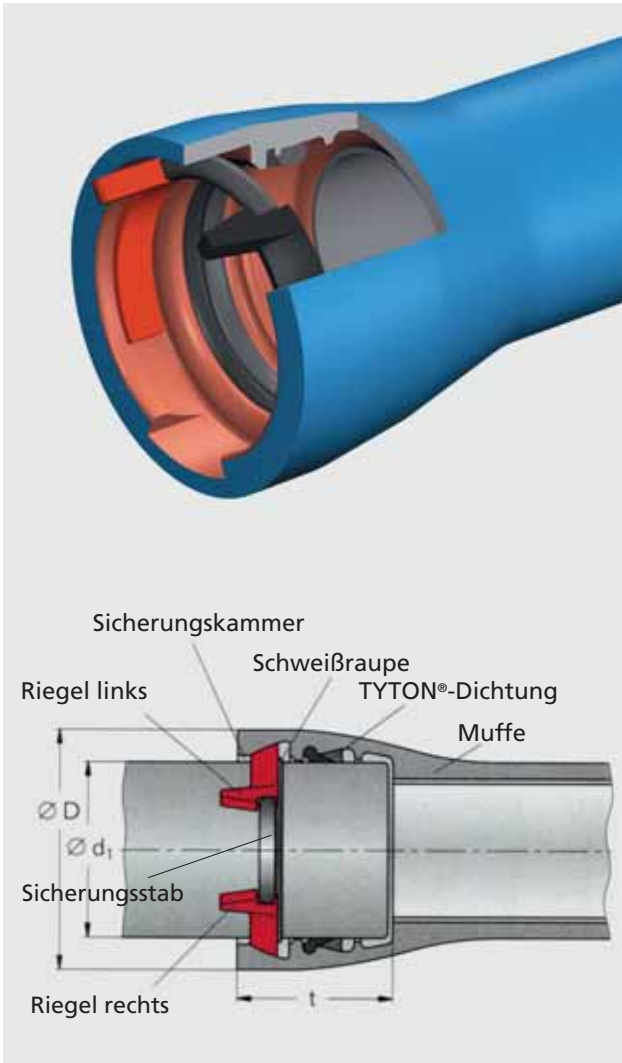


Bild 4:
Aufbau der
BLS® - Steckmuffen-Verbindung

Das Bodenwasser musste außerhalb des Einflussbereiches vom Bergbau abgeleitet werden. Da Braunkohleeinlagerungen direkt im Rohrgraben anzutreffen waren, musste die Grabensohle stabilisiert werden. Die nicht tragfähigen Braunkohlebereiche wurden, so weit es möglich war, durch verdichtungsfähiges Material ersetzt. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Braunkohlelagen zu kleineren Setzungen führen. Mit den schubgesicherten Steckmuffen-Verbindungen, die bis zu 4° abwinkelbar sind, fängt die Leitung auch kleinere Setzungen ab, ohne dass sie ihre Funktion als abwasserdichtetes System verliert.



Bild 5:
Betonschachtunterteil mit zugfestem
VRS-Schachtanschlussstück

der Wanddickenklasse K 9 mit längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindungen (**Bild 4**) eingebaut.

Die Schachtunterteile wurden monolithisch mit eingegossenen zugfesten VRS-Schachtanschlussstücken hergestellt (**Bild 5**). Insgesamt wurden 62 Schächte eingebaut. Für die Hausanschlussleitungen wurden ebenfalls duktile Gussrohre gewählt. Die Hausanschlussleitungen wurden mit MMB-Stücken an den Verbindungssammler angeschlossen.

Im Zuge der Baumaßnahme wurde besonders auf die Sicherung der Baugrubenwände und auf die Wasserhaltung geachtet. Durch den bauausführenden Betrieb Meliorations-, Straßen- und Tiefbau GmbH Laucha wurde hierfür ein Gleitschienenverbau eingesetzt (**Bild 6**). Die Wasserhaltung erfolgte über Drainageleitungen in offener Bauweise.



Bild 6:
Baugrube mit Gleitschienenverbau

Tabelle 1:

Leitungsrelevante Eckdaten der Baumaßnahme

Rohrleitung	Nennweite	Länge
Duktile Gussrohrleitung mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindung	DN 250	2.400 m
	DN 200	700 m
Duktile Gussrohrleitung mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung	DN 250	800 m

Zur Vermeidung einer Drainagewirkung entlang der Leitung wurde der verfüllte Graben alle 25 m mit Querriegeln aus Beton oder bindigem Material unterbrochen.

Tabelle 1 enthält die leitungsrelevanten Eckdaten der Baumaßnahme.

Die gesamten Baukosten beliefen sich auf 910.000 Euro brutto.

5 Zusammenfassung

Trotz der schwierigen Randbedingungen durch den Altbergbau konnte die Baumaßnahme mit 3.900 m duktilen Gussrohren DN 250 innerhalb von nur vier Monaten realisiert werden. Durch kompetente Bauunternehmen sowie eine konsequente Bauüberwachung und Rechenkontrolle wurde ein pauschaler Preis pro eingebautem Meter Rohr von 196 Euro netto erzielt. Dieser Meterpreis ist nicht besonders hoch, vor allem, wenn er mit Rohrleitungsbaumaßnahmen mit geringeren Baugrundproblemen verglichen wird. Das eingesetzte duktile Guss-Rohrsystem trug bei dieser anspruchsvollen Baumaßnahme zum wirtschaftlichen Erfolg bei.

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Schiemann
Walter + Partner GbR
Beratende Ingenieure VBI
Kleingärtnerstraße 10
06682 Teuchern/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 43/50-1 13
E-Mail: walter.partner@wup-te.de

Dipl.-Ing. (BA) Hendrik Kahnt
Walter + Partner GbR
Beratende Ingenieure VBI
Kleingärtnerstraße 10
06682 Teuchern/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 43/50-1 19
E-Mail: walter.partner@wup-te.de

Bauherren

AZV Oberes Rippachtal
Krautbrückenweg 1
06679 Hohenmölsen OT Zembschen/
Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 41/3 31 44

ZWA Bad Dürrenberg
Thomas-Müntzer-Straße 11
06231 Bad Dürrenberg/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 62/54 25-0
E-Mail: info@zwa-badduerrenberg.de

Planung und Bauüberwachung

WALTER + PARTNER GbR
Beratende Ingenieure VBI
Kleingärtnerstraße 10
06682 Teuchern/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 43/50-0
E-Mail: walter.partner@wup-te.de

Bauausführung

Meliorations-, Straßen- und
Tiefbau GmbH
Nebraer Straße 103
06636 Laucha/Unstrut/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 62/31-3
E-Mail: info@mst-laucha.de

HIESTRO-Bau GmbH
Pegauer Straße 50
06682 Nessa/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 44 43/6 00-0
E-Mail: info@hiestro.de

Begehbarer Abwasserviadukt „Gämpi“ – Abwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 400 mit Polyurethan-Auskleidung

Von Urs Lang

1 Einleitung

Der alte Abwasserhauptsammler der Gemeinde Adligenswil (DN 400, Faserzementrohre) lag in einer erosions- und rutschempfindlichen Hanglage oberhalb des Würzenbachs. Nach 50 Jahren wurde er mit duktilen Gussrohren DN 400 mit Polyurethan-Auskleidung erneuert.

2 Der Viadukt „Gämpi“

Die Abwasserhauptsammelleitung der Gemeinde Adligenswil führt von Adligenswil Richtung Würzenbach. Im Gebiet „Gämpi“ liegt die Leitung aus Faserzementrohren DN 400 auf einer Länge von etwa 80 m über dem Terrain auf Stahlträgern (Viadukt). Die Leitung führt an einem steilen, unwegsamen und stark erosions- und rutschempfindlichen Hang oberhalb des Würzenbachs entlang durch den Wald (**Bild 1**).

Der Viadukt ist genau so alt wie die Rohrleitung und sanierungsbedürftig. Teilweise waren seine Fundamente abgerutscht und beschädigt (**Bild 2**). Es bestand die Gefahr, dass der alte

Viadukt und die Leitung durch Erosion und Hangrutsch weiter zerstört würden und dadurch Abwasser in den Würzenbach gelangen könnte. Der Zugang zur Leitung und damit auch ihr Unterhalt waren erschwert.

3 Das Sanierungsprojekt

Nach einem Variantenstudium wurde im Juni 2008 entschieden, dass eine neue Abwasserhauptsammelleitung auf einem Viadukt außerhalb des erosions- und rutschempfindlichen Hanges gebaut werden soll. Folgende Anforderungen waren zu erfüllen:

- wesentliche Verbesserung von Sicherheit, Schutz und Zugänglichkeit der Abwasserleitung,
- Schutz der Abwasserleitung vor umstürzenden Bäumen,
- Gründung des Viadukts außerhalb des Rutschhanges,
- Begehbarkeit des neuen Viadukts zur Vereinfachung der Unterhaltsarbeiten und
- Verbesserung des geringen Längsgefälles im Vergleich zur alten Leitung.



Bild 1:
Der alte Viadukt „Gämpi“



Bild 2:
Destabilisierte, abgerutschte Fundamente

Der neue Viadukt „Gämpi“ wurde östlich vom alten Viadukt außerhalb des erosions- und rutschempfindlichen Hangs ausgeführt. Damit konnte die Leitung auch verkürzt und das neue Gefälle auf rund 0,6 % optimiert werden. Im Übergang zur bestehenden Leitung wurde im Norden ein neuer Kontrollschacht erbaut, im Süden der bestehende Schacht verwendet. Der ausgeführte Viadukt weist eine Gesamtlänge von 67 m auf, hat eine Breite von 1,5 m und eine maximale Höhe oberhalb Geländeoberkante (OK Gelände) von ungefähr 9,0 m. Er hat im Grundriss einen Knick von 30° und wurde 3-feldrig (23 m/24 m/20 m) mit zwei Zwischenabstützungen ausgeführt. Eine Übersicht der wesentlichen Konstruktionsmaße des neuen Viadukts enthält **Tabelle 1**.

Die Stahlkonstruktion des Viadukts besteht aus zwei seitlichen Längsträgern, Querträgern und einer Abdeckung aus begehbaren Gitterrosten für Unterhaltsarbeiten. Die Widerlager und die Fundamente der beiden Zwischenabstützungen wurden betoniert und auf Gletschergeröll

Tabelle 1:
Konstruktionsmaße des neuen Viadukts „Gämpi“

Konstruktion	Maß
Viadukt-Länge	67 m (3 Felder à 23 m, 24 m und 20 m)
Viadukt-Breite	1,5 m
Viadukt-Höhe	max. 9 m ab OK Gelände
Leitungslänge	80 m
Leitungsgefälle	0,6 %

(Moräne) gegründet. Im Bereich des Bachufers des Würzenbachs sind die Fundamente mit Störsteinen (Wursteine = Blocksteine) zur Verbesserung des Strömungsprofils geschützt. Die Zwischenabstützungen sind in verzinktem Stahl mit räumlich verstreuten Rohren ausgeführt. Wegen des schwierigen, unwegsamen Geländes wurde das ganze Projekt hinsichtlich seiner Bauteile auf den Transport mit dem Helikopter abgestimmt.

Die Kanalisationsleitung befindet sich zwischen den Stahllängsträgern des Viadukts (**Bild 3**) und erfährt somit einen größtmöglichen Schutz vor Baumschlag. Für die Werkstoffwahl des duktilen Abwasserkanals waren die folgenden Faktoren entscheidend:

- sehr hohe Schleppkraft durch kleinsten Reibungswiderstand ($k < 0,01 \text{ mm}$),
- hohe Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes duktilen Gusseisen und damit einhergehend geringes Gewicht der Rohrleitung,
- größte Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb und
- einfache, schnelle und sichere Verbindungstechnik.

Diese Anforderungen wurden von einem duktilen Abwasserrohr DN 400 mit PUR-Auskleidung in Verbindung mit der hydrotight-Schubsicherung am besten erfüllt.

4 Die Ausführungsphase

Wegen der schwierigen Geländebedingungen wäre der Bau einer geeigneten Zufahrt zu teuer gewesen. Das ganze Projekt vom Bau der Betonfundamente bis zur Montage der Rohre musste also für einen Einsatz mit Transporthubschraubern geplant werden (**Bilder 4, 5 und 6**). Die

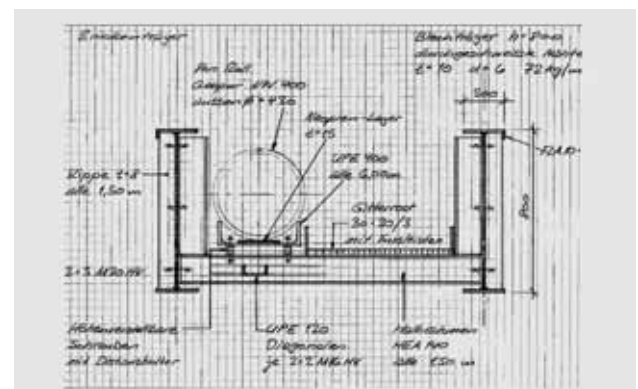


Bild 3:
Querschnittzeichnung des Viadukts



Bild 4:
Transporthubschrauber



Bild 6:
Der begehbare Abwasserviadukt „Gämpi“ mit geopur-Rohren DN 400 und deren Transport



Bild 5:
Einschweben der duktilen Abwasserrohre



Bild 7:
Duktiles Gussrohr mit Polyurethan-Auskleidung (PUR) und äußerem Zinküberzug mit bituminöser Deckbeschichtung

planmäßige Realisierung wird allen Beteiligten als spektakuläres Ereignis und Beispiel eines perfekten Zusammenspiels von Bauherrn, Ingenieur, Bauunternehmer und Lieferanten in Erinnerung bleiben.

Durch die Verschiebung nach Osten konnte der neue Viadukt unabhängig vom alten und ohne Provisorien gebaut werden. Dies war zwingend erforderlich, weil die bestehende Kanalisation viel Wasser führt. Der Zusammenschluss der alten mit der neuen Leitung musste deshalb innerhalb kürzester Zeit geschehen. Die neue 80 m lange Abwasserleitung wurde innerhalb einer Stunde eingebaut – einschließlich des Helikoptertransportes der duktilen Kanalrohre über 500 m und Montage der längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen.

Dem Knick des Viadukts folgt die Leitung mit einem 30°-Bogen mit längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen. Aus Zeitgründen wurde der Bogen schon am Zwischenlager mit der außen liegenden Schubsicherung hydro-tight an das geopur-Rohr (**Bild 7**) vormontiert. So konnte es an der Verwendungsstelle sofort mit dem bereits eingebauten duktilen Gussrohr zusammengesteckt werden.

Nach den erfolgreichen Bau- und Rohrleitungsbauarbeiten und der Inbetriebnahme der neuen Leitung im Jahr 2009 wurde die alte Leitung abgebrochen, per Helikopter ausgeflogen und fachgerecht entsorgt.

Autor

Urs Lang
Bucher + Dillier
Ingenieur-Unternehmung AG
Industriestrasse 6
6000 Luzern/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 3 68 07 64
E-Mail: u.lang@bucher-dillier.ch

Bauherr

Einwohnergemeinde Adligenswil
Gemeindeammann Markus Sigrist
Dorfstrasse 4
6043 Adligenswil/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 3 75 77 22
E-Mail: markus.sigrist@adligenswil.ch

Projekt und Bauleitung

Bucher + Dillier
Ingenieur-Unternehmung AG
Urs Lang
Industriestrasse 6
6000 Luzern/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 3 68 07 64
E-Mail: u.lang@bucher-dillier.ch

Bauunternehmung

Schmid Bauunternehmung AG
René Schurtenberger
Neuhaltenring 1
6030 Ebikon/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 4 44 40 27
E-Mail: rene.schurtenberger@schmid.lu

Stahlbau

Mauchle Metallbau AG
Pfrundmatte 4
6210 Sursee/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 9 25 12 51
E-Mail: info@mauchleag.ch

Rohreinbau

Schacher Sanitär
Gido Schacher
Dottenbergstrasse 15
6043 Adligenswil/Schweiz
Telefon: +41 (0)41 / 3 70 30 30
E-Mail: info@schacher-sanitaer.ch

Kanalgussrohre auch in großen Dimensionen

Neuordnung der Mischwasserkanalisation in der Kerngemeinde Willingen/Upland

Von Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer

1 Einleitung

Die Gemeinde Willingen/Upland mit 3.500 Einwohnern liegt auf 584,10 m ü. NN zwischen dem hessischen Westerwald und dem Rothaargebirge im Südwestteil der Region Upland. Ihr vielseitiges Freizeitangebot hat die Gemeinde zu einem beliebten Ferienort gemacht. Berühmt ist der Ort durch seine jährlich wiederkehrenden Top-Events wie das FIS-Weltcup-Skispringen, das Mountainbike-Festival oder die Alphornmesse.

Die Kerngemeinde Willingen/Upland wird überwiegend im Mischsystem entwässert, die Abwässer werden in der unterhalb der Ortslage befindlichen Kläranlage behandelt. Die Aufsichtsbehörde verlangte eine Sanierung und setzte Fristen zum Um- und Neubau von Abwasseranlagen einschließlich der zugehörigen Bauwerke. Die Sanierung des Kanalsammlers in der Schwalefelder Straße ist Teil der Gesamtsanierung des Abwassernetzes.

2 Ausgangssituation

Für das gesamte Entwässerungsnetz der Kerngemeinde Willingen/Upland wurde eine hydrodynamische Berechnung durchgeführt, aus der sich die Rohrdurchmesser, Überstau- und Überflutungshäufigkeiten ergaben. Diese Berechnungen zeigten, dass eine komplette Neuordnung des Abwassersammlers in der Schwalefelder Straße erforderlich war. Das in der Schwalefelder Straße gelegene alte Regenüberlaufbauwerk entsprach nicht mehr den hydraulischen Bemessungswerten und baulich gesehen nicht mehr den Regeln der Technik. Wegen der bestehenden Rohrdimensionen war eine Sanierung des Bestandsnetzes nicht möglich; der Abwassersammler musste neu gebaut

werden. Wegen des anstehenden felsigen Untergrundes konnte der neue Kanalsammler ausschließlich in konventioneller Bauweise gebaut werden. Der Gemeindevorstand der Gemeinde Willingen/Upland beauftragte das Ingenieurbüro Oppermann GmbH aus Vellmar mit der Planung und der Bau- und Oberbauleitung (**Bild 1**).

Während der Bauarbeiten musste die Vorflut im gesamten Hauptsammler in der Schwalefelder Straße aufrechterhalten werden. Auch für die Geschäfte, Betriebe und Pensionen musste während der gesamten Bauzeit der Anlieger- und Zulieferverkehr aufrechterhalten bleiben, wodurch die Errichtung von Zwischenbauständen während der Bauausführung notwendig wurde. Weitere Erschwernisse waren der Abbruch des alten Regenüberlaufbauwerkes und der Neubau einer neuen Regenentlastungsanlage in Höhe eines mehrgeschossigen, auf Gewölbepfeilern gegründeten Ständerhauses. Der vorhandene Mischwasserkanal zur Kläranlage musste, wie erwähnt, im Querschnitt vergrößert werden, ebenso der Entlastungskanal vom Regenüberlaufbauwerk zum Vorfluter Itterbach. Infolge der Baumaßnahme mussten das vorhandene Kabelnetz sowie die Gasleitung teilweise um- bzw. neu gebaut werden, was zu weiteren erheblichen Erschwernissen führte.

3 Wahl des Rohrmateriales

Wegen der geringen Erdüberdeckung des Entlastungskanals und wegen eines erforderlichen Rohrquerschnitts von DN 1400 bedurfte es einer intensiven Gesamtplanung. Da auch ein Betonrahmen-Rechteckkanal wegen Platzmangels und zu geringer Überdeckung nicht realisierbar war, entschied sich der Auftraggeber

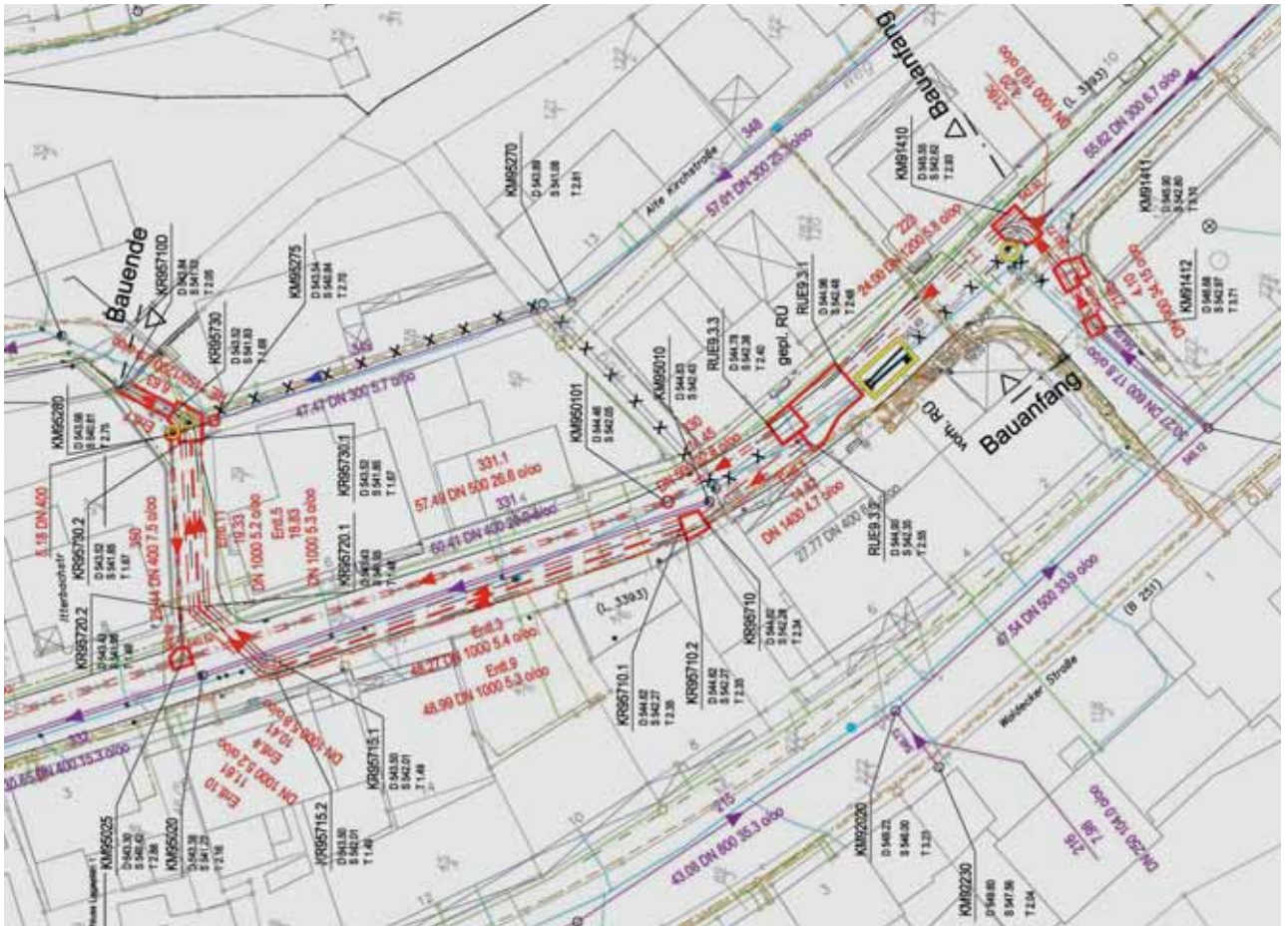


Bild 1:
Ausführungslageplan Kanalsammler Schwalefelder Straße in Willingen/Upland

mit dem Ingenieurbüro für die Verwendung von duktilen Gussrohren nach DIN EN 598 für das gesamte zu erneuernde Abwassersystem (**Bild 2**). Diese Rohre sind standardmäßig mit Tonerdezementmörtel ausgekleidet und außen durch einen Zink-Überzug mit Deckbeschichtung geschützt (**Bild 3**).

Die TYTON® - Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28603 hat sich bereits seit Jahrzehnten bei Trinkwasser- und Abwasserrohrleitungssystemen bewährt. Die Abwasserrohre aus duktilem Gusseisen sind hoch belastbar, bruchsicher und eignen sich hervorragend bei geringer Erdüberdeckung zur Aufnahme von hohen Erd- und Verkehrslasten.



Bild 2:
Duktile Kanalrohre mit Tonerdezementmörtel-Auskleidung als Innenschutz und Außenschutz mit Zinküberzug und Deckbeschichtung



Bild 3:
Duktiler Kanalrohr DN 500 nach DIN EN 598



Bild 4:
Sicherung des Ständerhauses mittels
überschnittener Bohrfahlwand



Bild 6:
Entlastungskanal des Regenüberlaufbauwerkes als
Doppelleitung aus duktilen Gussrohren DN 1000



Bild 5:
Ablaufkanal DN 1400
vom Regenüberlaufbecken



Bild 7:
Erdüberdeckter Entlastungskanal
(Doppelleitung DN 1000)

4 Ausführung der Baumaßnahme

Die geplante Baumaßnahme war durch folgende erhebliche Schwierigkeiten geprägt:

- felsiger Baugrund,
- Lage des Altkanals,
- Aufrechterhaltung der Vorflut,
- vorhandene Versorgungsleitungen,
- vorhandene Bebauung,
- Aufrechterhaltung des Anlieger- und Zulieferverkehrs,
- sehr kurze Bauzeit.

Daher wurde ein öffentlicher Teilnehmerwettbewerb ausgeschrieben, um bereits im Vorfeld die Fachkunde und Leistungsfähigkeit der Bieter überprüfen zu können. Die im Anschluss durchgeführte beschränkte Ausschreibung gewann die fachkundige und leistungsfähige Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Rohde/Wachenfeld aus dem Landkreis Waldeck-Frankenberg. Während der gesamten Bauzeit blieb der vor-

handene Mischwassersammler in Betrieb, der neue Sammler aus duktilen Gussrohren DN 500 wurde parallel rechts- bzw. linksseitig bis zum neuen Regenüberlaufbauwerk eingebaut.

Zur Sicherung des mehrgeschossigen Ständerhauses wurde eine überschnittene Bohrfahlwand mit Rückverankerung (**Bild 4**) hergestellt. Es sei erwähnt, dass bei der Ausführung der Kanalbauarbeiten und den anschließenden Straßenbauarbeiten keinerlei Gebäudeschäden aufgetreten sind.

Der vorhandene Regenüberlauf wurde abschnittsweise abgebrochen und durch einen Neubau ersetzt. Wegen der geringen Tiefenlage und der Kreuzung mit dem Mischwassersammler konnte die Entlastungsleitung des neuen Regenüberlaufbauwerkes nicht durchgängig in der Nennweite DN 1400 (**Bild 5**) hergestellt werden; daher wurde zur Aufnahme der Entlastungswassermenge ($Q_{ab} = 3.059 \text{ L/s}$) im wei-



Bild 8:
Doppelmuffenbögen
aus duktilem Gusseisen DN 1000



Bild 10:
Stahlbetonfertigteile mit vormontiertem Gelenkstück
aus duktilem Gussrohr DN 500



Bild 9:
Eingebaute Doppelmuffenbögen DN 1000



Bild 11:
Stahlbetonfertigteilschacht mit Schachtanschluss-
stücken aus duktilem Gusseisen

teren Verlauf eine Doppelleitung aus duktilen Kanalrohren DN 1000 (**Bilder 6 und 7**) gebaut. Hier erwies sich die geringe Wanddicke des Abwasserrohres aus duktilem Gusseisen als erheblicher Vorteil gegenüber einem Abwasserrohr aus Stahlbeton.

Die Richtung des Entlastungskanals von der Schwalefelder Straße in die Itterbachstraße wurde mittels Doppelmuffenbogen DN 1000 (insgesamt sechs Stück) geändert (**Bilder 8 und 9**). Vor der Einmündung in den Itterbach wurden die beiden parallel eingebauten Entlastungskanäle in einem Bauwerk vereinigt und mittels Rechteck-Rahmenprofil in die Flügelwand des Brückenbauwerks eingebunden. im Bereich der beiden Entlastungsrohrleitungen wurden die Rohre mit Dämmern ummantelt.



Bild 12:
Herstellung von Kanalhausanschlüssen mittels
Anbohrsatelstücken aus duktilem Gusseisen

Für die Einbindung der Rohrleitungen in die Stahlbetonfertigteilschächte (**Bilder 10 und 11**) sowie in die Ortbetonbauwerke wurden Schachtanschlussstücke aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 598 verwendet. Die Kanalhausanschlüsse wurden mit Anbohrstattelstücken aus duktilem Gusseisen (**Bild 12**) hergestellt. Der Zulaufsammler zum neuen Regenüberlaufbauwerk besteht ebenfalls aus duktilen Gussrohren DN 900 bis DN 1200.

Trotz ihrer Baulänge von 6 m waren die duktilen Gussrohre jederzeit einfach zu handhaben. Auch die Rohrschnitte zur Herstellung von erforderlichen Passrohren sind einfach. Bei allen Fragen zum Rohreinbau sowie bei der zeitlichen Abfolge der Materiallieferung war der Außendienst des Rohrherstellers immer ansprechbar und vor Ort, sodass keinerlei Stillstandszeiten bei der Bauausführung entstanden.

5 Schlussbetrachtung

Mit den Kanalrohren aus duktilem Gusseisen wurde für die Neuordnung der Abwassersammler in der Schwalefelder Straße in Willingen/Upland die richtige Wahl getroffen. Auch bei geringer Erdüberdeckung kann die Rohrleitung sofort nach dem Einbau ohne zusätzliche Baumaßnahmen belastet werden. Dies und die fachkundige Ausführung der Bauarbeiten ermöglichte die Fertigstellung der Baumaßnahme im Jahr 2006 noch vier Wochen vor dem geplanten Endtermin. Auf diesem Weg sei nochmals all denen gedankt, die an dem guten Gelingen beteiligt waren.

Autoren

Dipl.-Ing. Ingolf Bittermann
Oppermann GmbH
Ingenieurbüro – Beratende Ingenieure
Adalbert-Stifter-Straße 19
34246 Vellmar/Deutschland
Telefon: +49 (0)5 61/8 29 07-63
E-Mail:
ingolf.bittermann@oppermann-ingenieure.de

Karl-Wilhelm Römer
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Verkaufsbüro Kassel
Schweinsbühl, Kerbelweg 6
34519 Diemelsee/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 32/92 22 52
E-Mail: karl-wilhelm.roemer@gussrohre.com

Bauherr

Gemeinde Willingen (Upland)
Dipl.-Ing. Walter Frosch
Waldecker Straße 12
34508 Willingen/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 32/40 10
E-Mail: post@gemeinde-willingen.de

Planung und Bauleitung

Oppermann GmbH
Ingenieurbüro – Beratende Ingenieure
Dipl.-Ing. Ingolf Bittermann
Adalbert-Stifter-Straße 19
34246 Vellmar/Deutschland
Telefon: +49 (0)5 61/8 29 07-63
E-Mail:
ingolf.bittermann@oppermann-ingenieure.de

Bauausführung

ARGE Rohde/WACHENFELD

Heinrich Rohde
Tief- und Straßenbau GmbH
Jahnstraße 18
34497 Korbach/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 31/56 03-0
E-Mail: info@rohde-bau.de

JOH. WACHENFELD GMBH & Co. KG
Frankenberger Landstraße 8
34497 Korbach/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 31/9 50-0
E-Mail: info@wachenfeld-bau.de

Zwischenbilanz

Lebensadern aus duktilem Gusseisen für den neuen Großflughafen Berlin Brandenburg International (BBI)

Von Lutz Rau

1 Beschreibung der Großbaustelle

Die Großbaustelle befindet sich am südöstlichen Rande Berlins und nutzt den bereits bestehenden Flughafen Schönefeld (**Bild 1**). Im Projekt des Großflughafens BBI verbindet sich neben dem eigentlichen Flughafenneubau unter Aufrechterhaltung des normalen Flugbetriebes auch die komplette Neuordnung der Verkehrsanbindungen zur Hauptstadt und zum Umland. Der künftige Flughafen wird durch das Autobahnkreuz Schönefeld mit dem Zubringer zur Hauptstadt Berlin und den Bahnanbindungen, einschließlich S-Bahn, erschlossen.

Für das größte deutsche Verkehrsprojekt sind eine Vielzahl von Ver- und Entsorgungsleitungen notwendig. Wegen der hohen Anforderungen hinsichtlich Langlebigkeit und Sicherheit beim Betrieb von Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung vertrauen Auftraggeber und Planer duktilen Gussrohren nach DIN EN 545 bzw. DIN EN 598 und den Schubsicherungssystemen TYTON®-BRS® und TYTON®-BLS®.

Umfangreiche Leitungsumlegungen (**Bild 2**) sowie eine Regenwasserableitung bereiteten in den Jahren 2004 bis 2007 den Bau vor. Zusammen wurden dabei etwa 25 km duktile Gussrohre für den Trink- und Abwassertransport im Nennweitenbereich zwischen DN 150 und DN 700 eingebaut.

2 Äußere abwassertechnische Erschließung

Die Abwassertransportleitung mit rund 4.000 m duktilen Kanalrohren DN 600 und etwa 1.500 m DN 400 zwischen dem Flughafengelände und der Abwasseraufbereitungsanlage Waßmannsdorf wird derzeit in Betrieb genommen. Eine



Bild 1:
Aufrechterhaltung des Flugbetriebes trotz der Großbaustelle BBI



Bild 2:
Leitungsumlegungen zur Vorbereitung des Baufeldes



Bild 3:
An der Trasse ausgelegte Trinkwasser- und Abwasserrohre DN 300 im Bereich des Paralleleinbaus



Bild 5:
Duktile Trinkwasserleitung DN 600 im Bereich Kienberg



Bild 4:
Paralleleinbau von duktilen Trinkwasser- und Abwasserrohren



Bild 6:
Montage und Einschub einer duktilen Trinkwasserleitung DN 300 mittels Spezialtechnik

alte „Hume“-Trinkwasserleitung musste hierzu umgelegt werden, dies geschah ebenfalls mit duktilen Gussrohren DN 600 in der Wanddickenklasse K 10 mit dem Schubsicherungssystem BRS® (**Bilder 3 und 4**).

Die Rohrleitungsneubauten auf dem eigentlichen Klärwerksgelände (Rohrleitungslänge ungefähr 1.000 m in verschiedenen Nennweiten) wurden von den Berliner Wasserbetrieben (BWB) ebenfalls mit duktilen Gussrohren ausgeführt.

3 Äußere trinkwassertechnische Erschließung

Aus der umgelegten neuen duktilen Gussrohrleitung DN 600 versorgt der Märkische Abwasser- und Wasserverband (MAWV) über eine weitere duktile Gussleitung DN 400 den Flughafen täglich mit etwa 2.000 m³ frischem Trinkwasser, was dem Bedarf einer Kleinstadt von ungefähr 20.000 Einwohnern entspricht. Diese Liefermenge kann in Spitzenzeiten auf 5.500 m³ erhöht werden. Die Anschlussleitung ist im

Oktober 2009 in Betrieb genommen worden. Zur Versorgungssicherheit wird noch eine weitere Leitung angeschlossen werden. Zurzeit laufen im Ortsbereich Kienberg die Bauarbeiten für zwei Trinkwasserleitungen DN 300 und DN 600 (**Bild 5**), bei welchen ebenfalls duktile Gussrohre mit dem TYTON®-BRS® - System eingesetzt werden.

4 Innere Erschließung

Für die innere Erschließung wurde die „ARGE BBI GU XI Ver- und Entsorgung“, bestehend aus zwei namhaften Berliner Bauunternehmen, beauftragt. Seit Januar 2008 verbaut sie neben einer Vielzahl weiterer Medienleitungen unter anderem 26 km Trink- und Abwasserleitungen aus duktilem Gusseisen der Nennweiten DN 80 bis DN 400 mit BLS®- bzw. BRS®-Schubsicherungen (**Bild 6**). Die ARGE liegt nach 22 Monaten mit der Umsetzung von 80 % des Bauvolumens gut im Plan. Herausforderungen sind neben den wechselnden Bodenverhält-



Bild 7:
Nachträglich verschwenkter Leitungsabschnitt
DN 300 für den Hydranteneinbau



Bild 8:
Dükerung einer späteren Baumaßnahme mit duktilen
Kanal-Druckrohren DN 400

nissen und dem Wetter auch die sich nahezu täglich ändernden Baufeldgegebenheiten und auch die beginnenden Hochbaumaßnahmen. Dies setzt flexibles Bauen, teilweise sozusagen „auf Zuruf“ voraus, wenn Teilabschnitte kurzfristig zu realisieren sind (**Bilder 7 und 8**). Schutzrohrstrecken müssen vorgestreckt und mit Medienrohren bestückt werden (**Bild 9**). Der Schwerpunkt der zurzeit einzubauenden Rohre liegt noch in den Hauptleitungssystemen DN 300 und DN 400. Kleinere Leitungsnetze folgen im Endausbau. Die fertig gestellten Leitungsabschnitte werden druckgeprüft und desinfiziert. Vor der eigentlichen Inbetriebnahme müssen diese Rohrleitungen aus trinkwasserhygienischen Gründen nochmals desinfiziert werden.

5 Tunnel für die Schienenanbindung

Zur Entwässerung des Bahntunnels mit dem Bahnhof unter dem Flughafenterminal werden durch eine Berliner ARGE rund 5.200 m duktile Kanalrohre der Nennweiten (30 %) DN 150/ DN 200 und (70 %) DN 300 in die Bewehrung des Bahntroges eingebaut.

6 Wärme gedämmte Trinkwasserrohre auf einer Bahnüberquerung

In Fortführung der Schienenanbindung sind bei einer Bahnüberquerung wärme gedämmte Rohre DN 150 aus duktilem Gusseisen mit dem Schubsicherungssystem TYTON®-BLS® auf Doppel-T-Profilen eingebaut worden.

7 Regenentwässerung

Eine 160 m lange Regenwasserleitung DN 600 wurde aufgrund statischer Gegebenheiten mit duktilen Gussrohren gebaut.

8 Zur Planung

Die Planungsingenieure legten besonderes Gewicht auf die Forderung, dass die Auskleidungen der Abwasserrohre und Formstücke und die TYTON®-NBR - Dichtungen resistent gegen Enteisungsabwässer sind. Im Bahnbereich wird Ölbeständigkeit verlangt.

Zur Erzeugung von Planungssicherheit wurden im Vorfeld vom Rohrhersteller mit Hilfe der entsprechenden Prüfinstitute hierfür die



Bild 9:
Einschub duktiler Kanalgussrohre DN 400 mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung in eine Schutzrohrstrecke

Nachweise erbracht. Für die duktilen Trinkwasserrohre wurde völlige Diffusionsdichtigkeit auch im Havariefall (Treibstoffleitungen, Abwasserleitungen) gegen Phenole gefordert. Die Muffen-Verbindungen werden zusätzlich mit Manschetten geschützt.

Das enorme Sicherheitsbedürfnis lässt sich daran ablesen, dass alle Trinkwasserrohre in der Wanddickenklasse K 10 eingebaut werden. Alle Druckleitungen werden längskraftschlüssig ausgeführt, wobei bei den erdüberdeckten Leitungen das reibschlüssige TYTON®-BRS® - System und bei den Schutzrohrstrecken das formschlüssige TYTON®-BLS® - System verwendet wird.

9 Zur Baudurchführung

Alle Rohrlieferungen auf dem Flughafengelände werden nach Abruf durch die Baufirmen vom Lieferanten via Internet bei dem vom BBI beauftragten Sicherheitspartner KÖTTER Services avisiert, d. h., der gemeldete Lastzug mit Kraftfahrer erhält ein Einfahrtszeitfenster und die entsprechende Abladestelle zugewiesen. Diese Koordinierung ist einerseits für den rei-

bungslosen Baustellenverkehr zwingend notwendig, andererseits kann damit den oftmals geänderten Baustellenzufahrten Rechnung getragen werden.

Einige Leitungen müssen mit relativ geringer Erdüberdeckung (z. B. Hydrantenbereiche) eingebaut werden und erfordern deshalb Sicherungen während der Bauphase (**Bild 7**). Andere Teilabschnitte müssen dagegen tief gedükert werden, weil sie von später zu bauenden Medienleitungen überquert werden (**Bild 8**). Durch die Anwendung von Schubsicherungen entfallen Widerlager, verkürzen sich die Montagezeiten, und der Bauraum wird nur für den eigentlichen Rohrleitungsbau genutzt.

Bei großen Trassenabschnitten in freiem Gelände kann sich auch der Einsatz eines speziellen Einbaugerätes als vorteilhaft erweisen. Das am Bagger montierte Gerät fasst und transportiert das Rohr unterschiedlicher Nennweiten sicher und kann auch das Einsteckende präzise in die Rohrmuffe schieben. Auch die notwendige Verriegelungsrückbewegung nach der Montage der Steckmuffen-Verbindungen, z. B. des BLS®-Systems, wird ausgeführt. Auf dem **Bild 6** ist die Montage einer Schutzrohrstrecke zu sehen. Hier

schiebt das Montagegerät den gesamten Rohrstrang in das Schutzrohr ein, wobei die Leitung nach Abschluss der Gesamtmontage zum Recken angezogen wurde.

Im Vergleich hierzu zeigt das **Bild 9** den Einschub von duktilen Kanalrohren DN 400 mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung in eine Schutzrohrstrecke. Die einzelnen Rohre wurden dabei mit einem Stahlprofil geführt und mit dem Ausleger eines Hydraulikbaggers vorgeschoben.

10 Schlussbetrachtungen

Die robusten Guss-Rohrsysteme konnten auf der Großbaustelle des Flughafens BBI wieder einmal ihre Zuverlässigkeit und Montagefreundlichkeit bei mehreren Baufirmen/ARGEN in den verschiedenen Anwendungsfällen überzeugend unter Beweis stellen. Schnelligkeit, passgenaue Anwendungen mit Formstückkomplettsystemen für den Endausbau, aber auch für Zwischenbaustufen, lassen sich leicht realisieren.

Bei einem Besuch auf dem BBI-Infotower oder durch eine geführte Baustellenbesichtigung durch BBI-Mitarbeiter kann sich jedermann vom zügigen Fortgang der Großbaumaßnahme überzeugen.

Autor

Dipl.-Ing. Lutz Rau
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Verkaufsbüro Berlin
Hangelsberger Gang 30
12589 Berlin/Deutschland
Telefon: +49 (0)30/64 84 90 70
E-Mail: lutz.rau@gussrohre.com

Neubau der Rietwisbrücke in Wattwil an der Thur mit wärmegeämmter duktiler Wasserleitung DN 200

Von Stefan Rüegg

1 Einleitung

Westlich vom Heberlein-Areal in Wattwil an der Thur, Kanton St. Gallen (SG), liegt der ästhetisch ansprechende Neubau der Rietwisbrücke, welche die Ebnater Straße mit dem Bahnhof Wattwil verbindet.

Die bestehende Brücke aus dem Jahr 1910 mit einem obenliegenden Stahlfachwerk musste ersetzt werden, weil der Kantonsrat St. Gallen im November 2001 beschlossen hatte, das Straßenstück vom Bahnhofplatz bis zum Einlenker Restaurant Löwen neu in den Kantonsstraßenplan aufzunehmen. Die alte Rietwisbrücke mit einer Nutzlast von 28 t musste durch die Gemeinde Wattwil an die aktuellen Nutzlasten von 40 t angepasst werden. Nach entsprechender Abklärung durch die Planungsingenieure ließ sich diese Anforderung nur durch einen Neubau erreichen.

2 Projektierung

Das aus einem Projektwettbewerb der Gemeinde Wattwil im Jahr 2004 hervorgegangene Siegerprojekt der Schällibaum Ingenieure AG erfüllte die Anforderungen an die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit. Gleichzeitig ermöglichte die neue Brücke auch einen größeren Durchlass der Thur. Zudem musste der Neubau auch den Kriterien als schützenswertes Bauwerk genügen, da die Brücke in einem hinsichtlich des Heimatschutzes kritischen Gebiet liegt. Auch diese Randbedingung wurde laut Feststellung des Kantonalen Tiefbauamtes St. Gallen, Straßen- und Kunstbauten, durch den Brückenneubau (**Bild 1**) erfüllt.

3 Frostsichere Wasserversorgung

Wegen des Neubaus eines Referenz-Reservoirs auf der einen Talseite, von welchem aus die Haupteinspeisung in das Wasserleitungsnetz erfolgt, genügte die an der alten Brücke montierte Wasserleitung aus Grauguss DN 125 den Leistungsanforderungen nicht mehr. So wurde mit dem Brückenneubau eine neue, 48 m lange, größere und außen wärmegeämmte Rohrleitung (ecopur) DN 200 aus duktilem Gusseisen (**Bild 2**) in die Brücke integriert und zur Sicherung gegen Einfrieren mit einer Begleitheizung versehen.

Für diese Spezialanwendung wurden die notwendigen wärmegeämmtem duktilen Gussrohre (ecopur) zunächst im Herstellerwerk in Choindez auf das genaue Maß (Rohrlängen: 5 Stück à 6 m, 2 Stück à 5 m und 2 Stück à 4 m) zugeschnitten und die Schnittkanten nachbeschichtet. Anschließend wurde die Wärmedämmung in der Werkstatt der HWT Haus- und Wassertechnik AG in Au/SG aufgebracht, welche die konstante Temperatur des Wassers in der Leitung bewirken soll. Hierzu wurde ein Hüllrohr aus PEHD, DN 315, mit einer Wanddicke von 9,7 mm (Kanalrohr) über die Gussrohre geschoben, ein Kanal aus verzinktem Stahl für den Einzug des Heizkabels eingelegt (Lieferung des Heizkabels durch die Energie Wattwil AG) und der Zwischenraum mit Polyurethan-Schaum (Schaumdichte 50 bis 55 kg/m³) ausgeschäumt.

Für die Montage der ecopur-Rohrleitung DN 200 waren Öffnungen in den Widerlagern und den Stahlträgern der neuen Brückenkonstruktion ausgespart worden, in die die Rohre eingefahren und zusammengesteckt werden konnten. Damit sich die Rohre ohne Zwängungen frei bewegen können, wurden an den Aussparungen in

den Eisenträgern beidseitig Rohraufleger angeschweißt und die Steckmuffen-Verbindungen mit einer innenliegenden Schubsicherung, hydroticht (**Bild 3**), längskraftschlüssig ausgebildet (**Bild 4**). Nach der Montage der Steckmuffen-Verbindung wurden die PE-Hüllrohre mittels Elektro-Schweißmuffen verbunden. Das Personal der Dorfkorporation Wattwil baute die Rohre ein. Im August 2008 ist die Rietwisbrückenleitung fertig gestellt worden.

Autor

Stefan Rüegg
 vonRoll hydro (suisse) ag
 von Roll-Strasse 24
 4702 Oensingen/Schweiz
 Telefon: +41 (0)62/3 88 11 11
 E-Mail: stefan.rueegg@vonroll-hydro.ch

Bauherr

Dorfkorporation Wattwil
 Erich Eberhard
 Bahnhofstrasse 1
 9630 Wattwil/Schweiz
 Telefon: +41 (0)71/9 88 59 33
 E-Mail: e.eberhard@thurweb.ch

Rohrisolation

HWT Haus- und Wassertechnik AG
 Magnus Hugentobler
 Industriestrasse 26
 9434 Au/SG/Schweiz
 Telefon: +41 (0)71/7 44 15 59
 E-Mail: info@hwt.ch



Bild 1:
Rietwisbrücke im Bau



Bild 3:
Innenliegende Schubsicherung des Systems hydroticht



Bild 2:
Duktiles Gussrohr ecopur



Bild 4:
Das ecopur-Rohr aus duktilem Gusseisen mit innenliegender Schubsicherung wird für den Zusammenbau der Steckmuffen-Verbindung vorbereitet.

Erneuerung der Wasserversorgungsleitung vom Nibelungenplatz bis Danziger Platz in Frankfurt am Main

Von Alexander Scholz und Christian Schmidt

1 Einleitung

Gegenstand der im Folgenden beschriebenen Baumaßnahme ist die Leitungserneuerung der Trinkwassertransportleitung DN 500 zwischen Nibelungenplatz und Danziger Platz in Frankfurt am Main. Die zu sanierende Trinkwasserleitung verläuft entlang des Alleenrings in Frankfurt am Main. Der Frankfurter Alleenring ist eine maßgebende Ost-/Westverbindung im Fahrbahnnetz der Stadt.

Der rohrbruchgefährdete Leitungsabschnitt hat eine Länge von 2.300 m und wurde in den Jahren 1904 bis 1939 mit gusseisernen Rohren gebaut. Wegen der selektiven Zerstörung/Korrosionserscheinung (Spongiose) des Werkstoffes Grauguss weist die Bestandsleitung eine Häufung von Schäden auf. Die zu sanierende Leitung transportiert vorrangig Trinkwasser aus den Gewinnungsgebieten im Süden Frankfurts in die nördlichen Regionen der Stadt.

2 Planung und Trassierung

Vor der Planungsphase für die Sanierung der Trinkwasserleitung wurde im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ein Variantenvergleich hinsichtlich der möglichen Sanierungsverfahren durchgeführt. Diese Studie untersuchte fünf Erneuerungsvarianten unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen, technischen und betrieblichen Aspekten. Weiterhin wurden hierbei projektrelevante Randbedingungen, wie z. B. verkehrs- und umwelttechnische Belange, untersucht. Eine maßgebende Grundlage für die Machbarkeitsstudie war die Festlegung des erforderlichen Querschnittes für die zu erneuernde Leitung der NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH.

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen und der vertraglichen Abhängigkeiten wurde der hydraulisch erforderliche Querschnitt berechnet. Im Ergebnis wurde die Leitungsdimension DN 300 festgelegt.

Danach verfestigte sich in der Machbarkeitsstudie die Idee, die Sanierung, unter anderem aus wirtschaftlichen Gründen, in einem geschlossenen Bauverfahren durchzuführen. In der engeren Wahl für ein geeignetes, weitgehend grabenloses Verfahren standen das Langrohr-Relining mit stumpfgeschweißten Stahlrohren und das Langrohr-Relining mit duktilen Gussrohren mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung. Der Kostenansatz für das Langrohr-Relining mit stumpfgeschweißten Stahlrohren ist annähernd vergleichbar mit den Kosten für das Langrohr-Relining mit duktilen Gussrohren. Die Bauzeit und die Qualitätssicherung für die Herstellung der Schweißnähte beim Einsatz von Stahlrohren wurde im Vergleich als zeitintensiver eingeschätzt als die Herstellung der BLS® - Steckmuffen-Verbindungen beim Einsatz von duktilen Gussrohren (Dauer etwa 20 Min. je Steckmuffen-Verbindung). Zusätzlich positiv wurde bewertet, dass sich die BLS® - Steckmuffen-Verbindung bis zu 3° abwinkeln lässt.

Abschließend wurde in der Machbarkeitsstudie festgelegt, dass das Langrohr-Relining mit duktilen Gussrohren zum Einsatz kommen soll. Nach der Verfahrensfestlegung wurden Rohre DN 300 aus duktilem Gusseisen, K 9, PN 10, mit Zementmörtel-Auskleidung (ZMA), Zementmörtel-Umhüllung (ZMU) und BLS® - Steckmuffen-Verbindungen nach DIN EN 545 [1] gewählt. Weil aus verschiedenen Gründen der zwischen Altrohr und Neurohr verbleibende Ringraum nicht verdämmt werden sollte, wurde als Außenschutz eine Zementmörtel-Umhüllung nach

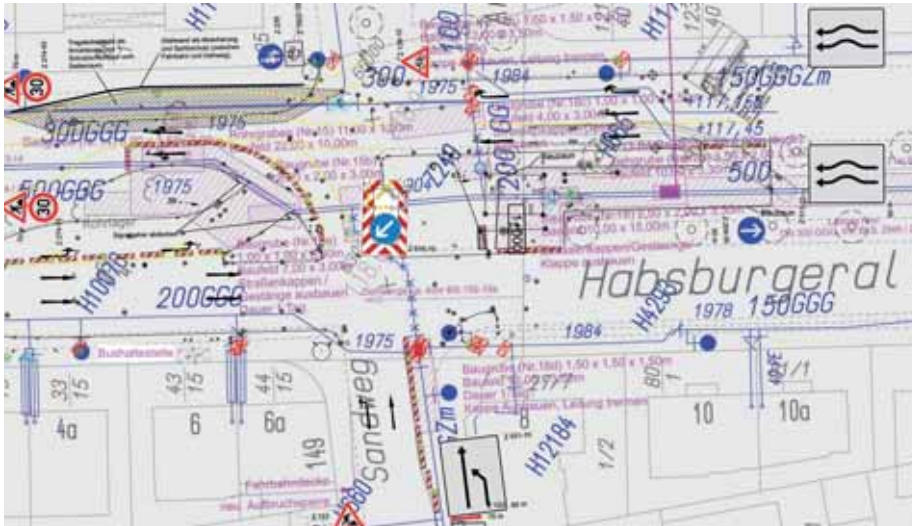


Bild 1:
Verkehrszeichenplan



Bild 2:
Grünflächenplan

DIN EN 15 542 [2] gewählt. Für das Einzugverfahren werden die 6 m langen duktilen Gussrohre im Bereich der Muffen-Verbindungen mit Blechkonen versehen. Die Blechkonen sollen die Muffen-Verbindungen während des Rohreinzuges vor Beschädigungen schützen.

Während der Planungsphase wurden die projektrelevanten Randbedingungen detailliert untersucht. Hierbei sind die verkehrstechnischen Randbedingungen (2- bis 3-streifige Hauptverkehrsstraße, sehr intensive Straßenbelastung) und der zu erhaltende Baumbestand im Alleerding besonders berücksichtigt worden. Im Rahmen der Planungsphase wurden geotechnische und umwelttechnische Untersuchungen, eine Fachplanung für die Baustellensicherung und Verkehrsführung (**Bild 1**) während der Baumaßnahme sowie eine ökologische Eingriffs- und Ausgleichsplanung (Fachplanung Grün) für die während der Bauzeit genutzten Flächen erarbeitet (**Bild 2**).

Die Planungsleistungen sind in enger Abstimmung mit den beteiligten Ämtern und Genehmigungsbehörden der Stadt Frankfurt am Main erbracht und zur Bauausführung genehmigt worden.

Die gewählte Trassenführung der zu sanierenden Trinkwasserleitung wurde im Rahmen der Planung abschließend festgelegt. Hierbei wird weitestgehend (etwa 90 %) die Bestands-trasse DN 500 für den künftigen Trassenverlauf genutzt. Ausschließlich in Teilabschnitten, in denen es die örtlichen Randbedingungen zuließen, wurde die Leitungssanierung in offener Bauweise geplant. In diesen Teilbereichen wurde die Rohrüberdeckung der Trinkwasserleitung von 2,20 m bis 2,40 m auf ungefähr 1,20 m bis 1,40 m reduziert.

Aufgrund von Richtungsänderungen der Bestandsleitung und wegen der im Leitungsbestand eingebauten Armaturen mussten im

Straßen- und Grünflächenbereich des Frankfurter Alleenrings 35 Baugruben (Einbaugruben, Ziehgruben) geplant werden. Die Einbaugruben, in denen die Rohreinheiten eingebracht und die BLS® - Steckmuffen-Verbindung hergestellt werden, haben eine Abmessung von

- Breite: 2,00 m,
- Länge: 8,00 m,
- Tiefe: 3,50 m bis 3,70 m.

Zur Bestätigung der planerischen Ansätze wurde der erste Leitungsabschnitt zwischen Nibelungenplatz und der Höhenstraße bereits in der Phase der Ausführungsplanung mit einer Kamera untersucht. Das Ergebnis zeigte Inkrustationen in einer Dicke von 10 bis 30 mm und einen den Bestandsunterlagen entsprechenden Streckenverlauf (keine Abwinkelungen). Die Kamerabefahrung bestätigte damit das in der Machbarkeitsstudie gewählte Sanierungsverfahren.

3 Bau der Leitung

Nach Herstellung der Baustellensicherung und einer temporären Verkehrsführung (Umfahrung der Baufelder) wurden die Baugruben angelegt. Aufgrund der besonderen Verkehrslage wurde der Verbau im 1. Bauabschnitt als Bohrträgerverbau (**Bild 3**) mit Holzausfachung hergestellt (Baugrubentiefe bis 3,70 m). Die vorhandenen Fremdtrassen (Kabel- und Rohrleitungen) wurden auf Grundlage der Bestandsdokumentation durch Suchschlitze gesichert; sie konnten durch das gewählte Verbausystem in die Bauhilfsmaßnahme integriert werden.

Innerhalb der Baugruben wurde die Leitung getrennt und ausgebaut. Vor dem Rohreinzug wurde die Leitung abschnittsweise mechanisch gereinigt, mit einer Kamera befahren und mittels Kalibrierung (Durchzug eines 6 m Rohres DN 300) auf Durchgängigkeit geprüft. Die einzubauenden Rohre wurden in Bündeln zu vier Rohren nach Abruf durch den Bauausführenden vom Hersteller direkt auf die Baustelle geliefert. Nach Einweisung der Baufirma durch die Anwendungstechnik des Rohrherstellers und auf Grundlage der Verarbeitungs- und Einbauhinweise zum Langrohr-Relining-Zugverfahren wurden die duktilen Gussrohre DN 300 in den Einbaugruben miteinander verbunden (**Bild 4**) und eingezogen. Die maximal zulässigen Zugkräfte von 380 kN (gemäß Herstellerangaben für die BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 300) wurden nicht erreicht. Der längste Reliningabschnitt erstreckte sich über 350 m.



Bild 3:
Herstellung des Bohrträgerverbau am Nibelungenplatz

Auf Grundlage der im 1. Bauabschnitt gesammelten Erfahrungen wurden im 2. Bauabschnitt die Baugruben mit einem gestuften Gleitschienenverbau in Kombination mit dem Dielenkammerverbau (**Bild 5**) hergestellt. Die 6 m langen Rohre konnten auch unter beengten Platzverhältnissen problemlos in die Baugruben eingebracht werden.

Die Leitungsenden der Altleitung DN 500 wurden in den jeweiligen Baugruben abgemauert. Leitungsabschnitte ohne Erneuerung wurden mit einem Dämmstoff mit hoher Fließfähigkeit verschlossen.

Spülung und Druckprüfung/Entkeimung der duktilen Gussrohrleitung DN 300 wurden entsprechend den Anschlüssen an den Bestand (Querverbindungen) in mehreren Abschnitten durchgeführt. In Abstimmung mit der Stadtentwässerung Frankfurt wurde das Spülwasser über vorhandene Straßeneinläufe in die Kanalisation abgeschlagen.

Für die Innendruckprüfung sind die DIN EN 805 [3] und das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 [4] maßgebend. Die Entkeimung wurde nach den Regelungen des DVGW-Arbeitsblatts W 291 [5] durchgeführt.



Bild 4:
Montage der BLS® - Steckmuffen-Verbindung



Bild 5:
Einbringen der duktilen Gussrohre
DN 300

4 Zusammenfassung

Mit der Erarbeitung der Machbarkeitsstudie im August 2006 wurde das Projekt „Sanierung Trinkwasserleitung DN 500 zwischen Nibelungenplatz und Danziger Platz“ gestartet. Die Ergebnisse der Variantenuntersuchung aus der Machbarkeitsstudie lagen der NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH im Januar 2007 vor. Die detaillierten Planungsarbeiten für die Leitungssanierung dauerten bis Juli 2007.

Im September 2007 wurde mit der Ausführung des 1. Bauabschnittes begonnen. Die Arbeiten für den rund 600 m langen Bauabschnitt waren im Dezember 2007 abgeschlossen. Für den 2. Bauabschnitt wurde im Juni 2008 mit der Bauausführung begonnen. Mit der Inbetriebnahme der Wasserleitung im Oktober 2008 war der 2. Bauabschnitt fertiggestellt.

Dank der funktionierenden Zusammenarbeit aller Beteiligten stellt sich die Abwicklung dieses Sanierungsprojektes als ganzheitlicher Erfolg für die NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH dar. Das in der Machbarkeitsstudie gewählte Sanierungsverfahren wurde im Rahmen der Planungsphase konkretisiert und in der Bauausführung erfolgreich umgesetzt.

Literatur

- [1] DIN EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 545: 2006; 2007-02
- [2] DIN EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelummhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 15542: 2008; 2008-06;
DIN EN 15542 Berichtigung 1; Berichtigung zu DIN EN 15542: 2008-06; 2008-08
- [3] DIN EN 805
Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 805: 2000; 2000-03
- [4] DVGW-Arbeitsblatt W 400-2
Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRVV) – Teil 2: Bau und Prüfung; 2004-09
- [5] DVGW-Arbeitsblatt W 291
Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen; 2000-03

Autor

Dipl.-Ing. Alexander Scholz
NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH
Solmsstraße 38
60486 Frankfurt am Main/Deutschland
Telefon: +49 (0)69/2 13-01
E-Mail: A.Scholz@nrm-netzdienste.de

Dipl.-Ing. Christian Schmidt
UNGER ingenieure
Ingenieurgesellschaft mbH
Julius-Reiber-Straße 19
64293 Darmstadt/Deutschland
Telefon: +49 (0)61 51 / 6 03-0
E-Mail: c.schmidt@unger-ingenieure.de

Planung

UNGER ingenieure
Ingenieurgesellschaft mbH
Dipl.-Ing. Christian Schmidt
Julius-Reiber-Straße 19
64293 Darmstadt/Deutschland
Telefon: +49 (0)61 51 / 6 03-0
E-Mail: da@unger-ingenieure.de

Bauherr

NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH
Dipl.-Ing. Alexander Scholz
Solmsstraße 38
60486 Frankfurt am Main/Deutschland
Telefon: +49 (0)69/2 13-01
E-Mail: info@nrm-netzdienste.de

Bauausführung

Erster Bauabschnitt:
Keßler Rohrleitungsbau Hirsch GmbH
Friesstraße 8-10
60388 Frankfurt am Main/Deutschland
Telefon: +49 (0)69/90 47 52-0
E-Mail: info@kessler-hirsch.de

Zweiter Bauabschnitt:
Brochier Aschaffenburg GmbH
Haselmühlweg 50
63741 Aschaffenburg/Deutschland
Telefon: + 49 (0) 60 21 / 3 44-0
E-Mail: katzlinger@brochier-ab.de

Sanierung von groß dimensionierten Trinkwasserleitungen in Leipzig

Von Henry Simon und Wolfgang Rink

1 Wasserversorgung Gestern und Heute

Im Jahr 1905 bekam Adolf Thiem von der Stadtverwaltung Leipzig den Auftrag zu hydrologischen Voruntersuchungen für ein neu zu bauendes Wasserwerk.

Nach 1870 verzeichnete Leipzig ein rasantes Bevölkerungswachstum. Anfang des 20. Jahrhunderts hatte die Stadt bereits rund 600.000 Einwohner. Damit wuchsen auch die Anforderungen an die Wasserversorgung gewaltig. Mit den vorhandenen Naunhofer Wasserwerken war der gestiegene Wasserverbrauch der Großstadt Leipzig kurz- und mittelfristig nicht mehr abzudecken. Die Berechnungen ergaben, dass spätestens 1912 ein neues und größeres Wasserwerk für die Versorgung von Leipzig in Betrieb gehen musste. Der damals fast siebzigjährige Adolf Thiem untersuchte mit mehr als 100 Bohrungen das Ufergebiet der Mulde im Bereich Eilenburg/Wurzen und kam zu dem Ergebnis, dass im Einzugsgebiet der Mulde zwischen den Dörfern Nischwitz und Wasewitz die erforderliche Grundwassermenge zur Verfügung stand.

Nach Vorlage der hydraulischen Untersuchungen beschloss der Leipziger Rat bereits 1907, die für die Errichtung der wasserwirtschaftlichen Anlage erforderlichen Grundstücke mit einer Gesamtfläche von mehr als 700 ha zu kaufen. Der Bau des Wasserwerkes, der Fassungsanlage und der Zuführungsleitung nach Leipzig wurde vorangetrieben, sodass ab 1912 die Wasserlieferung beginnen konnte. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wurde in den darauffolgenden Jahren eine zweite Fernleitung errichtet, welche in großen Leitungsabschnitten parallel zur ersten Fernleitung verläuft. Mit wenigen Ausnahmen bestehen beide Druckrohrleitungen aus Graugussrohren der Nennweiten DN 1000/

DN 1100. Seit 1912 leisten sie ihren Dienst. Fast 60 Jahre später erlebte die Messestadt wiederum eine tief greifende Veränderung. Wegen des permanenten Wohnungsmangels, wegen des im großen Maßstab betriebenen Braunkohletagebaus im Umfeld von Leipzig und des damit einhergehenden „Überbaggerns“ ganzer Ortschaften stellte sich die Aufgabe, neue Wohnstandorte zu bauen und versorgungstechnisch zu erschließen. So entstand Anfang der 70er-Jahre für fast 100.000 Einwohner ein Neubaugebiet im Stadtteil Leipzig-Grünau. Eine Trinkwasserhauptleitung DN 1000 aus Stahl wurde als Hauptader zur Trinkwasserversorgung errichtet.

Die beiden erwähnten Fernleitungen und die Trinkwasserhauptleitung sind Teil des 3.200 km langen Rohrnetzes der KWL, Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH. Über dieses eng vermaschte Leitungsnetz werden heute mehr als 600.000 Einwohner mit frischem Trinkwasser versorgt. Dieses umfangreiche Leitungsnetz verlangt einerseits nach stabilen Erneuerungsraten, andererseits steht Leipzig, wie auch viele andere ostdeutsche Kommunen vor der Aufgabe, auf den demografischen Wandel zu reagieren.

Seit 1993 entwickeln sich die Wasserverbrauchszahlen rückläufig; 2008 betragen sie je Einwohner und Tag nur noch 89 L. Dies bedeutet auch für die Wasserversorgung in Leipzig, dass für eine Vielzahl von Leitungen die Querschnitte verringert werden müssen, damit Qualität und Quantität des Trinkwassers auf hohem Niveau bleiben.

Für alle Hauptversorgungs- und Fernleitungen wurden in den letzten Jahren Sanierungskonzepte auf der Grundlage vorgelegter hydraulischer Untersuchungen sowie

sich abzeichnender perspektivischer Entwicklungen für den Großraum Leipzig erarbeitet. Bei der Wahl des Sanierungsverfahrens, welches hauptsächlich durch die erforderlichen Mindestnennweiten bestimmt wird, wurde in der Vergangenheit mehrfach die Sanierung mit duktilen Gussrohren favorisiert und letztendlich mit Erfolg auch realisiert. In den nachfolgenden Betrachtungen werden an zwei Beispielen sowohl der **Einzug** als auch der **Einschub** von Rohren der Nennweiten DN 600 und DN 900 beleuchtet.

2 Bauausführung Fernleitung Thallwitz-Canitz

Im Rahmen der Umsetzung des Vorhabens mussten folgende Randbedingungen beachtet und eingehalten werden:

- Zur Wahrung der Versorgungssicherheit muss immer eine der beiden Fernleitungen in Betrieb sein.
- Zur Optimierung der Bauzeiten und dementsprechend zur Minimierung der Außerbetriebnahmezeiten ist im Zweischichtbetrieb zu arbeiten.
- Die im Betrieb befindliche Fernleitung, vor allem im Abschnitt des Paralleleinbaus, muss bauseits besonders geschützt werden.
- Das neu zu errichtende Klappenkreuz mit Verbindungsleitung muss in zwei Teilabschnitten realisiert werden.



Bild 1:
Baugrubensicherung mit Spundbohlen-Verbau

Entsprechend den örtlichen Verhältnissen und der Sanierungstechnik „Einschieben“ wurden drei Pressgruben sowie vier Zielbaugruben errichtet. Die Baugruben wurden gemäß den statischen Erfordernissen komplett mit Spundbohlen gesichert (**Bild 1**). Die duktilen Gussrohre DN 900 wurden in vier Einzelschritten von den unterschiedlichen Pressgruben aus in die Altleitung eingeschoben. Dabei betragen die Einschublängen etwa 50 m, 125 m und 232 m. Der längste Abschnitt war 289 m lang.

Wegen des kleineren Außendurchmessers der TYTON®-Steckmuffe im Vergleich zur längskraftschlüssigen BLS®-Steckmuffe wurde als Sanierungstechnik das **Einschieben** des auf der Muffe schleifenden Rohres gewählt. Zum Einsatz kamen dabei Rohre aus duktilem Gusseisen nach DIN EN 545 [1] mit der TYTON® - Steckmuffen-Verbindung. Die Rohre sind mit Zementmörtel ausgekleidet. Da der zwischen Altrohr und Neurohr verbleibende Ringraum nach der Druckprüfung mit einem alkalischen Dämmerschloss verschlossen wird, wurde für die Rohre der Außenschutz Zink-Überzug (200 g/m²) mit Epoxidharz-Deckbeschichtung gewählt.

Die zulässige Einschubkraft von Rohren aus duktilem Gusseisen DN 900 K 9 mit der TYTON® - Steckmuffen-Verbindung beträgt gemäß Handbuch des Rohrherstellers „Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre“ [3] 4.330 kN (433 t). Dabei ist kein Sicherheitswert berücksichtigt. Dieser muss nach den örtlichen Gegebenheiten, d. h. vor allem entsprechend den Kurvenradien und Abwinkelungen, bestimmt werden. Dieser Sicherheitsbeiwert ist mit der Anwendungstechnik des Rohrherstellers abzustimmen (**Tabelle 1**).

Zur Vorbereitung der Sanierung wurde die Altleitung DN 1100 mittels Wasserhöchstdruck von 1.000 bar komplett gereinigt. Diese Technik erwies sich gegenüber der Reinigung durch Kettenschleudern als äußerst effektiv und zeitsparend. Obwohl im Sanierungsabschnitt keine nennenswerten Lageabweichungen der Altleitung zu verzeichnen waren, wurde die gereinigte Rohrleitung befahren und ihre Durchgängigkeit mit einem Rohrstück mit dem Außenmaß der einzuschubenden GGG-Rohre geprüft. Das Ergebnis konnte sich sehen lassen. Sämtliche Inkrustationen waren entfernt, das Rohrstück konnte problemlos durch alle Sanierungsabschnitte geführt werden. Die Altleitung stand metallisch blank zur Sanierung mittels GGG-Rohren DN 900 bereit.

Tabelle 1:

Einschubkräfte von Rohren aus duktilem Gusseisen

(Muffenunabhängig, ohne Sicherheitsbeiwert – dieser muss den örtlichen Gegebenheiten, d. h. vor allem den Kurvenradien und Abwinkelungen, angepasst und mit der Anwendungstechnik der BGW abgestimmt werden.)

Nennweite DN	Außendurchmesser d_a in mm	Wanddickenklasse	Wanddicke s_{min} in mm	Zulässige Druckspannung σ_{zul} in N/mm ²	Zulässige Einschubkraft F_{zul} in kN
80	98	K 10	4,7	550	138
100	118	K 10	4,7	550	168
125	144	K 9	4,7	550	206
150	170	K 9	4,7	550	244
200	222	K 9	4,8	550	339
250	274	K 9	5,2	550	513
300	326	K 9	5,6	550	723
350	378	K 9	6,0	550	968
400	429	K 9	6,4	550	1.246
500	532	K 9	7,2	550	1.912
600	635	K 9	8,0	550	2.750
700	738	K 9	8,8	550	2.425
800	842	K 9	9,6	550	3.350
900	945	K 9	10,4	550	4.330
1000	1.048	K 9	11,2	550	5.500

Zur Optimierung des Einschubvorganges sowie zur Reduzierung der Einschubkräfte wurden einige größere Muffenspalte und Absätze im Bereich der Sohle ausgeglichen. Der eigentliche Rohreinschub dauert nicht lang: Die durchschnittlichen Montage- und Einschubzeiten, je TYTON®-Rohr mit einer Länge von 6 m, lagen unter 10 Min. (**Bild 2**). Weil die Rohre beim Einschleifen auf der Muffe schleifen, mussten alle Muffen mechanisch mit Blechkonen vor Abrieb geschützt werden. Beim längsten Einschub von fast 290 m und einem Rohrstranggewicht von rund 93 t wurden an der Presse Kräfte von 558 kN (55,8 t) gemessen.

Nachdem alle Rohrleitungsabschnitte eingeschoben waren, wurden sie in den einzelnen Baugruben mittels entsprechender Formteile, sowie an Pressgrube 2 auch mit einem Pass- und Ausbaustück als Einbauhilfe, untereinander verbunden. Im Bereich der parallel verlaufenden Fernleitung wurde zur Betriebsoptimierung ein komplettes Klappenkreuz mit vier Klappen DN 800 mit Umführung sowie einer Verbindungsarmatur DN 600 gebaut (**Bild 3**). Weil eine Fernleitung immer in Betrieb sein muss, geschah dies in zwei Bauabschnitten.

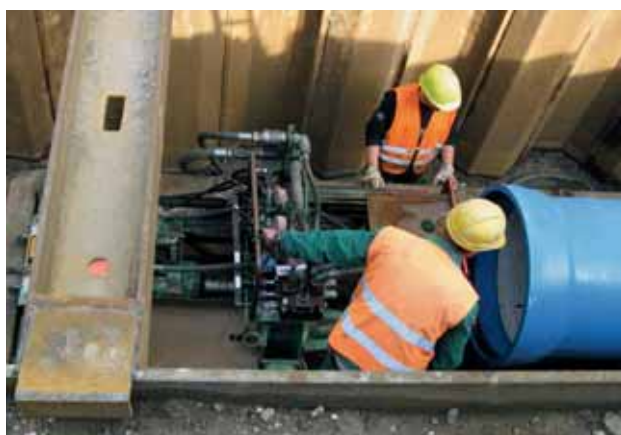


Bild 2:
Ein TYTON®-Rohr DN 900 wird eingeschoben.



Bild 3:
Montage eines Klappenkreuzes

Die Lage der Leitung wurde mit Widerlagern gesichert, für deren Bemessung in Abstimmung mit dem Bauherrn ein maximaler Betriebsdruck von 6 bar berücksichtigt worden war. Die Druckprüfung für den sanierten Leitungsabschnitt der Fernleitung Thallwitz-Leipzig wurde am 5. Oktober 2009 erfolgreich abgeschlossen. Nach der trinkwasserhygienischen Freigabe konnte in das vorhandene Leitungssystem eingebunden werden. Damit waren die Voraussetzungen für die restlichen Arbeiten an der zweiten Fernleitung erfüllt.

3 Bauausführung Trinkwasserleitung DN 1000 Leipzig-Grünau

Der Sanierungsabschnitt befindet sich in Leipzig-Grünau zwischen der Brüner Straße und Schönauer Straße und ist etwa 1.200 m lang. Wegen des Rückgangs des Wasserverbrauchs, des demografischen Wandels sowie der Maßnahmen des Stadtumbaus vor Ort kann und muss wegen hydraulischer Erfordernisse die Nennweite auf DN 600 verringert werden.

Die Sanierungstechnik wurde durch eine Vielzahl von Einflussgrößen und Randbedingungen bestimmt. Wesentlich dabei waren:

- Die Trassenführung ist durch eine hohe Anzahl von Lageabweichungen gekennzeichnet.
- Der zur Verfügung stehende Bauraum ist sehr begrenzt; notwendige Montagebaugruben sind in ihren Ausmaßen zu minimieren.
- Der bestehende Baumbestand soll weitgehend erhalten bleiben.

Unter Beachtung dieser Anforderungen arbeitete die Planung das Relining mit duktilen Gussrohren nach DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 [2] als wirtschaftlichste Variante heraus.

Da die genaue Trassenführung der vorhandenen Leitung nicht 100-prozentig feststellbar war, entschied sich der Bauherr zum **Einzug** von Rohren DN 600 mit der längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindung nach DIN EN 545 [1]. Die Rohre sind mit Zementmörtel ausgekleidet. Der Außenschutz besteht aus einem Zinküberzug (200 g/m²) und einer Epoxidharz-Deckbeschichtung. Die Altleitung

Tabelle 2:

Einzugkräfte von Rohren aus duktilem Gusseisen

Zulässige Zugkräfte, Abwinkelbarkeiten und Kurvenradien duktiler Gussrohre mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung

Nennweite DN	Wanddickenklasse	Bauteilbetriebsdruck PFA in bar ¹⁾	Zulässige Zugkraft Z_{zul} ²⁾ in kN		Abwinkelbarkeit der Muffen ³⁾ in °	minimaler Kurvenradius in m
			DVGW	BGW		
80	K 10	110	70	115	5	69
100	K 10	100	100	150	5	69
125	K 9	100	140	225	5	69
150	K 9	75	165	200	5	69
200	K 9	63	230	350	4	86
250	K 9	44	308	375	4	86
300	K 9	40	380	380	4	86
400	K 9	30	558	650	3	115
500	K 9	30	860	860	3	115
600	K 9	32	1.200	1.525	2	172
700	K 9	25	1.400	1.650	1,5	230
800	K 9	16	1.350	1.460	1,5	230
900	K 9	16	1.700	1.845	1,5	230
1000	K 9	10	1.440	1.560	1,5	230

¹⁾ Berechnungsgrundlage Wanddickenklasse K 9. Höhere Drücke und Zugkräfte sind teilweise möglich und mit dem Rohrersteller abzustimmen.

²⁾ Bei geradlinigem Trassenverlauf (max. 0,5° Abwinkelung pro Rohrverbindung) können die zulässigen Zugkräfte um 50 kN angehoben werden. Bei DN 80 bis DN 250 sind Hochdruckriegel erforderlich.

³⁾ Bei Nennmaß

wurde für die Sanierung wie bei der vorstehend beschriebenen Maßnahme nach den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes GW 320-1 [2] vorbereitet. Die BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 600 hat gemäß Handbuch „Grabenloser Einbau von duktilen Gussrohren“ [3] eine zulässige Zugkraft von 1.525 kN (152,5 t). **Tabelle 2** weist die zulässigen Einzugskräfte von duktilen Gussrohren aus.

Dank einer Baulänge von 6 m konnten die Baugruben, welche zur Montage der Rohrleitung notwendig waren, verkürzt und damit die Tiefbaukosten gesenkt werden. Als weiterer wesentlicher Vorteil erwies sich die sehr kurze Montagezeit der BLS®-Verbindung, welche nach Einarbeitung des Baustellenpersonals in der Regel unter 20 Min. lag (**Bild 4**).

Für den gesamten Sanierungsabschnitt wurden 18 Baugruben errichtet. In 17 Rohreinzugsvorgängen wurde durch die Baufirma eine Gesamtstrecke von 1.070 m duktilen Gussrohren mit BLS®-Schubsicherung montiert und in die vorher gereinigte und kalibrierte Rohrleitung eingezogen. Mit ihrer relativ komplizierten Leitungsführung – viele Richtungsänderungen, Einbauten, seitliche Anschlüsse – stellte die Maßnahme hohe Anforderungen an alle Beteiligten (**Bild 5**).

Zur Aufrechterhaltung der Versorgung wurde der Leitungseinbau in zwei Abschnitten realisiert. Nach Druckprüfung und Spülung wurde der erneuerte Teilabschnitt wieder in Betrieb genommen und anschließend die abgehenden Versorgungsleitungen eingebunden. Der Ringraum zwischen alter und neuer Rohrleitung DN 600 wurde verdämmt. In der letzten Bauetappe wurden die Baugruben zurückgebaut und die Straßeninfrastruktur wieder hergestellt.

Die vorgesehene Bauzeit für die Gesamtbaumaßnahme von April bis September 2009 konnte eingehalten werden.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden zwei Sanierungsmaßnahmen beschrieben. Dabei handelt es sich im Sinne des Wortes jedoch nicht um Sanierungen, sondern um grabenlose Erneuerungen mit dem Langrohr-Relining. Unabhängig vom Zustand und vom Verhalten der Altleitungen sind die erneuerten Leitungen hinsichtlich technischer Nutzungsdauer und kalkulatorischer Abschreibung neuen, konventionell im offenen Rohrgraben eingebauten, Leitungen gleichzustellen.



Bild 4:
Montage eines BLS®-Rohres DN 600



Bild 5:
Komplizierte Leitungsführung

Gegenüber einer Erneuerung im offenen Rohrgraben wurden jedoch beträchtliche Kosteneinsparungen erzielt. Duktile Gussrohre in unterschiedlichen Ausführungen haben bei beiden Maßnahmen wieder ihre hervorragende Eignung für grabenlose Erneuerungen bewiesen. In beiden Fällen hatte die gute Zusammenarbeit aller Beteiligten einen reibungslosen Bauablauf zur Folge. Die vorgesehenen Bauzeiten wurden eingehalten.

Literatur

- [1] DIN EN 545
Norm; Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 545: 2006; 2007-2
- [2] DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1
Technische Regel; 2009-02; Erneuerung von Gas- und Wasserleitungen durch Rohrein-
zug oder Rohreinschub mit Ringraum
- [3] Buderus Handbuch; Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre; Ausgabe Juli 2009

Autoren

Dipl.-Ing. Henry Simon
Bau + Service Leipzig GmbH
Berliner Straße 25
04105 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/9 69-34 80
E-Mail: henry.simon@bs-l.de

Wolfgang Rink
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)64 41/49-29 23
E-Mail: wolfgang.rink@gussrohre.com

Bauherr

Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH
Dipl.-Ing. Andrea Bauer
Berliner Straße 25
04105 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/9 69-15 38
E-Mail: andrea.bauer@wasser-leipzig.de

Planung

H. P. Gauff Ingenieure & Co. KG
Dipl.-Ing. Andreas Meyer
Rudolf-Breitscheid-Straße 63-64
14482 Potsdam/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 31/7 48 68-0
E-Mail: ameyer@gauff.com

Gruner & Partner GmbH
Dipl.-Ing. Gert Jakob
Dufourstraße 28
04107 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/2 17 26 60
E-Mail: gert.jakob@gruner-partner.de

Bauausführung

Josef Pfaffinger Baugesellschaft mbH
Dipl.-Ing. Sven Fischer
Föppelstraße 10 a
04347 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/2 45 42-0
E-Mail: leipzig@pfaffinger.com

Diringer & Scheidel GmbH & Co. KG
Dipl.-Ing. Jörg Öhmigen
Zschortauer Straße 46
04129 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/9 04 70-24
E-Mail: Joerg.Oehmigen@dus.de

Projektsteuerung

Bau und Service Leipzig GmbH
Dipl.-Ing. Olaf Schröpfer
Berliner Straße 25
04105 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/9 69-34 80
E-Mail: olaf.schroepfer@bs-l.de

Die Entwicklung der Rohrnetzarmaturen in der Wasserversorgung

Von Oliver Jäger

1 Einleitung

Armaturen in der Wasserversorgung sind seit Jahrhunderten ein zentrales Element zum sicheren Transport von Trinkwasser. Ohne zuverlässige Bauteile wären Versorgungssicherheit und Trinkwasserqualität geringer. Ausfälle der Wasserversorgungssysteme gehören eher zu den seltenen Ereignissen. Die Bauteile wurden von den Wasserversorgungsunternehmen und der produzierenden Industrie unter dem Dach des DVGW kontinuierlich verbessert. Diese Verbesserungen schlugen sich in den Anforderungen und Prüfungen des Regelwerks nieder. Das Regelwerk bildet den Stand der Technik ab und stellt für die Anwender bei der Auswahl der Bauteile ein hohes Maß an Qualität sicher. In gleicher Weise gilt dies für den Einsatz von duktilen Gusswerkstoffen.

2 Armaturen

Vergleicht man die heutigen Armaturen mit jenen vor etwa 25 Jahren, stellt man fest, dass an den Grundfunktionen wenige Änderungen eingetreten sind. Dennoch haben die Armaturen der heutigen Generationen nur wenig mit ihren Vorgängern gemeinsam.

Das Bestreben, die Qualität unseres Trinkwassers permanent zu verbessern sowie Instandhaltungs- und Sanierungskosten der Leitungssysteme zu reduzieren, hat sich in vielfältigen Änderungen in den Armaturen niedergeschlagen. So hat sich der hauptsächlich für die Druck tragenden Gehäuseteile verwendete Werkstoff vom Gusseisen mit Lamellengraphit hin zu hochwertigem duktilen Gusseisen gewandelt. In diesem Zusammenhang wurde auch der Korrosionsschutz der Gehäuseteile

weiterentwickelt. Von ursprünglich verwendeten Anstrichen auf der Basis von Epoxidharz in Schichtdicken von rund 80 µm und nur bedingter Eignung im dauernden Kontakt mit dem Trinkwasser ging die Entwicklung hin zu speziell auf das Trinkwasser abgestimmte Materialien. Aktuell werden Pulverbeschichtungen auf Basis von Epoxidharzen mit einer Schichtdicke von mindestens 250 µm eingesetzt. Die Beschichtungen werden von den führenden Armaturenherstellern nach den Regeln der „Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz (GSK)“ [1] verarbeitet. Als Alternative wurde eine speziell auf den Einsatz bei Armaturen mit Trinkwasserkontakt abgestimmte Emaillierung entwickelt.

Ebenfalls mit Blick auf den Korrosionsschutz und die Trinkwasserhygiene wurden die Werkstoffe für Verbindungselemente, wie Gehäuseverbindungsschrauben, von Stahl in nichtrostenden Stahl mit der Mindestgüte A2 geändert.

Im Bereich der Dichtelemente verlief die Werkstoffentwicklung von Faserstoffen hin zu Elastomeren. Neben den Anforderungen an diese Werkstoffe hinsichtlich der Funktion müssen moderne Elastomere auch die Anforderungen aus toxikologischer und trinkwasserhygienischer Sicht, die KTW-Empfehlungen [2], und aus mikrobiologischer Sicht die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 270 [3] erfüllen. Gleiches gilt im Übrigen auch für Beschichtungswerkstoffe aus Epoxidharz.

Im Bereich der Verbindungstechnik mit anderen Rohrleitungsbauteilen haben sich neben den ursprünglichen Flansch-Verbindungen auch Steckmuffen-Verbindungen für den jeweiligen Rohrwerkstoff etabliert.



Bild 1:
Weich dichtender Schieber Typ Multamed 2 Plus

2.1 Schieber

Die in der Trinkwasserversorgung eingesetzten Schieber (**Bild 1**) weisen neben den zuvor beschriebenen Veränderungen der Werkstoffe auch konstruktiv prinzipielle Veränderungen auf. So wurde der früher eingesetzte Schieber mit metallischen Sitzen vom „weich dichtenden“ Schieber abgelöst. Hier wurde zunächst der Absperrkeil im Dichtsitzbereich mit einer Teilgummierung versehen, wodurch eine glatte Rohrsohle im Gehäuse des Schiebers möglich wurde. Ablagerungen im sogenannten Schiebersack als Ursache von Undichtigkeiten waren damit ausgeschlossen. So wurde die Abdichtung zwischen Gehäuse und Absperrkeil unempfindlich gegen Feststoffe in der Rohrleitung.

Ein weiterer wesentlicher Entwicklungsschritt war die Einführung einer wartungsfreien Spindelabdichtung mittels O-Ringen, gelagert in korrosionsfreien Materialien. Beim Spindelwerkstoff wurde Messing durch nicht rostenden Stahl ersetzt.

2.2 Absperrklappen

Die Absperrklappen (**Bilder 2 und 3**) haben eine den Schiebern vergleichbare Entwicklung genommen. Der ursprüngliche metallische Sitz im Gehäuse erwies sich als sehr aufwendig in der Herstellung und empfindlich im Einsatz. Daher war eine Ablösung durch eine weich dichtende Konstruktion geboten. Mit dem Zwischenschritt der sogenannten O-Ring - Klappen ging die Entwicklung zu den heutigen Profildichtringen weiter. Das weiche Dichtelement wird bei diesen Konstruktionen auf der Klap-

penscheibe platziert und kann variabel auf die Gegebenheiten des Sitzes im Gehäuse angepasst werden. Auch in der Lagerung der Wellen im Gehäuse und bei der Klappenscheibe sind Weiterentwicklungen eingetreten. So wandelte sich die ursprüngliche Nut-Ring - Dichtung zu O-Ring - Dichtungen in Käfigen aus korrosionsfreiem Material. Zudem sind die Dichtungen und Wellen „ausblase-sicher“ gelagert.

2.3 Hydranten

Die Entwicklung der Hydranten weist neben den Veränderungen hin zu hochwertigen duktilen Gehäusewerkstoffen und werterhaltenden Beschichtungen auch konzeptionelle Veränderungen auf. In den Hydranten alter Bauart wurde beim Öffnen der Absperrkegel der Hauptabspernung nach oben, weg vom Rohr-



Bild 2:
Absperrklappe Typ ROCO Premium

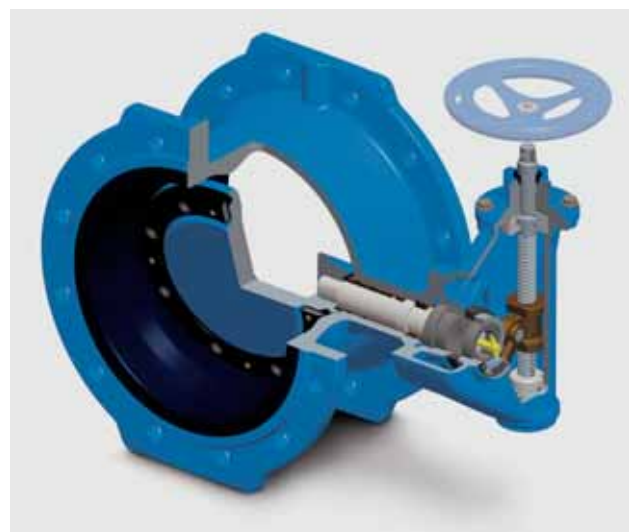


Bild 3:
Schnittbild einer Absperrklappe



Bild 4:
Schnittbild eines Unterflurhydranten



Bild 5:
Überflurhydrant – Ausführung mit Fallmantel

netz, bewegt. Mit dem Ändern der Bewegungsrichtung in „Öffnen nach unten“, gegen das Rohrnetz, konnte die Funktion der „Doppelabspernung“ eingeführt werden. Gleichzeitig wurde der Werkstoff der Dichtung auf den Absperrkegeln von Kern-Leder auf Elastomere umgestellt.

Im Bereich der Unterflurhydranten kam anschließend noch die Einführung von einteiligen Gehäusen hinzu (**Bild 4**). Das heißt, eine bis dahin verwendete Flansch-Verbindung im Erdreich zwischen Gehäuseeinlauf (z. B. mit

Doppelabspernung) und Gehäuse wurde beseitigt. Im Bereich der Überflurhydranten (**Bild 5**) wurde zudem noch die sogenannte „Sollbruchstelle“ eingeführt sowie der Farbton im Überflurbereich von grau auf rot geändert.

2.4 Be- und Entlüftungsventile

Die Be- und Entlüftungsventile (**Bilder 6 und 7**) folgten einem allgemeinen Trend der Technik in Richtung „kleiner, leichter und leistungsfähiger“. Die Be- und Entlüftungsleistungen konnten erhöht, gleichzeitig die Abmessungen der Gehäuse und damit auch die Gewichte dank hochwertiger duktiler Gusswerkstoffe reduziert werden.

Die jüngste Entwicklung brachte sogenannte „Be- und Entlüftungsgarnituren“ hervor. Hierbei wird das Ventil in einem kleinen, zur Armatur gehörenden Schacht geliefert. Der Schacht mündet am oberen Ende in einer Straßenkappe und ermöglicht somit auch einen Ausbau des eigentlichen Ventilkörpers über die Straßenkappe zum Zwecke der Wartung.

2.5 Regelarmaturen

Den Bereich der Regelarmaturen kann man in den der Ringkolbenventile (**Bilder 8 und 9**) und den der Druckminderventile aufteilen. Im Bereich der Ringkolbenventile kann als übergreifende Innovation die Entwicklung hin zu einem Kolben inklusive Kolbenlager aus nicht rostendem Stahl genannt werden. Hierbei wird das Kolbenlager in den Kolben eingeschweißt.



Bild 6:
Be- und Entlüftungsventil Typ Twin-Air



Bild 7:
Schnittbild eines Be- und Entlüftungsventils



Bild 8:
Ringkolbenventil Typ RKV Premium

Diese Entwicklung dient der dauerhaften Standfestigkeit des Kolbens – auch bei Betrieb mit Kavitation im Sitzbereich.

Der Bereich der Druckminderventile erlebte nach der Einführung der durch Eigenmedium vorgesteuerten Ventile eine Verschiebung, weg vom Feder-belasteten Ventil, hin zum Eigenmedium-gesteuerten Ventil.

3 Fazit

Das Niveau der Anforderungen an Bauteile in der Wasserversorgung steigt kontinuierlich an. Die wesentlichen technischen Aspekte betreffen die Anforderungen aus dem Bau der Leitungen und die Anforderungen aus dem Betrieb der Leitungen, vor allem hinsichtlich der Trinkwassergüte. Hinzu kommen heute vermehrt Anforderungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Der Druck von außen, die Effizienz der Systeme zu verbessern, nimmt kontinuierlich zu. Auch wenn die Bauteile an den Erstellungskosten des Leitungssystems einen Anteil von höchstens 15 % aufweisen, so beeinflussen sie bei ganzheitlicher, also technisch-wirtschaftlicher Betrachtung, vor allem über eine lange und schadensfreie Nutzung die Gesamtkosten. Die Auswahl der Werkstoffe und Bauteile ist auf den jeweiligen Einsatzbereich und die örtlich vorherrschenden Bedingungen abzustimmen.

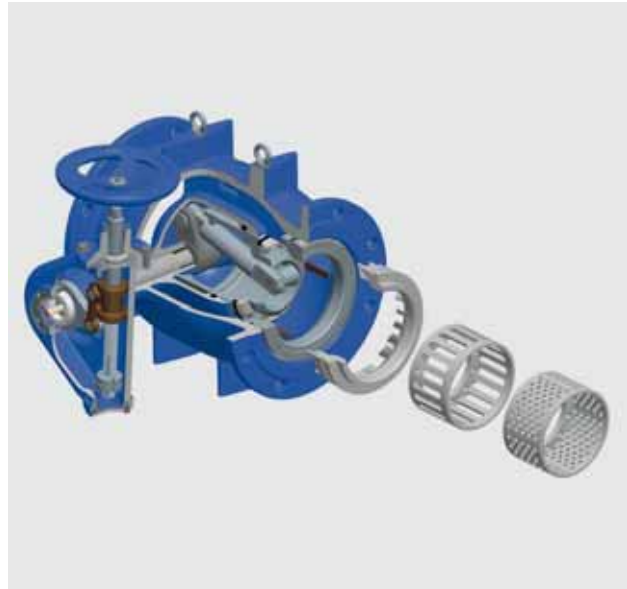


Bild 9:
Schnittbild eines Ringkolbenventils

Gerade bei Großarmaturen zeigt sich der Vorteil hochwertiger Gusswerkstoffe. Ringkolbenventile größerer Nennweiten können nach jahrzehntelangem Einsatz im Bereich der Dichtungen und Lagerstellen nachgearbeitet werden. Das Gussgehäuse bleibt erhalten und kann so eine Lebensdauer von mehr als 50 Jahren erreichen (Siehe auch den Beitrag auf Seite 49 in diesem Heft).

Literatur

- [1] GSK Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung e.V.
- [2] Leitlinie des Umweltbundesamtes zur hygienischen Beurteilung von organischen Materialien im Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie); Oktober 2008
- [3] DVGW-Arbeitsblatt W 270 Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich; 11/2007

Autor

Oliver Jäger
ERHARD GmbH & Co. KG
Meeboldstraße 22
89522 Heidenheim/Deutschland
Telefon: +49 (0)73 21/3 20 0
E-Mail: oliver.jaeger@erhard.de

Sanierung einer Trinkwasserkreuzung in Burgkunstadt

Von Udo Arrenberg

1 Einleitung

Das BAIO®-System ist eine schraubenlose, korrosionsgeschützte und längskraftschlüssige Verbindungstechnik für Trinkwasser- und Gasleitungen [1]. Dieses System wurde Anfang der 80er-Jahre von der Hawle Armaturen GmbH mit der Zielsetzung entwickelt, den Rohrlegern

- eine leichte Montage,
- eine integrierte Zugsicherung zwischen Formstücken und Schiebern,
- eine erdungsfreie Zugsicherung zwischen Formstück/Schieber und Rohr,
- ein System für alle gängigen Rohrwerkstoffe (Guss, PE, PVC, St) in den Nennweiten DN 80 bis DN 300,
- eine schraubenlose Verbindung ohne Angriffspunkte für Korrosion,
- eine Abwinkelbarkeit der Spitzend-Muffen-Verbindung um etwa 3°,
- ein System mit Schwerem Korrosionsschutz durch GSK - Epoxidharz-Pulverbeschichtung und
- eine geringe Lagerhaltung zu bieten.

Die Idee des gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 368 [2] formschlüssigen BAIO®-Systems basiert auf einer Spitzend-Muffen-Verbindung, maßlich vom duktilen Gussrohr übernommen [3, 4, 5]. Dadurch ist es möglich, für duktile Gussrohre mit handelsüblichen Gussrohrdichtungen, z. B. der TYTON®-Dichtung, beziehungsweise mit der neu entwickelten BAIO® - Lippendichtung-BLD® zu arbeiten. Ursprünglich für den Neubau entwickelt, wird das BAIO®-System zunehmend für die Sanierung alter Rohrnetze eingesetzt. Hierfür wurde ein spezielles Formstück, das Einbau-Muffen-Stück (EMS), entwickelt. Dieses Formstück besteht aus BAIO®-Spitzende, Überschiebteil und Multi/Join®-Muffe (**Bild 1**).

2 Sanierungsbaumaßnahme Burgkunstadt

Im Oktober 2009 wurde unter Anwendung des BAIO®-Systems ein altes Schieberkreuz mit Flanschen (**Bild 2**) schnell und unproblematisch saniert.

In einem ersten Schritt wurde die bestehende Kreuzung freigelegt. Das vorhandene Schieberkreuz bestand aus einer Hauptleitung DN 150, PVC, die in weiterer Folge auf eine Gussrohrleitung DN 100 übergeht. Zusätzlich bestehen zwei seitlich versetzte Einbindungen DN 100, PVC, und DN 100, Guss.

Die Schraub-Verbindungen an den Flanschen waren infolge Korrosion von Hand nicht mehr zu lösen. Demzufolge wurde das gesamte Kreuz hinter den Armaturen und Formstücken von den Rohren abgetrennt, komplett aus dem Rohrgraben gehoben und entsorgt. Anschließend wurde das neue Schieberkreuz außerhalb des Rohrgrabens montiert und in weiterer Folge die

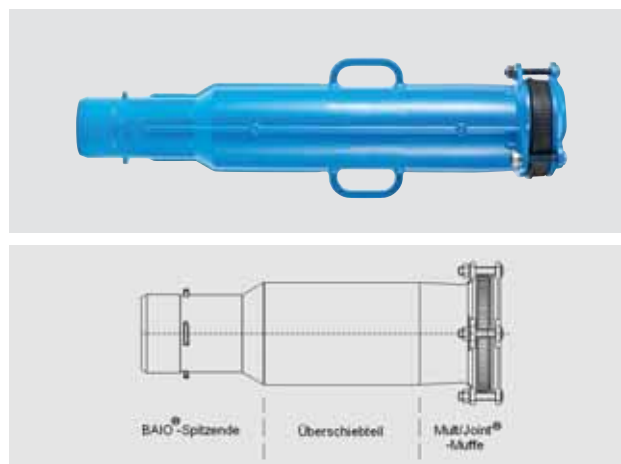


Bild 1:
EMS mit BAIO®-Spitzende,
Überschiebteil und Multi/Join®-Muffe



Bild 2:
Bestehendes Schieberkreuz



Bild 4:
Längskraftschlüssiger Anschluss an Rohrenden



Bild 3:
Positionierung des neuen Schieberkreuzes



Bild 5:
Schieberkreuz nach der Sanierung

Einbau-Muffen-Stücke mit BAIO®-Spitzende, Überschiebteil und Multi/Joint®-Muffe auf die Rohrenden bis auf Anschlag aufgeschoben. Im Anschluss daran wurde das vormontierte Kreuz in den Rohrgraben abgesenkt, positioniert und ausgerichtet (**Bild 3**). Danach wurden die EMS mit dem BAIO®-Spitzende zurückgezogen, in den BAIO®-Muffen verriegelt und längskraftschlüssig mit den jeweiligen Rohrenden verbunden (**Bilder 4 und 5**).

Abschließend wurden ein neu entwickelter, höhenverstellbarer Unterflurhydrant und die Teleskop-Einbaugarnituren montiert. Für den gesamten Vorgang, das heißt von der Montage außerhalb des Rohrgrabens bis zur Fertigstellung, wurden lediglich 50 Min. benötigt. Dabei wurden vier Absperrschieber, neun Formstücke, ein Unterflurhydrant, 13 Dichtungen und zehn

Verbindungselemente, also insgesamt 47 Teile benötigt. Zum Vergleich: Für eine herkömmliche Flanschenkreuzung wären insgesamt 546 Teile erforderlich gewesen. Die Montagezeit hätte hier bei rund 3 bis 4 h gelegen.

3 Schlussbetrachtung

Neben der vereinfachten Montage, die in erster Linie dem unmittelbar im Rohrgraben tätigen Personal zugute kommt, werden durch Zeiterparnis Kosten reduziert. Im Fall des BAIO®-Systems werden Kosteneinsparungen durch Verringerung des Aufwandes für Armaturen, Formstücke und Montagezubehör realisiert. Die größte Kostenreduzierung wird auch hier durch kürzere Montagezeiten erreicht.

Für die Gesamtkostenbetrachtung ist dabei wichtig, dass für den Einbau das BAIO®-System mit beweglichen Spitzend-Muffen-Verbindungen zum Einsatz kommt. Diese Spitzend-Muffen-Verbindungen sind unempfindlicher gegen Setzungen als starre Flansch-Verbindungen.

Literatur

- [1] DVGW-Merkblatt W 332
Auswahl, Einbau und Betrieb von metallischen Absperrarmaturen in Wasserverteilungsanlagen; 2006-11
- [2] DVGW-Arbeitsblattes GW 368
Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen und Stahl; 2002-06
- [3] DVGW-Arbeitsblatt VP 545
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen für die Gas- und Wasserversorgung – Anforderungen und Prüfungen; 2004-06

- [4] DIN EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 545: 2006
- [5] DIN EN 969
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Gasleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 969: 2009

Autor

Udo Arrenberg
Hawle Armaturen GmbH
Liegnitzer Straße 6
83395 Freilassing/Deutschland
Telefon: +49 (0)86 54/63 03-2 13
E-Mail: udo.arrenberg@hawle.de

Armaturen aus duktilem Gusseisen – eine Investition in die Zukunft

Von Thomas F. Hammer

1 Einleitung

Die Wahl der richtigen Werkstoffe bestimmt in erheblichem Maße die Kosten eines Produkts während seines gesamten Lebenszyklus von der Herstellung über den Betrieb bis zu seiner Entsorgung.

Ein Ringkolbenventil Nennweite DN 2000, eingebaut in der Talsperre Wendefurth und 1967 in Dienst gestellt, soll als Beispiel dienen. Nach vier Jahrzehnten Einsatz wurde es ausgebaut, überarbeitet und danach dem Talsperrenbetrieb Sachsen-Anhalt für weitere Jahrzehnte zur Verfügung gestellt.

2 Talsperre Wendefurth

Die im Harz gelegene Talsperre Wendefurth ist eine von mehreren der Rappbode-Talsperre nachgeschalteten Talsperren; sie ist Bestandteil des Hochwasserschutzes. **Bild 1** zeigt das gesamte Rappbodesystem im Überblick.

Die Gewichtsstaumauer der Talsperre Wendefurth ist 43,5 m hoch und besteht aus 16 Segmenten, die an der Talsohle 30 m und an der Krone 3 m breit sind. Die einzelnen Segmente der Mauer sind zur Wasserseite hin durch in den Beton eingelegte Kupferbleche abgedichtet. Zusätzlich sind die Fugen mit Teer und

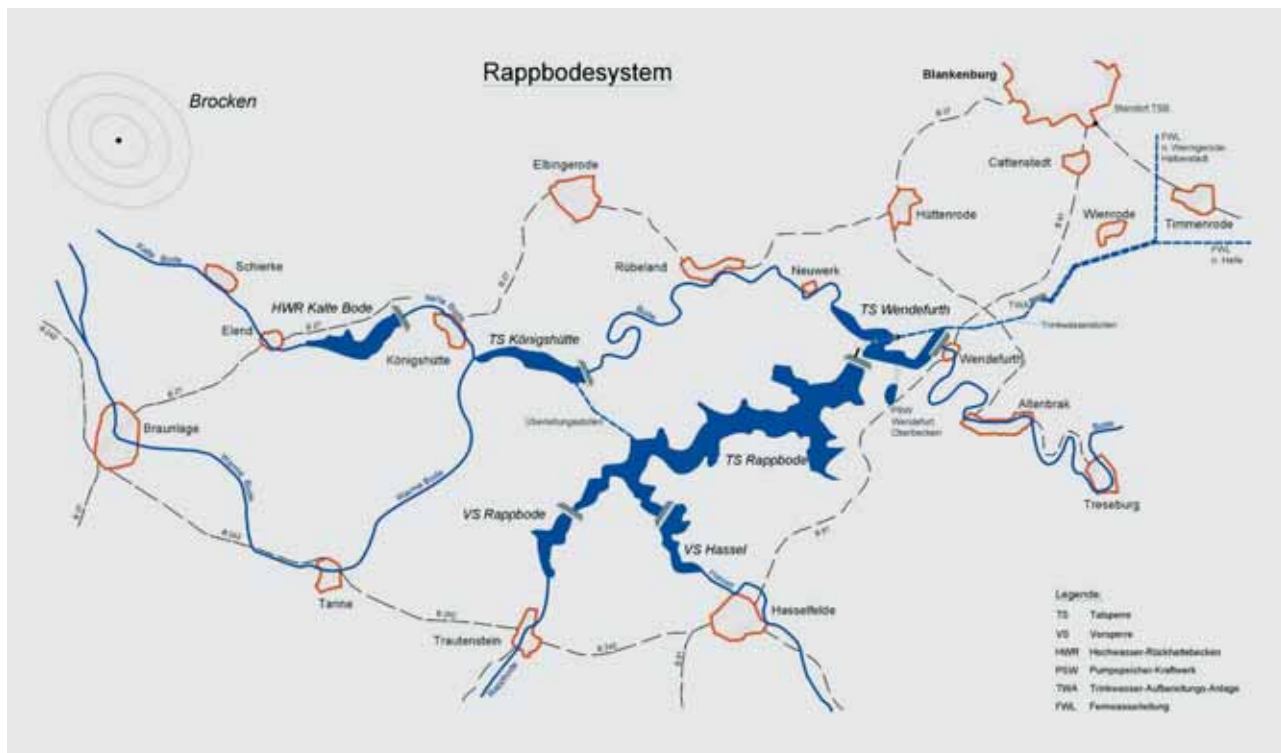


Bild 1: Das Rappbodesystem in der Übersicht (Bildnachweis: Archiv des Talsperrenbetriebes Sachsen-Anhalt)



Bild 2:

Die beiden Ringkolbenventile und die Turbine im Inneren der Staumauer (Bildnachweis: Archiv des Talsperrenbetriebes Sachsen-Anhalt)

Hanf verschlossen. Zur Revision ist die Mauer von mehreren Kontrollgängen durchzogen. Am Grund sind zwei Grundablässe mit Ringkolbenventilen und einer Turbine zur Elektrizitätserzeugung ausgestattet (**Bild 2**); die Ventile können bis zu 75 m³ Wasser pro Sekunde abgeben. Es sind die größten in einer deutschen Talsperre eingesetzten Ringkolbenventile.

3 Neu oder Erneuern

Die Sicherstellung des Normalbetriebs einer Talsperre hat oberste Priorität. Nachdem bei einem der beiden Ventile Unregelmäßigkeiten im Betrieb aufgetreten waren, musste sofort gehandelt werden. Eine Überprüfung durch Ingenieure eines großen Armaturenherstellers in Deutschland ergab, dass die Armatur in dem derzeitigen Zustand nicht mehr sicher weiterbetrieben werden konnte. Auswertung und Abwägung von Angeboten für die Überholung bzw. für die Neuinvestition des Ringkolbenventiles DN 2000 zeigten, dass die Überholung der Armatur die wirtschaftlichere Lösung sein würde – 40 t Guss sind zu wertvoll.

Die Aufarbeitung der Armatur stand im Vordergrund. Trotz ihres Alters befanden sich das Gehäuse und die wichtigsten Armaturenkomponenten noch in hervorragendem Zustand. Zu überarbeiten bzw. auszutauschen waren die Führungen und Dichtungselemente. Über 40 Jahre Einsatz im täglichen Betrieb hatten ihre Spuren hinterlassen. Eine Generalüberholung der Armatur vor Ort kam nicht in Frage, also waren ein Ausbau und der Transport des Ventils zum Armaturenhersteller nach Süddeutschland notwendig. Auch die komplette Logistikleistung innerhalb des Projektes zählte zum Auftragsumfang.



Bild 3:

Das Ringkolbenventil DN 2000, Gewicht 40 t, wurde aus der Talsperrenmauer ausgebaut und wird verladen.



Bild 4:
Bearbeitung der Innenkontur der Armatur auf einer Karussell-Drehmaschine

4 Projektdauer sechs Wochen und keinen Tag länger

In einem sehr engen Zeitrahmen von 40 Tagen musste das Projekt von der hydraulischen Trennung der Armatur bis zu ihrem Wiedereinbau gestemmt werden. Nach dem Ausbau (**Bild 3**) brachte ein zweitägiger Schwerlasttransport das Ringkolbenventil von Sachsen-Anhalt zum schwäbischen Armaturenhersteller.

Im Anschluss an die Demontage und Begutachtung wurden nicht nur Führungs- und Dichtelemente getauscht, es fand auch ein technischer

Umbau der Konstruktion statt. Dank der hervorragenden Gussqualität war ein weitreichender Struktureingriff möglich. Dies war für einen weiteren jahrzehntelangen Betrieb mit präziser Funktion erforderlich. An die Umbaumaßnahmen schloss sich die mechanische Bearbeitung der inneren Führungskontur an, ein Krafttakt mit eigener Dimension.

40 t exakt auf einer Karussell-Drehmaschine (**Bild 4**) aufzuspannen und im Toleranzfeld von zehntel Millimetern zu bearbeiten, erfordert ein besonderes Produktions-Know-how.

Endmontage und Rücktransport verliefen fristgerecht (**Bild 5**). Die Serviceingenieure des Armaturenherstellers konnten die Inbetriebnahme im vorgegebenen Rahmen durchführen.



Bild 5:
Rücktransport der Armatur aus Heidenheim in den Harz

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Thomas F. Hammer
Tyco Waterworks GmbH & Co. KG
Meeboldstrasse 22
89522 Heidenheim/Deutschland
Telefon: +49 (0)73 21/3 20-0
E-Mail: thammer@tyco-valves.com

Gießtechnische Simulation in der Armaturen- und Formstückfertigung

Von André Mähner

1 Einleitung

Die Duktal Guss Fürstenwalde GmbH hat zu Beginn des Jahres 2008 die Simulationssoftware MAGMASOFT® für Gusseisenwerkstoffe eingeführt, um die fertigungstechnische Entwicklung von Gussteilen zu optimieren. Die Einführung derartiger Werkzeuge ist heutzutage zwingend, um im Wettbewerb bestehen zu können, denn es lassen sich damit viele Optimierungsschritte am Rechner simulieren anstatt an realen Gussteilen, was erhebliche Einsparungen an Zeit und Geld zur Folge hat. Wie so oft bei der Einführung von Neuerungen waren vor allem die alteingesessenen Gießer mit ihrer jahrelangen Erfahrung skeptisch, ob denn diese Software wie angepriesen funktionieren würde.

Es mussten Widerstände überwunden, bestehende Erkenntnisse erweitert und neue Lösungsansätze vehement vertreten werden.

Zwar gehen die Meinungen oft noch auseinander, aber ein Großteil der Belegschaft sieht in der Gießsimulation ein nützliches Werkzeug. Es ist nicht leicht zu beherrschen, weil die Bildschirmdarstellungen richtig interpretiert werden müssen. Aber die Visualisierung der Strömungs- und Erstarrungsvorgänge in der Form erlaubt es, mögliche Fehler am Gussteil bereits in der Konstruktionsphase zu erkennen und abzustellen. Die gießtechnische Simulation führt zu einer engen Zusammenarbeit zwischen Konstrukteur, Gießer und Modellbauer.

2 Gießsimulation anhand eines praktischen Beispiels

Der allgemeine Umgang mit der Gießsimulation ist immer der gleiche – egal ob es nun die Optimierung eines bestehenden Gussteils ist oder die Auslegung eines Neuteiles. Nach der Konstruktion des Gussteiles (**Bild 1**) in seiner Gebrauchsform wird im nächsten Schritt die Erstarrung simuliert (**Bild 2**). Hier wird dargestellt, in welcher Reihenfolge die Einzelpartien des Gussteils erstarren. Daraus leiten sich Größe und optimale Position von Speisern ab. Speiser sind gießtechnische Hilfsmittel, welche die bei der Abkühlung entstehenden Hohlräume oder Porositäten in den zuletzt erstarrenden Materialanhäufungen mit flüssigem Eisen auffüllen.

Alle Simulationen können nur die Ideen der Anwender darstellen und visualisieren, die weitergehenden Maßnahmen entscheidet jedoch der Anwender.

Auf Grundlage der ersten Simulationsergebnisse werden dann die Speiser und deren Position am Gussteil festgelegt und wenn notwendig auch Korrekturen am Gussteil mit dem Kunden abgestimmt (**Bild 3**). Wenn möglich, wird in dieser Phase auf das Gießsystem (Einguss, Läufe und Anschnitte) verzichtet, weil dies sonst oft eine Verdreifachung der Rechenzeit bedeuten kann.



Bild 1:
Gussteil
(Kern ausgeblendet)

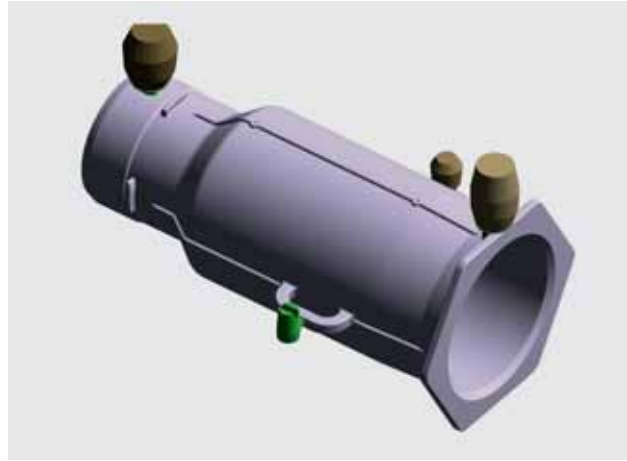


Bild 3:
Gussteil + Speiser (drei Aufsatzspeiser
und ein Natarspeiser)

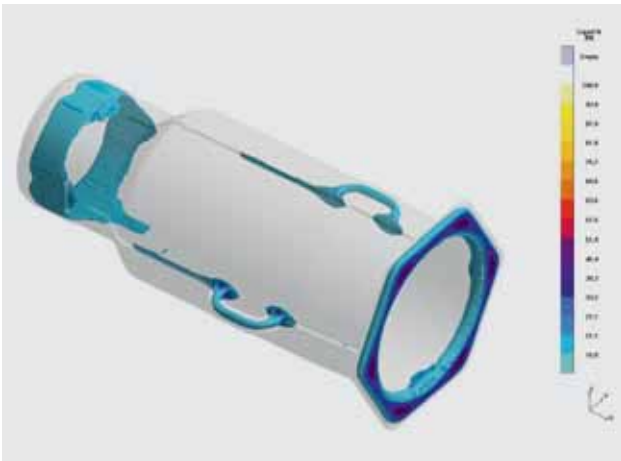


Bild 2:
Erstarrung 1, flüssige Schmelze mit ihren langsam zunehmenden Festanteilen kurz vor der vollständigen Verfestigung (alles Durchsichtige)

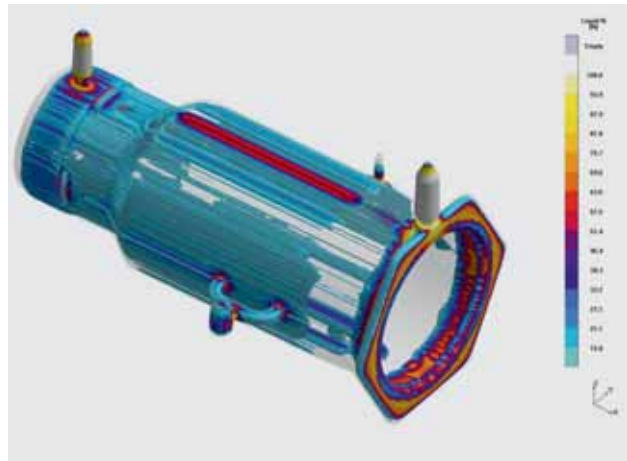


Bild 4:
Erstarrung (Beginn)

In **Bild 4** ist zu sehen, wie das Gussteil nach und nach erstarrt. Die Erstarrung soll so verlaufen, dass die Speiser als letzte Elemente noch flüssig sind (**Bild 5**), wodurch ein porositätsfreies Gussteil entsteht. Es kommt zu keinem Abriss der Erstarrungsfronten zwischen Gussteil und Speiser. Andernfalls würde vor dem Speiser eine Porosität auftreten.

Auf Grundlage der besten Speisungsvariante wird dann das Gießsystem, bestehend aus Inlet (Schmelzestrahle aus der Gießpfanne), Einguss, Gießläufen, Filtern und den von den Läufen zum Gussteil führenden Anschnitten angebracht (**Bild 6**), um den Füllvorgang simulieren zu können (**Bild 7**).

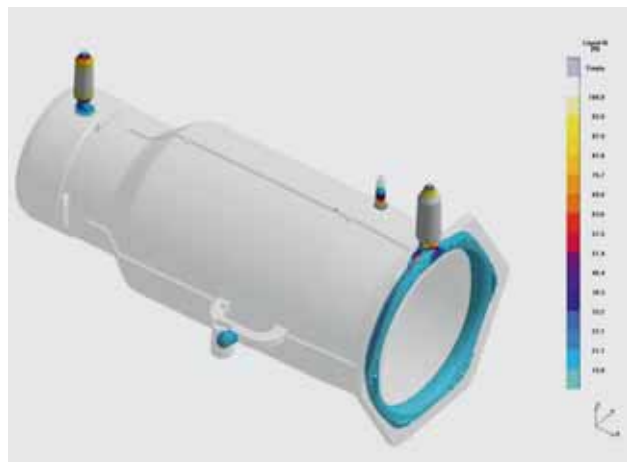


Bild 5:
Erstarrung (Schlussphase)

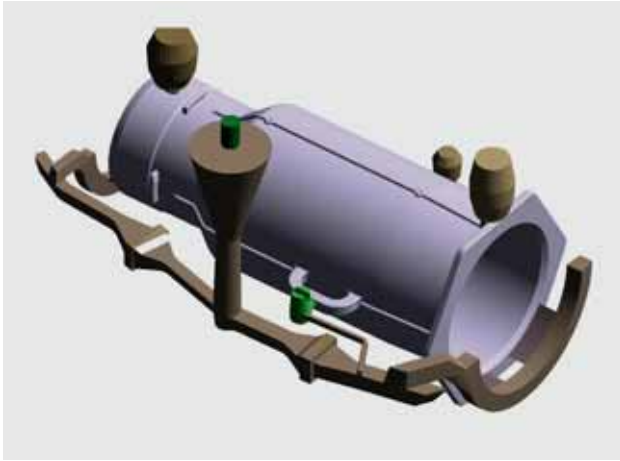


Bild 6:
Vollständige Gusstraube mit ausgeblendeten Entlüftungskanälen (meist an höchsten Punkten)

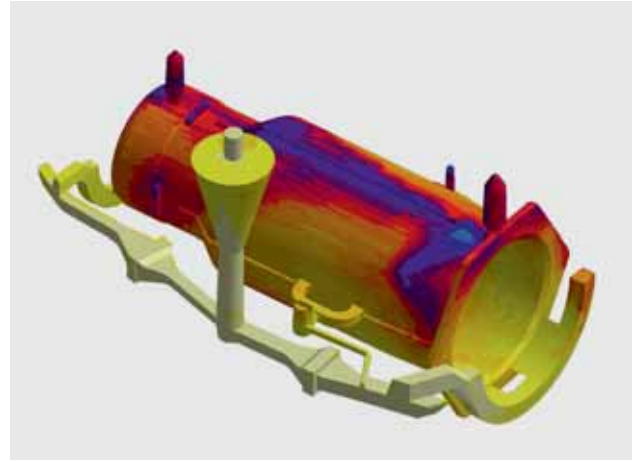


Bild 9:
Ende der Erstarrung

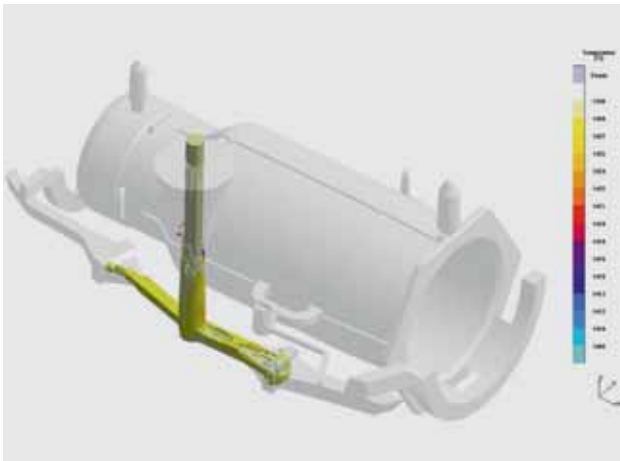


Bild 7:
Gießbeginn, einfließende Schmelze wird an den Filtern abgebremst, von unerwünschten Restbestandteilen gefiltert und beruhigt.

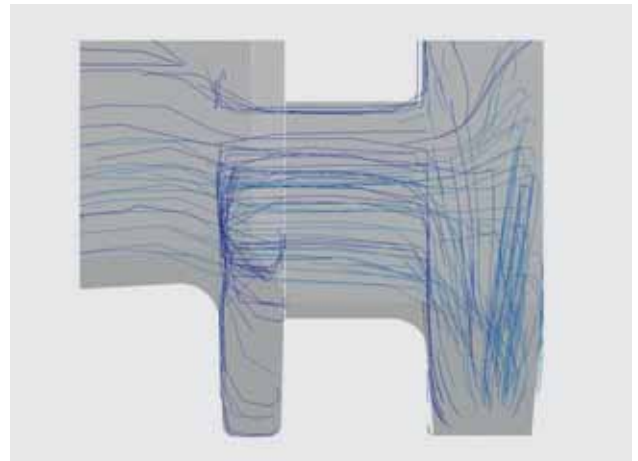


Bild 10:
Tracer mit Turbulenzen an der Flanschrückseite

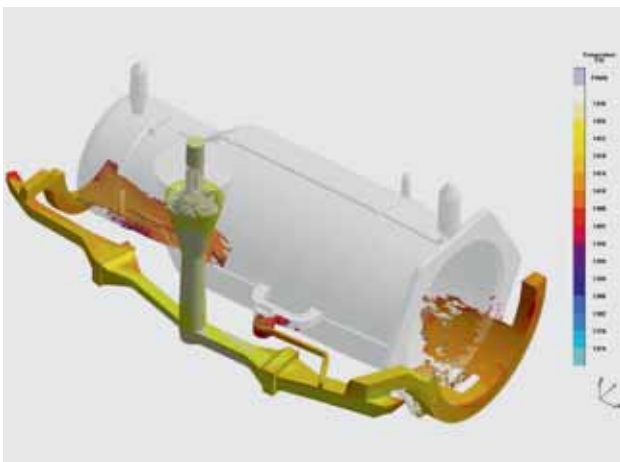


Bild 8:
Die Schmelze tritt in das Gusstück ein.

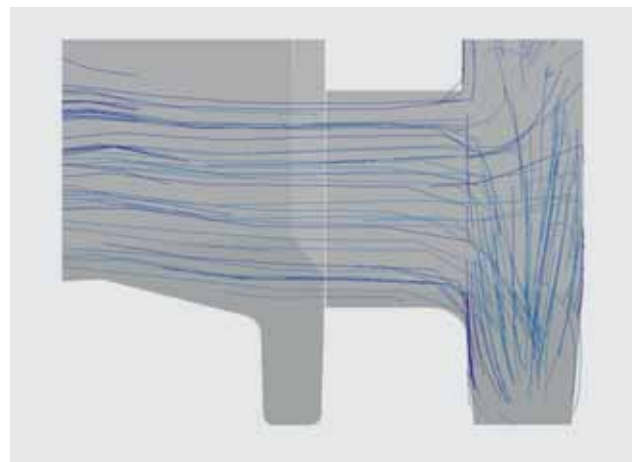


Bild 11:
Überarbeitete Partie ohne Turbulenzen

Dabei sollten Turbulenzen vermieden und die Speiser mit möglichst heißer, also „frischer“ Schmelze versorgt werden, damit sie ihre Wirkung voll entfalten können.

Das Spritzen der Schmelze an dem Gussteilende mit dem Doppelanschnitt (**Bild 8**) deutet auf ein Problem hin, das weiterer Aufmerksamkeit bedarf. Ansonsten ist das Füllen unproblematisch, auch wenn die Speiser nicht die „frischeste“ Schmelze bekommen. Ausgehend von der letzten Fülltemperatur wird dann die Erstarrung weitergerechnet (**Bild 9**).

In **Bild 10** wird der problematische Bereich am Flansch mit dem Doppelanschnitt mittels sogenannter Tracer genauer verfolgt. Das sind virtuelle masse- und volumenlose Teilchen, die mit der Schmelze mitgerissen werden und somit Strömungsrichtung bzw. Strömungsrichtungswechsel anzeigen.

Die aus dem Anschnitt einströmende Schmelze trifft an der Flanschrückseite in einem ungünstigen Winkel auf den Formsand und verursacht dort Ausspülungen. Dies war auch in der Praxis so zu beobachten.

Mithilfe der Simulation war die Lösung des Problems vergleichsweise einfach: Auf der Flanschrückseite wurde die Wand des Gussteils geringfügig keilförmig verdickt, sodass die Schmelze wesentlich flacher auf die Kontur (**Bild 11**) trifft. Nach dem Gießen konnte keine Erosion mehr festgestellt werden – so wird das Gussteil seitdem hergestellt.

3 Zusammenfassung

Der Unterschied zur konventionellen Speiser- und Gießsystemauslegung ist, dass man mit der Gieß- und Erstarrungssimulation auf dem Bildschirm dem Gussteil beim Füllen und bei der Erstarrung zuschauen kann. Man sieht die Vorgänge direkt und muss nicht von Fehlern am fertigen Gussteil ausgehend Rückschlüsse zu ihrer Vermeidung ziehen. Über die genauere Berechnung lassen sich Speiser entweder verkleinern oder sogar teilweise komplett einsparen. Zudem können viele Füllprobleme ebenfalls schon vorab erkannt und geklärt werden. Die Anzahl der Gießversuche wird minimiert, was wiederum Material-, Lohn- und Arbeitskosten verringert.

Die Gießsimulation wird ständig weiterentwickelt, damit weitere realitätsnahe Ergebnisse entstehen. Die Abweichungen zwischen Simulation und dem realen Gussstück werden dadurch geringer und die Genauigkeit der Vorhersagen nimmt zu.

Autor

Dipl.-Ing. André Mähner
Duktil Guss Fürstenwalde GmbH
Saarower Chaussee 34
15517 Fürstenwalde/Deutschland
Telefon: +49 (0)33 61/77 22-7 61
E-Mail: a.maehner@duktil-guss.de

Skigebiet Willingen

Duktile Gussrohre – „Arterien“ für die Beschneigungsanlage

Von Karl-Wilhelm Römer und Martin Schulte

1 Einleitung

Zur Wintersaison 2007/2008 wurde im nordhessischen Wintersport-Zentrum Willingen (**Bild 1**) in einem organisatorischen und wirtschaftlichen Kraftakt nicht nur eine der modernsten Aufstiegsanlagen Deutschlands errichtet, sondern mit einer leistungsfähigen Beschneigungsanlage auch die Schneesicherheit für die nächsten Jahrzehnte in diesem traditionsreichen Wintersport-Zentrum gesichert. Die „Szene“ der technischen Beschneigung tut gut daran, immer wieder über den alpinen „Tellerrand“ hinauszublicken, denn auch außerhalb des Zentralraumes der Alpen gibt es interessante Entwicklungen, die mitunter sogar Vorbild-Wirkung für die gesamte Branche haben können.

Wie zum Beispiel das Hochsauerland: Willingen, neben Winterberg der wichtigste Hauptort des Hochsauerlandes, ist nicht nur eines der nördlichsten Wintersport-Zentren in Zentraleuropa, sondern auch eines der traditionsreichsten in Deutschland. Das gilt nicht nur für den nordischen Bereich, der jedes Jahr mit dem Skisprung-Weltcup seinen programmierten Höhepunkt findet (5.–7. Februar 2010, Information: www.weltcup-willingen.de), sondern auch für den alpinen Skilauf: Allein in Willingen gibt es 16 Skilifte mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden und Liftlängen zur Ausübung und Erlernung der alpinen Disziplin. Insgesamt verfügt Willingen über eine Pistenlänge von 8 km.

Gleichzeitig mit dem Bau der Beschneigungsanlage wurde eine der modernsten 8er-Kabinenbahnen Deutschlands installiert.

Damit ist Willingen und das Hochsauerland einer der wichtigsten „Vorposten“ der gesamten alpinen Wintersport- und Tourismus-Wirt-



Bild 1:
Pistenpanorama Willingen

schaft – liegt doch mit dem Ruhrgebiet und seinen 20 Mio. Menschen eines der wichtigsten Einzugsgebiete der ganzen Branche „vor der Haustüre“. Und die Vielzahl der gelben Nummerntafeln auf den Autos der Wintersportgäste hat dem Sauerland sogar den augenzwinkernden Titel „holländische Alpen“ eingebracht.

Doch man kann nicht alles haben: Auf der einen Seite zwar ein Einzugsgebiet, um das die Willinger wohl von vielen alpinen Wintersport-Zentren beneidet werden, auf der anderen Seite eine Seehöhe, wie sie eben naturgemäß als Mittelgebirge charakterisiert ist.

Und in den Höhenlagen unter 1.000 m wurde erwartungsgemäß die Schnee-Situation zur existenziellen Frage für den Wintersport-Tourismus. Denn es gibt eine eindeutige Verbindung zwischen Schnee-Lage und Auslastung der Gäste-Betten, wie Bürgermeister Thomas Trachte im Gespräch bestätigt: „Je mehr Schnee, desto mehr Gäste“. Und da es in Willingen darum geht, 12.000 Gästebetten zu belegen – womit man als 6.000-Seelen-Ort zu den touristischen Top Ten in Deutschland gehört – wurde

die Frage der Schneesicherheit und damit der technischen Beschneigung zu einer öffentlichen Aufgabe. Ziel des Projektes „Technische Beschneigung“ sollte es sein, durch die Erzeugung von technischem Schnee die Wintersportmöglichkeiten in Willingen zu verbessern und dauerhaft aufrecht zu erhalten, um die Wintersaison touristisch abzusichern und auszubauen. Denn mit technischem Schnee kann die Saison von etwa 30 Skitagen auf rund 80 Skitage angehoben werden.

Bürgermeister Thomas Trachte: „Dieser Investitionsentscheidung sind natürlich umfangreiche Informations- und Überzeugungsarbeiten vorausgegangen. Aber eine Untersuchung der Sporthochschule Köln (Masterplan) hat uns bestätigt, dass selbst bei allen möglichen Szenarien des Klimawandels mit technischer Beschneigung auch in unseren Seehöhen für mindestens die nächsten 20 bis 30 Jahre ein entsprechender Wintersport-Betrieb gewährleistet werden kann“.

Es ist also die Gemeinde – und dies ist beispielhaft für die ganze Beschneigungs-Branche – welche technische Beschneigung als eine öffentlich-kommunale Aufgabe ansieht und eine entsprechende Infrastruktur bereitstellt: Gemeinsam mit den Betreibern der Skipisten wurde eine „Arbeitsteilung“ vereinbart, wonach die Gemeinde Wasser und Energie an den Zapfstellen bereitstellt – also die Wasserbeschaffung, die Wasserspeicherung und die unterirdische Infrastruktur. Die Lieferung der Zapfstellen und die Beschaffung der Schnee-Erzeuger waren Sache der Betreiber. Die Gemeinde Willingen konzipierte also als technische Komponenten der Beschneigungsanlage: Wasserspeicher, Leitungen, Pumpstationen und entsprechende Strom-Versorgung. Walter Frosch als zuständiger Leiter des Bauwesens in der Gemeinde Willingen: „Zunächst ist ein zentraler Wasserspeicher erforderlich. Die komplette Beschneigungsanlage muss so konzipiert sein, dass eine Grundbeschneigung des Skigebietes in 60 h möglich ist. Nur so kann die angestrebte Betriebszahl von 80 Tagen erreicht werden.“

2 Vorbereitung und Planung

Ein Großteil der Skipisten liegt im besonders geschützten Bereich der Willinger Hochheide (FFH-Gebiet). Der restliche Teil liegt nahe an oder sogar innerhalb der Wohngebiete. Die Gesamtmaßnahme unterlag damit der Planfeststellung. Eine wesentliche Planungsaufgabe

bestand darin, technische Lösungen zu finden, die einen Bau der Feldleitungen und Zapfstellen im sensiblen FFH-Gebiet erst zuließen. Durch enge Zusammenarbeit mit der speziell auf das Projekt ausgerichteten ökologischen Baubegleitung konnten Lösungen erarbeitet werden, die den Aspekten des Naturschutzes Rechnung trugen.

Das Projekt ist durchführbar, wenn folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Einsatz von „leisen“ Schneekanonen oder Lanzen im Einflussbereich der Wohnbebauung,
- extrem geringe Eingriffe im FFH-Gebiet, Umgehung besonders sensibler Bereiche, Beschränkung der Trassenbreite auf ein absolutes Mindestmaß, Arbeit nur in Teilabschnitten mit sofortiger Oberflächenwiederherstellung fertiger Abschnitte,
- Konzentration der Leitungen auf einen möglichst schmalen Leitungsgraben,
- Baustraßen sind nicht zugelassen, kein Transport von Schüttgütern in der Trasse,
- Einsatz von neutralen Baustoffen, keine Fremdstoffe wie Sand oder Vorabsiebung,
- Betonbauteile erhalten eine kapselnde, pH-neutrale Beschichtung.

2.1 Zielsetzung

Verständlicherweise wollen und müssen alle Pistenbetreiber im Skigebiet zur gleichen Zeit den Beschneigungsvorgang erfolgreich durchführen, da die Kälteperioden im Temperaturbereich von -2 bis -6 °C und kälter meist sehr kurz sind. Die Beschneigungsanlage verlangt daher den Einsatz entsprechend vieler Beschneigungsgeräte sowie einen kurzzeitig hohen Wasser- und Energieeinsatz. Diese „Schlagkräftigkeit“ der Gesamtanlage erfordert in einem derart weitläufigen Gelände den Einsatz von etwa 50 Beschneigungsgeräten.

Für eine Erstbeschneigung muss mit einer Schneemenge von 80.000 m^3 , das heißt 40.000 m^3 Wasserbedarf, gerechnet werden. Der Gesamtwasserbedarf für dieses Gebiet liegt bei rund 90.000 m^3 für eine Wintersaison. Diese großen in so kurzer Zeit benötigten Wassermengen können nur durch den Bau eines Wasserspeichers sichergestellt werden. Dieser Wasserspeicher ist Kern der gesamten Beschneigungskonzeption und soll möglichst naturnah gestaltet werden, damit er auch im Sommer eine Funktion als landschaftsgestaltendes Element besitzt.

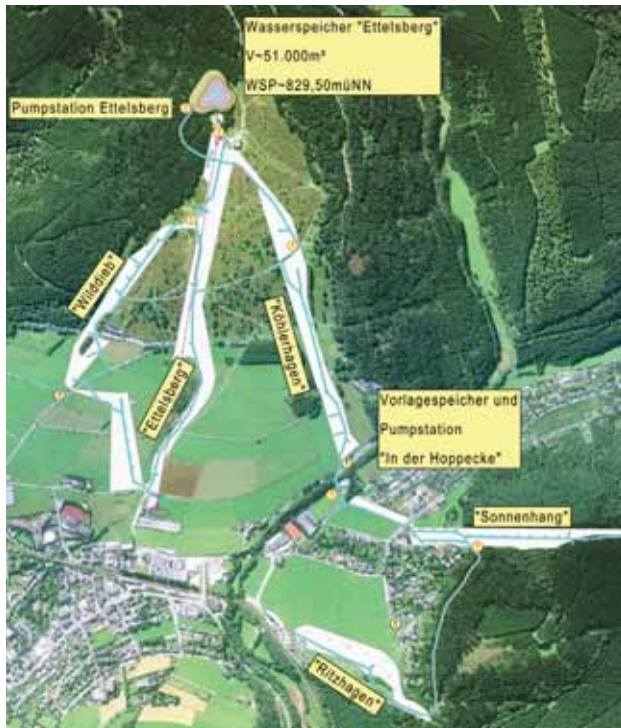


Bild 2:
Wasserspeicher Ettelsberg

An diesen Wasserspeicher (**Bild 2**) sind alle Skipisten über Transportleitungen angeschlossen. Zwei zentrale Pumpstationen (Ettelsberg beziehungsweise Hoppecke) stellen den Betriebsdruck für die Schneeerzeuger zur Verfügung. Im weitläufigen Bereich der Skipisten sind 114 Zapfstellen für Beschneigungsgeräte vorhanden.

2.2 Wasserspeicher

Die Bereitstellung von 40.000 bis 45.000 m³ Wasser in 50 bis 60 h kann nicht aus der „fließenden Welle“ eines kleinen Mittelgebirgsbachs erfolgen. Daher ist ein Zwischenspeicher erforderlich. Die Wasserführung der Gewässer im Mittelgebirgsraum ist stark abhängig von der Witterung und speziell der Regenereignisse. Die Wasserführung steigt mit einsetzendem Regen schnell an und sinkt nach Abklingen schnell wieder ab. Im Bereich von Willingen ist nur die „Hoppecke“ in der Lage, genügend Wasser für eine Entnahme und Befüllung des Wasserspeichers auf dem Ettelsberg bereitzustellen.

Zur Vorbereitung der Planung des Wasserspeichers (**Bilder 3 und 4**) wurde eine intensive Standortprüfung durchgeführt. Es galt einen Standort zu finden, der einerseits möglichst umweltverträglich ist und andererseits gleichzeitig einen wirtschaftlichen Betrieb der Beschneigungsanlage ermöglicht. Gewählt wurde

ein Standort in einer Waldfläche unmittelbar neben dem Hochheideturm. Der Wasserspiegel liegt auf etwa 830 m und damit nur rund 7 m unterhalb des Berggipfels.

Die gesamte Konstruktion ist so gewählt, dass sich ein Massenausgleich zwischen Aushub und Aufschüttung ergibt. So werden unnötige Materialtransporte im sensiblen Gebiet vermieden. Eine kleine Fehlmenge wurde durch den überschüssigen Grabenaushub der Feldleitungen abgedeckt.

Der Wasserspeicherinhalt beträgt ungefähr 52.000 m³ bei 8 m Wassertiefe und umfasst 10.000 m² Wasserfläche. Abgedichtet ist er mit einer Kunststoffdichtungsbahn, Fläche etwa 11.000 m². Die Böschungsneigungen liegen bei 1 : 2,25 beziehungsweise 1 : 2.



Bild 3:
Aushub des zentralen Wasserspeichers



Bild 4:
Wasserspeicher kurz vor der Fertigstellung

2.3 Pumpstationen

Das Wasser wird im Hoppecketal über einen Vorlagespeicher – rund 1.200 m³ Inhalt – und einer Füllpumpstation entnommen. Drei Unterwasserpumpen fördern maximal 75 L/s über 250 m hoch durch die Transportleitung DN 250, PN 40, aus duktilem Gusseisen in den zentralen Wasserspeicher auf dem Ettelsberg.

Der 10 m hohe Erddamm des zentralen Speichers ermöglichte eine kostengünstige und technisch optimale Einbindung der Hauptpumpstation (**Bild 5**) in das Dammbauwerk. Die gemeinsame Pumpenanlage fördert 210 L/s bei 30 bar Druck in die Feldleitungen zu den einzelnen Skipisten. Mit dem Kompressor für die Teichbelüftung liegt der Strombedarf bei 700 kW.



Bild 5:
Hauptpumpstation

Die langen Transportleitungen zur Versorgung der Skigebiete Sonnenhang und Ritzhagen erforderten eine weitere Zwischenpumpstation. Der Versorgungsdruck wird dort auf über 55 bar angehoben, damit auch die Schneeerzeuger an den jeweiligen Bergstationen der Liftanlagen ausreichend Vordruck bekommen. Mit dem Kompressor für die Teichbelüftung liegt der Strombedarf bei 1.300 kW.

3 Bauausführung Feldleitungen

Von dem Wasserspeicher wird das Wasser durch Feldleitungen in die Skigebiete transportiert. Als „Arterien“ für die Beschneiungsanlage mussten die Rohrleitungen bestimmte Anforderungen z. B. an Druck und Ökologie erfüllen. Eine Prü-

fung der möglichen Ausführungsvarianten zeigte eindeutige Vorteile für duktile Gussrohre mit längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen.

Insgesamt wurden über 13 km duktile Rohrleitungen mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Auskleidung (ZMA) auf Basis Tonerdezement eingebaut. Der entscheidende Vorteil des gewählten duktilen Guss-Rohrsystems besteht darin, dass im Gelände keine Schweißarbeiten durchgeführt werden müssen und ein systemgleiches, komplettes Formstückprogramm verfügbar ist. Hierdurch werden die Einbaukosten im Vergleich zu geschweißten Rohrsystemen erheblich verringert. Die hier ausgeführten Nennweiten DN 80 bis DN 250 bieten mit einem zulässigen Bauteilbetriebsdruck von mindestens 64 bar eine entsprechend hohe Sicherheit für einen stets reibungslosen Ablauf des Beschneibetriebes. Durch die mögliche Abwinkelung der BLS® - Steckmuffen-Verbindung bis zu 4° konnte der Verlauf der Trasse optimiert werden. Die Wahl der Außenbeschichtung fiel auf ein Rohr mit 200 g/m² Zinküberzug mit einer 5 mm dicken kunststoffmodifizierten Zementmörtel-Umhüllung (ZMU), welche den Einsatz in den steinigten Böden ohne besondere Schutz- und Bettungsmaterialien ermöglicht.

Die einzelnen Beschneibungsabschnitte auf der Strecke werden jeweils über Niederspannungsversorgung und Energiekabel, ausgehend von den sieben Trafostationen und Einspeisepunkten, mit Energie versorgt. Parallel zu den Hauptwasserleitungen wurden im selben Rohrgraben die Energiekabel zur Stromeinspeisung der einzelnen Elektranten mit eingebaut. Jede Entnahmestelle auf der Strecke ist dort angeschlossen.

Zusätzlich liegen im Rohrgraben auch die Mittelspannungskabel zu den Trafostationen, die Beleuchtungskabel für die Pistenbeleuchtung und die Lichtwellenleiter für die Steuerung und Überwachung der Anlagen. In der Trasse Ettelsberg kommen noch Kabel für die Sicherheitsbeleuchtung und Steuerkabel für die neue Seilbahn hinzu. Die gesamte Kabellänge in den Haupttrassen beträgt ungefähr 70 km.

Bedingt durch die baulichen Einschränkungen eines Leitungseinbaus im Bereich der Willinger Hochheide waren ungewöhnliche Lösungen gefordert. Die Breite der Bautrasse war auf 9 m beschränkt (**Bild 6**), das bedeutet, Rohrmaterial, Leitungsgraben, separate Lagerung von Grabenaushub und Oberboden sowie eine Baustraße – alles auf 9 m Breite.

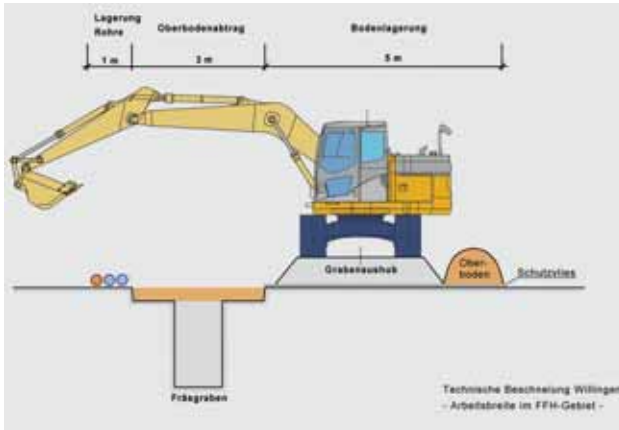


Bild 6:
Abmessungen im Trassenbereich – Vorgaben



Bild 7:
Trassenbereich in der Praxis

Der direkte Eingriff „Oberbodenabtrag“ erfolgte nur auf 3 m Breite. Die übrige Fläche war mit Schutzvlies abgedeckt. Aus Platzmangel lag die Baustraße auf der Aushubmiete (**Bild 7**) und konnte nur mit Kettenfahrzeugen befahren werden.

Die Vielzahl der Wasserleitungen, Energiekabel und Datenkabel zwang zum Einbau in Lagen übereinander (**Bild 8**). Fremdmaterial, wie Sand, Schotter und Beton waren nicht zugelassen. Reparaturen und Mängelbeseitigung im Zuge der Ausführung waren damit praktisch ausgeschlossen. An alle verwendeten Materialien waren daher besonders hohe Anforderungen zu stellen.

Im Zuge der Bauausführung zeigte sich immer mehr, dass die getroffene Auswahl richtig war.

- Wasserleitungen – duktile Gussrohre mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung,

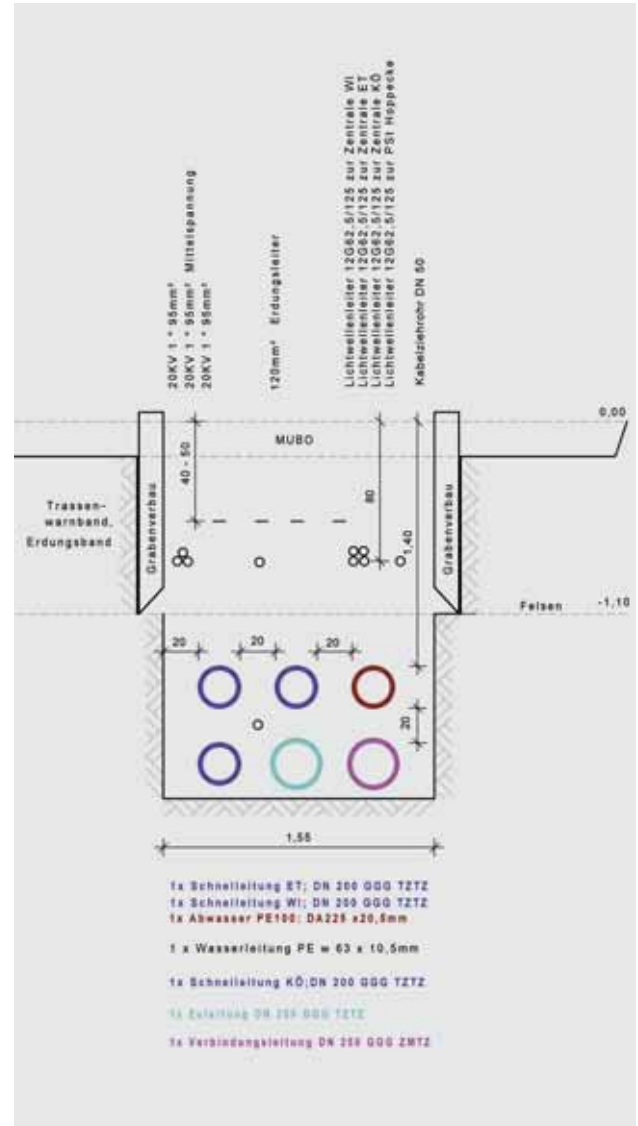


Bild 8:
Grabenprofil

- Energiekabel – Alukabel mit Schutzmantel in Felsschutzmatte,
- Steuerkabel – im Schutzrohr oder mit Schutzmantel in Felsschutzmatte.

Der Einbau erfolgte in zwei bis vier Lagen übereinander.

4 Zusammenfassung

Insgesamt gilt das Projekt Willingen als das größte Beschneidungsprojekt der Saison 2007/2008 in Deutschland. Die Kosten für die Installation der Infrastruktur für eine technische Beschneidung belaufen sich auf etwa 5,5 Mio. Euro. Das Bundesland Hessen fördert die Maßnahmen mit rund 3 Mio. Euro, der Landkreis Waldeck-Frankenberg mit 500.000 Euro. Weitere Ausgaben tragen die privaten Liftbetreiber, die die Wasserentnahme-

stellen und Schneekanonen finanzieren müssen (5 Mio. Euro). Trotz der in der gesamten Bau-phase von Juli bis November 2007 sehr schlechten Witterung mit viel Regen und Nebel konnten die beteiligten Baufirmen die Arbeiten fristgerecht fertig stellen. Aus Zeitgründen gab es nur eine Druckprobe für das gesamte Rohrleitungssystem aus duktilem Gusseisen.

Über 12 km Hauptleitungen DN 100 bis DN 250 mit 114 Zapfstellenzuleitungen DN 80 waren auf Antrieb dicht.

Autoren

Karl-Wilhelm Römer
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Verkaufsbüro Kassel
Schweinsbühl, Kerbelweg 6
34519 Diemelsee/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 32 / 92 22 52
E-Mail: karl-wilhelm.roemer@gussrohre.com

Dipl.-Ing. Martin Schulte
Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. Gröticke & Partner GmbH
Bahnhofstraße 15
34477 Twistetal-Berndorf/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 31 / 97 55 97
E-Mail: info@groeticke.com

Bauherr

Gemeinde Willingen (Upland)
Dipl.-Ing. Walter Frosch
Waldecker Straße 12
34508 Willingen/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 32/40 10
E-Mail: post@gemeinde-willingen.de

Technische Planung und Bauüberwachung

Ingenieurbüro Gröticke & Partner GmbH
Dipl.-Ing. (TU) Martin Schulte
Bahnhofstraße 15
34477 Twistetal-Berndorf/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 31/97 55 97
E-Mail: info@groeticke.com

INGENIEURBÜRO Arno Schweiger
Dipl.-Ing. (FH) Arno Schweiger
Vordere Burgauffahrt 25
87527 Sonthofen/Deutschland
Telefon: +49 (0)83 21/72 13 51
E-Mail: info@seilbahnprofi.de

Ökologische Planung und Bauüberwachung

Bioline Planungsbüro
Orketalstraße 9
35104 Lichtenfels/Deutschland
Telefon: +49 (0)64 54/9 119 79
E-Mail: planungsbuero.bioline@t-online.de

Bauausführung

Bauunternehmung Erich Wenzel
Am Sportplatz 19
35104 Lichtenfels-Goddelsheim/Deutschland

Fr. Fisseler GmbH & Co. KG
Am Ziegelgrund 25
34497 Korbach/Deutschland
Telefon: +49 (0)56 31/97 97-97
E-Mail: info@fisseler-korbach.de

G. Jordan KG
Tiefbau, Wasserwirtschaft, Kulturbau
Landstraße 40
34454 Bad Arolsen-Mengeringhausen/
Deutschland
Telefon: +49 (0)56 91/37 85
E-Mail: g.jordankg@t-online.de

Bauunternehmung Eickmann GmbH
Am Hagenblech 63
59955 Winterberg/Deutschland
Telefon: +49 (0)29 81/92 70 - 0
E-Mail: info@eickmann-bau.de

E. Grell GmbH & Co. KG
Straßen- und Tiefbau
Hünegräben 21
57392 Schmallenberg/Deutschland
Telefon: +49 (0)29 72/50 95
E-Mail: l.grell@e-grell.de

SUFAG
Sport- und Freizeitanlagen GmbH
Hermann Felder
Bregenzer Straße 5
6921 Kennelbach/Österreich
Telefon: +43 (0)55 74/68 44-0
E-Mail: office@sufag.com

Quellenverweis

SI Seilbahn International

Stromgewinnung durch Ausnutzung der Wasserkraft hat Zukunft

Von Roger Aebi

1 Einleitung

Um den Klimawandel wirkungsvoll zu bekämpfen, müssen die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) deutlich sinken. Die Energiestrategie der Schweiz baut dabei auf die drei Pfeiler:

- Effizienzsteigerungen,
- erneuerbare Energien und
- Elektrifizierung.

Der künftige Energiemix mit CO₂-frei oder CO₂-neutral erzeugtem Strom wird dabei eine zunehmend wichtigere Rolle einnehmen. In dieser Hinsicht weist speziell die Stromerzeugung mit Trinkwasserkraftwerken eine ausgezeichnete CO₂-Bilanz auf, weil die Trinkwasserleitungen neben ihrem Hauptzweck der Trinkwasserversorgung zusätzlich Ökostrom produzieren.

Trinkwasserkraftwerke haben in der Schweiz lange Tradition. Seit 1990 wurden etwa 100 Trinkwasserkraftwerke gebaut; sie erzeugen heute rund 100 Mio. kWh/a Elektrizität, die für etwa 12.000 Haushalte reicht. Die Vorteile für den Betreiber liegen auf der Hand. Der in Trinkwasserkraftanlagen erzeugte Strom wird lokal produziert, Natur und Wasserkreislauf bleiben praktisch unberührt, und mit relativ geringen Kosten kann ein wichtiger Beitrag für die Ziele der schweizerischen Energie- und Klimapolitik geleistet werden.

2 Ungenutztes Potenzial für Trinkwasserkraftwerke

Gemäß Erhebungen des schweizerischen Bundesamtes für Energie besteht noch immer ein ungenutztes Potenzial. Geeignete Standorte für Trinkwasserkraftwerke finden sich sowohl im Berggebiet wie auch im Mittelland.

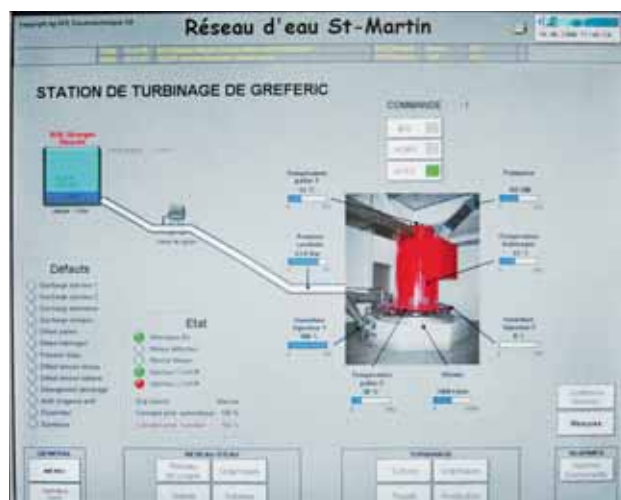


Bild 1: Bildschirmüberwachung des Trinkwasserkraftwerkes

Die Gemeinde Saint-Martin liegt rund 20 km von Sion im Herzen des Val d'Hérens und hat in den 80er-Jahren ein Konzept zur nachhaltigen Entwicklung ihrer Region erstellt. Das seit den 60er-Jahren ungenutzte Gebiet um Ossona mit 36 ha bietet ideale Voraussetzungen für eine regional ausgerichtete Landwirtschaft mit einer Entwicklung zum sanften Tourismus. Ossona wurde deshalb auch zu einem wichtigen Teil innerhalb des Pilot-Projektes der Schweiz zur Entwicklung der ländlichen Regionen (Développement Rural Régional).

Die Versorgung mit Trinkwasser von Ossona führt dabei über eine neue 1.702 m lange Wasserleitung DN 150, die von der bestehenden Hauptleitung der Wasserversorgung Saint-Martin abzweigt. Die große Fallhöhe von 679 m ermöglichte es, gleichzeitig ein Trinkwasserkraftwerk mit einer mittleren Jahresproduktion von 825.000 kWh zu realisieren, was einem Energiewert von 70 t Heizöl oder einer Einsparung

von 223 t CO₂ entspricht. Im Trinkwasserkraftwerk wurde eine zweistrahlige Pelton-Turbine (Schaufelturbine) eingebaut. Der maximale Druck am Turbineneinlauf beträgt 63 bar bei einer maximalen Wasserdurchflussmenge von 5 L/s. **Bild 1** zeigt die Steuerung der Anlage.

3 Einfacher Rohrleitungsbau

Für den Bau einer Kraftwerksleitung mit hohen Drücken sind nach Aussage des zuständigen Projektingenieurs, Herrn Laurent Piteloud, hohe Betriebssicherheit, wirtschaftlicher Betrieb, einfacher Rohrleitungsbau im steilen Gelände sowie eine lange Lebensdauer der Rohrleitung entscheidende Faktoren bei der Wahl des Rohrleitungswerkstoffes. Das duktile Guss-Rohrsystem (**Bild 2**) mit Polyurethan-Auskleidung (PUR) für kombinierte Trinkwas-



Bild 2:
Duktiles Gussrohr mit Polyurethan-Auskleidung und Zinküberzug mit Bitumen-Deckbeschichtung



Bild 3:
Längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung hydrotight (außenliegend)

ser- und Kraftwerksleitungen und äußerem Zinküberzug mit Bitumen-Deckbeschichtung (ducpur) überzeugte die Bauherrschaft. Diese Rohre sind dank der hohen Materialfestigkeit und der zuverlässigen und bewährten Verbindungstechnik hydrotight (**Bild 3**) für anspruchsvolle Anwendungsbereiche prädestiniert.

4 Merkllich bessere Rentabilität

Duktile Gussrohre mit PUR-Auskleidung weisen sehr gute Durchflusseigenschaften auf und tragen zu geringen Druckverlusten des Rohrnetzes bei.

Die Steckmuffen-Verbindungen lassen sich bis zu 3° abwinkeln. Damit passt sich die Leitung aus duktilen Gussrohren ohne zusätzliche Formstücke kleinen Krümmungen an, womit die energietechnischen Eigenschaften eines Netzes weiter optimiert werden: Für den Betreiber führen geringere Druckverluste zu einer höheren Turbinenleistung und damit zu einer merklich höheren Rentabilität der Anlage.

5 Hohe Anforderungen an die Rohre

Die Kraftwerksleitung von Saint-Martin (Projektdatei enthält **Tabelle 1**) stellt auch hohe Anforderungen an die Auskleidung der Rohre. Sie muss den trinkwasserhygienischen Anforderungen entsprechen, weichem Wasser standhalten und gleichzeitig noch mechanisch extrem stabil sein. Die PUR-Auskleidung nach EN 15655 erfüllt diese Anforderungen.

Tabelle 1:
Projektdatei der neuen Kraftwerksleitung

1. Duktile Gussrohre ducpur		
DN	Wanddickenklasse	Leitungslänge
150	K 9	870 m
150	K 10	700 m
150	K 12	132 m
2. Schubsicherung		
Art	Auslegung	Druckstufe
hydrotight	außenliegend	100 bar

Die Versorgungssicherheit in den Bereichen Trinkwasser und Energie ist seit je Voraussetzung von gesellschaftlichem Wohlstand und Fortschritt.



Bild 4:
Hygienisch einwandfreies Trinkwasser
beim Verbraucher

Energieerzeugung mit Trinkwasserkraftanlagen verbindet folgende Möglichkeiten:

- zukunftsorientierte Versorgungssicherheit für die lokale Bevölkerung und Industrie (**Bild 4**),
- Ergebnisverbesserung der industriellen Betriebe von Gemeinden und Gemeindeverbänden,
- Anliegen des Umweltschutzes.

An der Gestaltung dieser win-win-Situation waren nicht zuletzt die Erfahrung und Kompetenz der Ingenieure des Rohr- und der Anlagenhersteller beteiligt.

6 Die Wasserkraft wird von der Schweiz gefördert

Technische Innovationen und Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen machen Kleinwasserkraftwerke zu günstigen Energiequellen, die dezentral und umweltfreundlich erzeugten Strom bereitstellen.

Seit dem 1. Januar 2008 ist das neue schweizerische Stromversorgungsgesetz (StromVg) in Kraft. Die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) von Strom aus erneuerbaren Energien für neue Produktionsanlagen verbessert die wirtschaftlichen Bedingungen für den Bau von Trinkwasserkraftwerken (**Bild 5**) wesentlich.

Die festgelegte Vergütung für Wasserkraftwerksleitungen durch den Verkauf und die Einspeisung des in Wasserkraftwerken produzierten Stroms hilft die Investitionen für neue Wasserleitungen schnell zu amortisieren und

erhöht die Wirtschaftlichkeit der Wasserversorgung. Ökostrom aus Trinkwasser ist zusätzlich ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz.

Wasserversorgungen erhalten eine über 25 Jahre garantierte Vergütung von etwa 15 bis maximal 34 Rappen/kWh. Insgesamt stehen jährlich rund 320 Mio. Schweizer Franken zur Verfügung, bis zur Hälfte davon ist für die Kleinwasserkraftwerke und damit auch für die Trinkwasserkraftwerke vorgesehen.

Trinkwasserkraftwerke sind Nebennutzungsanlagen, da der Hauptzweck im Transport des Trinkwassers besteht. Der Leistungsbereich dieser Kraftwerke liegt normalerweise bei 10 bis 100 kW.

Weitere Informationen sind unter

- www.infrastrukturanlagen.ch,
 - www.saint-martin.ch,
 - www.ossona.ch und
 - www.valdherens.ch
- zu finden.

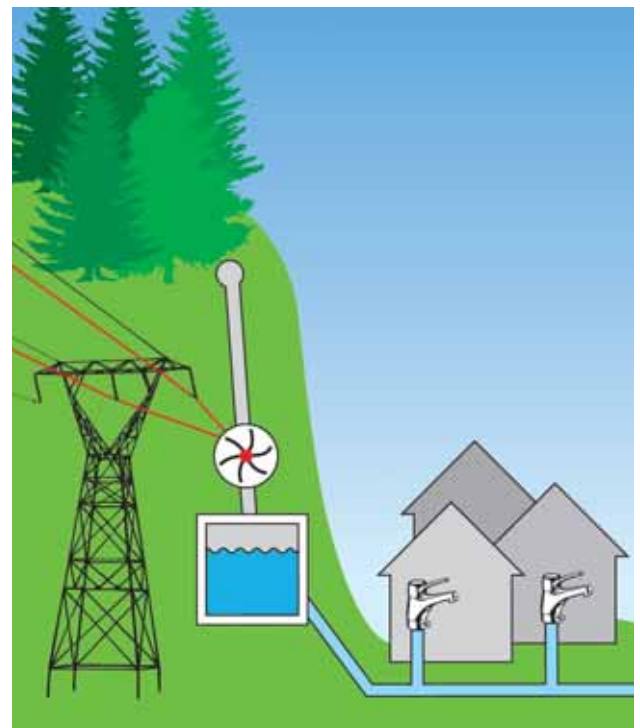


Bild 5:
Schematische Darstellung eines hydroelektrischen Kraftwerks (Kombination Trinkwasser- und Kraftwerksleitungen)

Autor

Roger Aebi
Wynigenstrasse 8A
3400 Burgdorf/Schweiz
Telefon: +41 (0)34/4 23 29 66
E-Mail: roger-aebi@bluewin.ch

Bauherr

Administration communale de Saint-Martin
Pierre Zermatten
Case Postale 64
1969 St-Martin/Schweiz
Telefon: +41 (0)27/2 82 50 10
E-Mail: commune@saint-martin.ch

Projekt- und Bauleitung

PRA Ingénieurs Conseils SA
Laurent Pitelloud
Rue de la Majorie 9
1950 Sion/Schweiz
Telefon: +41 (0)27/3 29 60 30
E-Mail: prasa@praing.ch

Bauunternehmen

Dumas SA
Philippe Dumas
Rte du Manège 63
1950 Sion/Schweiz
Telefon: +41 (0)27/2 05 88 80
E-Mail: info@dumas-construction.ch

Rohreinbau

Guy Genolet
Casa Postale 25
1987 Hérémece/Schweiz
Telefon: +41 (0)27/2 81 11 79

Triebwasserleitung mit Teilstücken bis zu 80° Neigung – Elektrizitätswerk Plankenbach (San Cassiano)

Von *Andreas Moser*

1 Rahmenbedingungen

Vor dem Hintergrund der jüngsten Strompreisentwicklung in Südtirol entschied sich die Gemeinde Klausen für den Bau eines Kleinwasserkraftwerkes. Seit dem 1. Januar 2009 gibt es eine beschränkte Anzahl von sogenannten „Grünzertifikaten“. Dies sind für die nächsten 15 Jahre garantierte Einspeisevergütungen von 22 Cent/kWh. Hierfür sind allerdings bestimmte Kriterien zu erfüllen.

Beim E-Werk Plankenbach war dies die Revitalisierung des Kraftwerkes Wieser, das schon seit geraumer Zeit besteht und in die neue Anlage integriert wurde, indem die bestehende Triebwasserleitung für das E-Werk Wieser übernommen und um 1,2 km verlängert wird. Das alte

E-Werk Wieser wird abgerissen, das Krafthaus Plankenbach wird neu errichtet; die Höhendifferenz wird auf 450 m vergrößert.

2 Umsetzungsphase – besondere topografische Bedingungen

Mitte Mai begannen die Arbeiten am Kraftwerk Plankenbach, das nach seiner Fertigstellung im April 2010 die 1.400 Einwohner des Dorfes Latzfons, größter Ortsteil der Gemeinde Klausen, mit ökologisch sauberer Energie versorgen wird.

Im Mai 2009 wurde das Krafthaus des E-Werkes Wieser abgerissen; das dort ankommende Triebwasser musste in einem speziellen Schacht der neuen Turbinenleitung des Wasserkraftwerkes



Bild 1:
Extrem schwierige
Einbaubedingungen beim
Kraftwerk Plankenbach
mit Neigungen bis zu 80°

Plankenbach zugeführt werden. Schon während der Ausschreibungsphase war klar, dass der Einbau der Turbinenleitung in weiten Strecken eine gewisse akrobatische Leistung von Mensch und Material verlangen wird.

Die Arbeiten an der neu zu bauenden Turbinenleitung aus duktilen Gussrohren DN 300, PN 63 waren aufgrund der topografischen Gegebenheiten teilweise sehr schwierig. Im unteren letzten Abschnitt der duktilen Gussrohrleitung (kurz vor dem Krafthaus) hat der Rohrgraben eine Neigung bis zu 80° – die Leitung verläuft also fast senkrecht (**Bild 1**).

Für solche Arbeiten kann man nur speziell ausgebildete Monteure einsetzen, die Erfahrung mit Rohrleitungsbau im hochalpinen Gelände mitbringen. In diesem Bereich musste der Rohrgraben teils mit Sprengabtrag in den Felsen getrieben werden (**Bilder 2 und 3**). In solch extremen Leitungsabschnitten ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nur ein längskraftschlüssiges Guss-Rohrsystem optimal einzubauen. Die Monteure hoben vor allem die äußerst einfache Montage der VRS-T®/BLS®-Zug- und Schubsicherung positiv hervor. In solch einem Gelände muss die Montage der Verriegelungselemente der längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindung sehr schnell, einfach und sicher sein.

Vor dem Anschluss an das Krafthaus sitzt ein 90° -Bogen für den Turbineneinlauf, dieser Abschnitt muss speziell gesichert werden. An dieser Stelle wirkt eine Seitenschubkraft von 750 kN, die mit einem speziellen Betonwiderlager mit einem Volumen von 150 m³ abgefangen wird. Der Betriebsdruck dieser 1,2 km langen duktilen Turbinenleitung liegt bei 45 bar (die Höhendifferenz zwischen Wasserfassung und Krafthaus beträgt etwa 450 m) mit einem Rohrdurchmesser von 300 mm. Für das eingesetzte Guss-Rohrsystem ist statisch gesehen ein derartiger Betriebsdruck unproblematisch; es können noch höhere Drücke aufgenommen werden.

Aber auch der übrige Leitungsabschnitt war nicht einfach zu installieren. Im mittleren Bereich der Rohrtrasse mit einem Gefälle von 100 %, das entspricht einer Neigung von 45° , mussten die Rohre mit einer eigens hierfür aufgebauten Materialseilbahn an ihren Bestimmungsort gebracht werden.



Bild 2:
Anlegen des Rohrgrabens am Steilhang



Bild 3:
Einsatz eines ZMU-Rohres in hochalpinem Gelände



Bild 4:
Arbeiten an der Turbinenleitung

Bild 4 zeigt, dass man auch in solchem Gelände noch mit schwerem Gerät (20 t Kettenbagger) arbeiten kann. Mit einem Bagger dieser Größe kann sehr viel Aushubmaterial bewegt werden, was sich in der Schnelligkeit und im wirtschaftlichen Erfolg niederschlägt.

Die Rohrinstallation wurde selbst unter diesen widrigen Bedingungen in einer Rekordzeit von fünf Wochen fertig gestellt.



Bild 5:

Einsatz eines ZMU-Rohres unter schwierigsten Einbaubedingungen

3 Besondere Bedingungen – der ideale Einsatz von Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung

Bei besonders anspruchsvollen Einsatzbedingungen, wie zum Beispiel dem Einbau von Turbinenleitungen, werden sehr häufig duktile Gussrohre mit Zementmörtel-Umhüllung (ZMU) nach DIN EN 15542 eingesetzt.

Sie zeichnen sich durch einen besonders hohen Korrosionsschutz bei gleichzeitig höchster mechanischer Belastbarkeit aus. Beim Einbau in felsigem Gelände kann der Grabenaushub mit Korngrößen bis 100 mm direkt wieder eingebaut werden (**Bilder 4 und 5**).

Weitere Einsatzbereiche duktiler Gussrohre mit dieser Umhüllung sind stark aggressive Böden (erhöhter Korrosionsschutz) und die

Anwendung bei den grabenlosen Einbauverfahren (zusätzlicher mechanischer Schutz). Die Robustheit der Zementmörtel-Umhüllung ergibt sich aus dem Produktionsprozess: Kunststoffmodifizierter Zementmörtel auf Hochofenzement-Basis wird aus einer Breitschlitzdüse wendelförmig in gleichmäßiger Dicke auf das sich drehende, verzinkte duktile Gussrohr aufgetragen. Gleichzeitig wird die 5 mm dicke Schicht zusätzlich mit einem Netzgewirk bandagiert

4 Zusammenfassung

Die Vorteile von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung sowie deren Anwendung werden in **Tabelle 1** übersichtlich dargestellt.

Die Entscheidung, bei der neuen Turbinenleitung den Werkstoff duktiles Gusseisen einzusetzen, hat mehrere Gründe. Bei gleich bleibenden Materialeigenschaften beträgt die Nutzungsdauer von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung mehr als 100 Jahre. Der Werkstoff duktiles Gusseisen ist statisch hoch belastbar, hohe und geringe Erdüberdeckungen sind möglich. Er weist hohe Sicherheitsreserven gegenüber unplanmäßigen Belastungen aus.

Für unterschiedlichste Einsatzbereiche können die Rohrwanddicken, die Rohr-Umhüllungen sowie die Rohr-Auskleidungen angepasst werden. Ein komplettes modulares duktile System,

Tabelle 1:

Übersicht über Vorteile der Zementmörtel-Umhüllung und Anwendung bei den geschlossenen Bauweisen

Hohe chemische Beständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gemäß DIN EN 545, DIN EN 15542 und DIN 30675-2 sind duktile Gussrohre mit ZMU in allen Böden einsetzbar.
Mechanischer Schutz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rohre mit ZM-Umhüllung können in Einbettungsmaterialien mit einem Größtkorn von 100 mm eingebaut werden. ■ Aufgrund der hohen Schlagfestigkeit der ZMU sind die duktilen Gussrohre besonders für den rauen Baustellenalltag geeignet. ■ Bei den grabenlosen Einbauverfahren trägt die ZM-Umhüllung dazu bei, eine Beschädigung während des Einziehens zu verhindern.
Wirtschaftliche Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kein Bodenaustausch oder zusätzliche Rohrbettung nötig, der Bodenaushub kann wieder verwendet werden. ■ Wesentliche Kosten- und Zeitersparnis, weil der Aushub nicht abgefahren und deponiert werden muss. ■ Langzeit-Korrosionsschutz (laut DVGW bis zu 140 Jahre) der Rohre wird erreicht.
Anwendung bei grabenlosen Einbauverfahren	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendung finden ZMU-Rohre beim Press-/Zieh-Verfahren, dem Hilfsrohrverfahren, beim Berstlining, beim Horizontal-Spülbohrverfahren (HDD), beim Einpflügen und beim Langrohr-Relining.

bestehend aus Rohren, Formstücken und Armaturen, ist für alle Anwendungsbereiche verfügbar – so auch für Turbinenleitungen.

Voraussetzung für den Bau der neuen Turbinenleitung war die Einsetzbarkeit von form- und längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindungen, der wasserhygienisch unbedenklichen Zementmörtel-Auskleidung und der Möglichkeit der Abwinkelbarkeit in den Muffen-Verbindungen. Das Verziehen eines Rohrleitungsstrangs in den Muffen kann zur Einsparung von Formstücken genutzt werden – ein wirtschaftlicher Aspekt.

Mit dem Bau der Turbinenleitung für das Elektrizitätswerk Plankenbach hat der Bauherr sichergestellt, dass ein umweltverträgliches Rohrmaterial (nachhaltig, recycelbar, Verwendung anorganischer Werkstoffe) eingebaut wurde und die Belange des Grundwasser- und Bodenschutzes respektiert wurden.

Autor

Ing. Andreas Moser
Tiroler Röhren- und Metallwerke AG
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-4 53
E-Mail: andreas.moser@trm.at

Bauunternehmen

Falserbau des Josef Falser & Co. OHG
Karl Weissensteiner
Gewerbezone Bodner 2
39050 Karneid-Blumau/Italien
Telefon: +39 (0)4 71/3 53 46-0
E-Mail: info@falserbau.it

Mit duktilen Gussrohren gegen den Klimawandel

Von Stephan Hobohm

1 Einleitung

Garmisch-Partenkirchen ist eine Marktgemeinde und zugleich Sitz des Landratsamtes des Landkreises Garmisch-Partenkirchen inmitten des Werdenfeller Landes. Mit mehr als 26.000 Einwohnern ist Garmisch-Partenkirchen eine von 13 sogenannten leistungsfähigen kreisangehörigen Gemeinden in Bayern, denen vom Freistaat Aufgaben der unteren Bauaufsichtsbehörde und der unteren Wasserbehörde übertragen wurden. Garmisch-Partenkirchen liegt inmitten eines weiten Talkessels am Zusammenfluss der aus Tirol kommenden Loisach und der im Wettersteingebirge (**Bild 1**) entspringenden Partnach, zwischen Ammergebirge im Nordwesten, Estergebirge im Osten und Wettersteingebirge mit Deutschlands höchstem Berg, der Zugspitze, im Süden.



Bild 1:
Duktile Gussrohre mit BLS®-Steckmuffen-Verbindung
im Wettersteingebirge –
im Hintergrund die 2.628 m hohe Alpispitze

Diese topografischen Gegebenheiten sind nicht nur Anziehungspunkt für jährlich weit mehr als 300.000 erholungssuchende Gäste des Ortes. Sie bieten auch eine hervorragende Voraussetzung zur Erzeugung umweltfreundlicher Energie. Vor dem Hintergrund der Förderung erneuerbarer Energien liegt es nahe, die vielen Bergbäche mit hoher Wasserabgabe und großen Höhenunterschieden zur Stromerzeugung zu nutzen und damit einen Beitrag zu einer sauberen Umwelt zu leisten.

Einst versorgten diese Bergbäche, wie die Esterbergquellen (**Bild 2**), ganz Garmisch-Partenkirchen mit Trinkwasser, bis sie mit dem Ausbau des Grundwasserwerks Degernlahne ihre Bedeutung verloren und nur noch als Notversorgung (**Bild 3**) betrieben wurden. Diese Funktion erfüllen sie zwar heute noch, aber inzwischen haben sie eine zusätzliche Nutzung erfahren. Seit kurzem dient das Wasser der Esterbergquellen auch zur Stromerzeugung.

2 Vom Bergbach zur Energiequelle

Im Jahr 2000 besuchten Experten der Technischen Universität München (TUM), „Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft“ unter anderem auch die Gemeinde Garmisch-Partenkirchen. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie untersuchten sie bestehende Trinkwasserleitungen auf ihre Eignung zur Stromerzeugung. Dabei ergab sich, dass die seit vielen Jahrzehnten bestehende Trinkwasseranlage „Esterbergquellen“ hierfür geeignet wäre. Die beiden vorhandenen Trinkwasserleitungen DN 100 sollten Bestandteil zweier kleinerer Stromerzeugungsanlagen werden. Alternativ dazu



Bild 2:
Esterbergquelle



Bild 4:
Maschinenhaus



Bild 3:
Alte Wasserversorgungsleitung –
zwei Trinkwasserleitungen DN 100 aus Grauguss



Bild 5:
Turbine und Generator

wurde auch der Neubau einer neuen, größeren Druckrohrleitung für eine größere Stromerzeugungsanlage aufgeführt. Beide Vorschläge verschwanden zunächst einmal in der Schublade, bis einer Stärkung der Eigenversorgung höhere Bedeutung beigemessen wurde und man sich der vorhandenen Untersuchungen entsann. Nach eingehender Prüfung der beiden Varianten entschied man sich für die einstufige, große Variante, die ein Vielfaches an Energieausbeute versprach.

3 Die Bauphase

Im August 2007 wurde mit dem Bau der Anlage begonnen. Das Projekt teilte sich im Wesentlichen in drei Schritte auf: dem Bau des Turbinenhauses, dem Bau der Quellfassungen und dem Bau der eigentlichen Turbinenleitung.

3.1 Maschinenhaus

Die beengten Platzverhältnisse zwangen dazu, im Ortsbereich (Am Steinbruch/Münchner Straße) ein äußerst kompaktes Maschinenhaus (**Bild 4**) einzurichten.

Es liegt direkt an der Hauptzufahrtsstraße nach Garmisch-Patenkirchen und verlangt nach einer optisch in die Ortschaft passenden Architektur. So wird den wenigsten Touristen jemals bewusst werden, was hinter den Mauern dieses kleinen Gebäudes geschieht. Die Firma Geppert aus Hall in Tirol wurde mit der Ausrüstung des Kraftwerks beauftragt. Als maschinelle Ideallösung erwies sich eine zweidüsige Pelton-turbine, weil die Wasserabgabe der Quellen relativ stark zwischen einem Minimum von 44 L/s und einem Maximum von 154 L/s schwankt. Bei einer Fallhöhe von 502 m, der größten in Bayern, beträgt der Ruhedruck rund 50 bar. Somit schießt das

Wasser mit circa 360 km/h aus den Düsen, was hohe Anforderungen an Material und alle rotierenden Teile des Maschinensatzes stellt. Logisch und konsequent, dass man für einen sicheren Betrieb der Anlage nicht nur eine starke Turbine, sondern auch einen starken Generator (**Bild 5**) haben wollte. Mit 1.500 Umdrehungen treibt die Geppert-Pelton-turbine einen bürstenlosen Innenpol-Synchrongenerator mit eingebauter Erregermaschine aus dem Hause Hitzinger an. Der 3,15 t schwere Generator weist dabei eine Nennleistung von 830 kVA auf.

Der Hitzinger-Generator ist wassergekühlt und arbeitet auch in diesem hohen Drehzahlbereich sehr geräuscharm. Lüftungsöffnungen waren daher auch nicht notwendig. Dies war insofern für die Gemeinde Garmisch-Partenkirchen ein Thema, als das Krafthaus dicht neben einem Wohngebiet steht. Als weitere Lärmschutzmaßnahme wurde der Keller im Gebäude komplett mit Sylomer®-Dämmmatten ausgelegt und darauf dann das Maschinenfundament betonierte. Dadurch wurde die Anlage schalltechnisch komplett vom Gebäude entkoppelt und jegliche Schallübertragung an das Gebäude vermieden. Ein Kompensator hält zusätzlich die Schwingungen von der Triebwasserleitung fern. Zudem bekam das Gebäude auch noch eine hoch schalldämmende Tür. Aber es galt noch eine weitere Lärmquelle zu berücksichtigen: Das abgearbeitete Triebwasser wird über eine Regenwasserentlastung abgeführt mit der Folge einer deutlichen Schallabstrahlung durch die Schachtabdeckungen. Die Gemeindewerke Garmisch entwickelten hierfür zusammen mit der Firma Geppert eine recht praktikable Lösung. Über eine Art Tauchrohr wird das Wasser nun über einen Schacht unter Wasser abgeben, wodurch eine Geräuscentwicklung weitestgehend vermieden ist.

3.2 Bau der Quellfassungen

Im Zuge der Neulegung der geplanten Turbinenleitung mussten auch zwei neue Quellfassungen für die drei vorhandenen Esterbergquellen erstellt werden. Diese wurden auf etwa 1.205 m und 1.190 m ü. NN mit einem Abstand von ungefähr 100 m errichtet. Zusammen mit der Einlaufhöhe des Maschinenhauses bei 691 m ü. NN ergibt sich somit ein geodätischer Höhenunterschied von rund 500 m beziehungsweise ein Ruhedruck von 50 bar. Die vorhandenen Quellfassungen aus der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts waren für die heutigen Erfordernisse nicht ausgelegt. Sie dienten der Sammlung des für den Ort benötigten Trinkwassers und

speisten lediglich zwei Trinkwasserleitungen DN 100. Für den Betrieb der neuen Turbine ist eine Rohrleitung DN 400 erforderlich, und es mussten entsprechende Änderungen an der vorhandenen Anlage vorgenommen werden.

3.3 Bau der Rohrleitung

Schon bei der Planung der Maßnahme war man sich im Klaren darüber, dass hier sowohl an den Werkstoff der Leitung als auch an die Fertigkeiten des Einbauteams höchste Anforderungen gestellt würden. Dies lag vor allem an dem teilweise extrem steilen und felsigen Gelände, an der komplizierten Trassenführung (**Bild 6**) und an den erwarteten hohen Drücken und Druckstößen.

Die Gemeindewerke Garmisch-Partenkirchen entschieden sich bei der Wahl des Rohrleitungsmaterials grundsätzlich für duktilen Gusseisen und damit für duktile Gussrohre nach DIN EN 545 [1] mit der form- und längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindung BLS® (**Bilder 7 und 8**) nach DVGW-Arbeitsblatt GW 368 [2]. Eine derartige zugfeste Verbindung hat nicht nur den Vorteil, dass auf Widerlager weitestgehend verzichtet werden kann, sie bietet überdies erhebliche Vorteile beim Einbau im steilen Gelände.

Es wurden etwa 3.600 m duktile Gussrohre DN 400 mit verschiedenen Außenbeschichtungen und Wanddickenklassen, je nach Druckzone und Einbaubedingung, geordert. Für Rohre, welche unter Verkehrsflächen (rund 1.700 m) eingebaut werden sollten, wurde eine PUR-Longlife-Beschichtung vorgesehen, einem aktiven Schutzsystem mit 200 g/m² Zink und



Bild 6: Einbau von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung im Skihang/Kuhweide

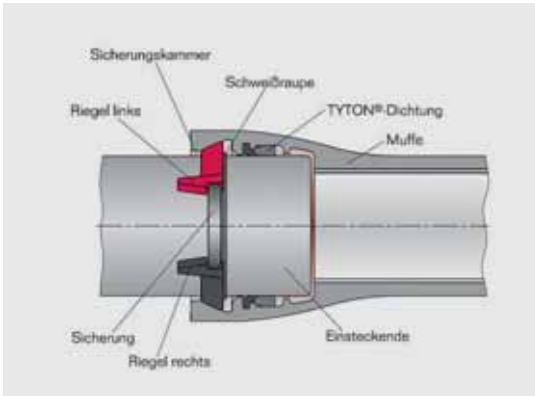


Bild 7 (links):
BLS® - Steckmuffen-
Verbindung

Bild 8 (rechts):
BLS®-Riegelsatz
DN 300 bis DN 500

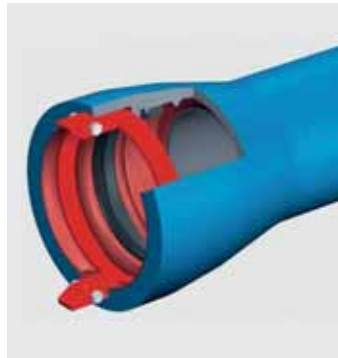
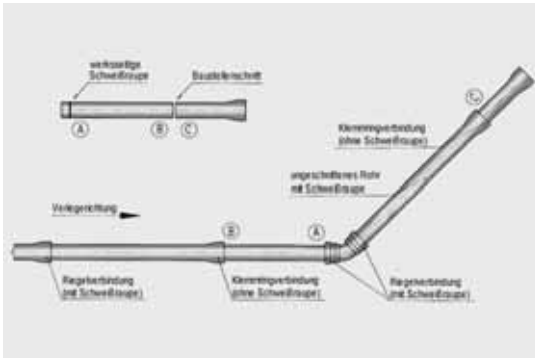


Bild 9 (links):
Verwendung von
Klemmrings im Bereich
eines Bogens

Bild 10 (rechts):
Klemmring im Detail

120 µm Polyurethan-Deckbeschichtung. Diese Rohre wurden mit einer Verfüllung aus Splitt der Korngröße 0/16 mm eingebaut. Vorteilhaft war die räumliche Nähe des Rohrherstellers zum Einbauort. Durch die kurzen Transportwege zwischen Hall in Tirol und Garmisch-Partenkirchen – gerade einmal 70 km – konnte nicht nur zeitnah geliefert, sondern auch noch eine Menge LKW-Kilometer und somit CO₂ eingespart werden, was den Umweltschutzcharakter dieses Kraftwerkprojektes noch weiter unterstrich. Die restlichen 1.900 m konnten durch Rohre mit einer Zementmörtel-Umhüllung nach DIN EN 15 542 [3] abgedeckt werden. Als Einbettungsmaterial für Rohre mit Zementmörtel-Umhüllung eignen sich gemäß DIN EN 545 [1] Böden beliebiger Aggressivität bei Korngrößen bis zu 100 mm. Gerade in alpinen Bereichen, in denen Transport und Einbau von Kies oder Riesel größere Probleme bereitet, drängt sich eine solche Umhüllung geradezu auf.

Eine weitere Unterteilung gab es mit Blick auf die Wanddickenklassen der Rohre. So wurden etwa 1.500 m in Wanddickenklasse K 11 und 2.100 m in K 9 eingebaut. Die BLS® - Steckmuffen-Verbindung lässt bei der Wanddickenklasse K 9 einen zulässigen Betriebsdruck (PFA) von 30 bar, bei K 11 von 35 bar zu. Folglich konnten von insgesamt 500 Höhenmetern die oberen 350 Höhenmeter komplett längskraftschlüssig

und ohne Betonwiderlager erstellt werden. Überdies war es durch das ausgeklügelte BLS®-System so gut wie nicht notwendig, bauseitig an geschnittenen duktilen Rohren, zum Beispiel für den Einbau von Muffenbögen, Schweißraupen aufzutragen. Möglich war dies durch die Verwendung von sogenannten Klemmrings (Bild 9) aus dem BLS®-Programm. Der Klemmring (Bild 10), verfügbar in den Nennweiten DN 80 bis 500, kann bis auf wenige Ausnahmen an Stelle von baustellenseitig aufgetragenen Schweißraupen eingesetzt werden. Durch den darüber hinausgehenden Einsatz von BLS®-Glattrohren konnte man das Schweißen auf der Baustelle in der Folge fast vollständig vermeiden.

Die unteren 150 Höhenmeter (35 bis 50 bar Betriebsdruck) wurden zwar ebenfalls längskraftschlüssig ausgeführt, mussten jedoch an Zwangspunkten, wie Abzweigen (Bild 11) und Bögen, zusätzlich durch Betonwiderlager gesichert werden. Grund hierfür war die Lage-sicherung der Rohrleitung im steilen und unwegsamen Gelände.

Wie in den Alpen nicht anders zu erwarten, wurde in großen Teilen der geplanten Rohrleitungstrasse Fels angetroffen. So mussten im Verlauf der Bauarbeiten nicht weniger als 1.600 m³ Fels herausgebrochen oder gefräst werden.



Bild 11:
Abzweig Hochbehälter

Damit bei eventuellen Revisionen die Rohrleitung vollständig leer laufen kann, wurde ein stetiges Gefälle von mindestens 1 % in Richtung zum Turbinenhaus vorgegeben. Dadurch erschwerten sich die Einbauarbeiten, weil man nicht immer der vorhandenen Straße folgen konnte (**Bilder 12 und 13**), die von den Quellen fast direkt bis zum Auslauf der Leitung führt. So stellten sich dem Leitungsverlauf unter anderem ein Skihang, ein Steilhang und quer zur Einbaurichtung extrem steil abfallendes und bewaldetes Gelände in den Weg.

In letztgenanntem Bereich gingen die Überlegungen zuerst in Richtung Einbau und Transport mittels Hubschrauber, was jedoch von der mit dem Einbau beauftragten Baufirma (Fa. Hohenrainer aus Ohlstadt) verworfen wurde. Durch ihr bautechnisches Geschick und den Einsatz der Baukolonne konnte auch dieser Abschnitt in konventioneller, offener Bauweise bewältigt werden (**Bild 14**). Sicherlich nur etwas für Bau-

firmen, die über Erfahrungen im hochalpinen Bereich verfügen. Auch der Steilhang, welcher sich direkt an die bereits durchquerte Skipiste unterhalb der Daxkapelle anschließt, forderte das volle Geschick und nicht zuletzt den Mut der Baufirma. Mit einem maximalen Gefälle von nicht weniger als 80 % (immerhin knapp 38°) an der steilsten Stelle war es unumgänglich, spezielle Gerätschaften einzusetzen und zusätzliche Sicherungsmaßnahmen in Form von Felsankern und Betonwiderlagern einzuplanen. Am oberen und am unteren Ende des Hanges mussten Betonwiderlager (**Bild 15**) positioniert werden, während im Steilhang jede zweite Muffe mit einem Felsanker und einem Betonquerriegel fixiert und gleichzeitig die Grabenverfüllung stabilisiert wurde.

Aufgrund jahreszeitlicher Zwänge teilte man die Baumaßnahme in mehrere Abschnitte auf. Der Startschuss fiel im August 2007 oberhalb des bereits beschriebenen Steilhanges. Zuerst wurde die Skipiste durchquert, die im Winter wieder befahrbar sein musste. Nach der Passage der Daxkapelle folgte man dem Straßenverlauf in Richtung der Esterbergquelle, soweit es die Vorgaben und das Wetter erlaubten. Mit Einbruch des Winters, der in diesen Regionen recht früh eintritt, konnte „am Berg“ nicht weiter gearbeitet werden, sodass die Baustelle in diesem Bereich temporär bis zum nächsten Frühling ruhen musste. Somit konnte nur noch im Tal, zwischen Ortsausgang und dem Fuß des Steilhanges, eine Zeit lang weitergearbeitet werden, bis auch hier der Winter hereinbrach. Wegen des sehr harten und ungewöhnlich langen Winters 2007/2008 konnte die Baufirma die Arbeiten erst im April 2008 wieder aufnehmen. Dabei wurde im oberen Bereich, teilweise entlang der Straße – teilweise quer in einem bewaldeten Steilhang, die Leitung



Bild 12:
Trassenverlauf im steilen Bereich



Bild 13:
Rohrtrasse quer zum Hang



Bild 14:
Schreitbagger im Einsatz

bis zu den im Bau befindlichen Quellfassungen verlängert (**Bild 16**). Gleichzeitig begann man mit dem Einbau der Leitung im Steilhang und innerhalb der Ortslage.

Wegen der beschriebenen Aufteilung in drei Bauabschnitte waren zwei Zusammenschlüsse der einzelnen Leitungsabschnitte notwendig. In Anbetracht der zu erwartenden hohen Drücke von 35 beziehungsweise 50 bar war dies mit den sonst üblichen Formstücken (z. B. U-Stücken oder EU-Stücken) nicht möglich. Man entschied sich daher für eine formstückfreie Zusammenführung der Rohrleitungsenden. Hierfür blieb der Graben für einige Rohrlängen links und rechts der geplanten Verbindungsstellen offen. Jeweils ein Rohrstück wurde auf die passende Länge geschnitten und mit einer Schweißraupe versehen. Anschließend wurden die beiden Enden der zu verbindenden Teilabschnitte aus der Achse geschwenkt, das vorbereitete Rohrstück montiert, der Rohrstrang dann wieder in die Achsen zurück geschwenkt und gleichzeitig der Lückenschluss vollzogen (**Bild 17**). Auf diese Weise konnten alle Bauabschnitte problemlos, ohne Einsatz von Formstücken, miteinander verbunden werden. Die beiden für die Zusammenschlüsse aufgebrauchten Schweißraupen (**Bild 18**) waren dann auch die einzigen, die im gesamten Bauvorhaben nachträglich bauseits geschweißt werden mussten.



Bild 15:
Betonwiderlager zur Fixierung
der Steilhangleitung am oberen Ende



Bild 16:
Duktile Gussrohre DN 400 –
freigemachte Rohrtrasse quer zum Hang



Bild 17:
Einschwenken der Leitungsenden



Bild 18:
Gekürztes duktiles Gussrohr
mit bauseitiger Schweißbrause

3.4 Druckprobe

An den kompletten Einbau der 3.600 m langen Rohrleitung schloss sich eine Innendruckprüfung an. Aufgrund des vorab berechneten Druckstoßes konnte der Prüfdruck auf 61 bar festgelegt werden. Bei einem Druck von 61 bar wirkte am Endverschluss, einem X-Stück PN 63, eine Schubkraft von rund 900 kN. Für das untere Ende der Leitung, also die Einführung in das Maschinenhaus, kam ein Stahlsonderformstück zum Einsatz. Dieses Formstück wurde als etwa 2 m langes F-Stück, DN 400, PN 63 mit drei Mauerflanschen und einer BLS®-Schweißbrause ausgeführt. An diesem F-Stück wurde ein X-Stück mit 2"-Innengewinde-Bohrung montiert und mit einem fernbedienbarem Ventil und einem Hochdruckschlauch zur späteren Entleerung versehen. Der Druck wurde am oberen Ende aufgegeben. Nach erfolgreicher Prüfung gemäß Normalverfahren der DIN EN 805 [4] konnte die Leitung als dicht abgenommen werden.

Es folgten noch Rekultivierungsarbeiten und die Fertigstellung der Quellfassungen.

4 Betriebserfahrungen

Seit Ende Januar 2009 läuft die Anlage im Probebetrieb ohne jede Beanstandung.

Bei der gegebenen Fallhöhe von 502 m und einer Ausbauleistung von 154 L/s beträgt die Ausbauleistung 636 kW. Der erzeugte Strom wird ins eigene Netz der Gemeindewerke Garmisch-Partenkirchen eingespeist. Rund 3,1 GWh Strom, umweltfreundlich aus der Kraft der Esterberg-

quellen gewonnen, sollen pro Jahr produziert werden. Damit präsentiert sich die Anlage am Fuße des Wanks als hoch wirtschaftlich. Schließlich kommt die Gemeinde mit dem neuen Kraftwerk, das Strom für rund 700 Vier-Personen-Haushalte erzeugen kann, in den Genuss des neuen Einspeisetarifs von 12,67 C/kWh, der zum 1. Januar 2009 in Kraft getreten ist. Mit dieser Tariffestlegung soll die Anlage in weniger als zehn Jahren die gesamten Investitionskosten von 1,73 Mio. Euro erwirtschaften. Außerdem erspart das neue Kraftwerk der Atmosphäre jährlich etwa 2.960 t Kohlendioxid. Seine Aufgabe als Trinkwassernotversorgung bleibt weiterhin bestehen. Ein Abzweigrohr ist in der Druckrohrleitung installiert, sodass jederzeit wieder von Stromversorgung auf Trinkwasserversorgung umgeschaltet werden kann.

Für das Skisport-Zentrum im Werdenfelser Land ist das Kraftwerk ein weiterer Schritt zur Stärkung der Eigenversorgung in Sachen Energie. In zehn Jahren sollen ungefähr 40 % der Energie in der 26.000 Einwohner zählenden Gemeinde selbst erzeugt werden.

5 Zusammenfassung

Obwohl der Bau einer Druckleitung DN 400 mit einem Prüfdruck von 61 bar in einem schwierigen Gelände eine Herausforderung an alle Beteiligten war, konnte das Kraftwerksprojekt „Esterberg“ in Garmisch-Partenkirchen ohne außerplanmäßige Verzögerungen realisiert werden.

Einen nicht unwesentlichen Beitrag hat hierzu die einfach zu montierende, aber zugleich hoch belastbare BLS® - Steckmuffen-Verbindung geleistet. Im Zusammenspiel mit der robusten Zementmörtel-Umhüllung konnte so zügig und preiswert gearbeitet werden. Einen sehr großen Anteil am Gelingen dieser Maßnahme haben natürlich auch die Gemeindewerke Garmisch-Partenkirchen, die durch ihre eigenständige und ausgefeilte Planung den Grundstein gelegt haben und gleichzeitig die Bauüberwachung innehatten. Die gute Zusammenarbeit mit dem Bauunternehmen Hohenrainer und die technische Unterstützung der Maßnahme vor Ort durch den Rohrhersteller taten ihr Übriges.

Dass die Gemeindewerke Garmisch-Partenkirchen (GAP) mit dem bei dieser Maßnahme erstmalig von ihnen eingesetzten BLS®-System hoch zufrieden waren, zeigt sich nicht zuletzt in einem fast direkt anschließenden Folgeauftrag für eine Transportleitung von GAP nach Grainau.

Literatur

- [1] DIN EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 545: 2006
- [2] DVGW-Arbeitsblatt GW 368
Juni 2002 – Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen oder Stahl
- [3] DIN EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 15542: 2008
- [4] DIN EN 805
Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 805: 2000

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hobohm
Buderus Giesserei Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)64 41/49-12 48
E-Mail: stephan.hobohm@gussrohre.com

Auftraggeber + Planung

Gemeindewerke Garmisch-Partenkirchen
Josef Grasegger
Peter Klier
Adlerstraße 25
82467 Garmisch-Partenkirchen/Deutschland
Telefon: +49 (0)88 21/7 53-0
Telefax: +49 (0)88 21/7 53-2 28
E-Mail: info@gw-gap.de

Bauausführung

Franz Hohenrainer GmbH
Kanal - Erdbau - Transporte - Abbruch
Florian Weber
Heubergstraße 20
82441 Ohlstadt/Deutschland
Telefon: +49 (0)88 41/67 30-0
E-Mail: info@hohenrainer.com

System Gussrammpfahl – Einsatz, Verwendung, Vorteile am Beispiel des Solarenergieparks in Lebrija/Spanien

Von Thomas Aumueller

1 Einleitung

Anwendungen hochwertiger Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind seit langem bekannt und weltweit bewährt. Anwendungen mit besonders hohen Beanspruchungen und Drücken wie Feuerlöschleitungen, Beschneigungsanlagen und Turbinenleitungen zur Elektrizitätserzeugung sind ebenfalls nichts Neues. Weniger bekannt ist, dass der Rammpfahl aus duktilem Gusseisen zunehmend den Bereich des Spezialtiefbaus erobert.

Was ist nun ein Rammpfahl, welche Funktion erfüllt er?

Ein Rammpfahl wird durch Rammen in den Boden eingebracht und leitet Kräfte aus darüber liegenden Bauwerken in den Boden ab (der sogenannte Lastabtrag).

Eigentlich ist dieses Verfahren schon uralt, man denke nur an die Pfahlbauten der Jungsteinzeit und der Bronzezeit vor 4.000 Jahren, als Holzpfähle zum Bau von Häusern am Seeufer oder in den See gerammt wurden.

Zur Ableitung von Kräften in den Boden werden bei anderen Materialien (Beton oder Stahl) unterschiedliche Verfahren (Ramm-, Ortbeton- oder Bohrpfähle) eingesetzt. Diese Verfahren sind wenig flexibel und haben zusätzlich den Nachteil, dass schwere und teure Geräte verwendet werden müssen und eher geringere Tagesleistungen erbracht werden. Daher war die Bauwirtschaft auf der Suche nach einem einfachen, universell einsetzbaren und sicheren Pfahlssystem. Dies erfüllt der Gussrammpfahl seit etwa 25 Jahren bestens.

2 System Gussrammpfahl

Das System Gussrammpfahl ist in **Bild 1** wiedergegeben. Sphäroguss ist ein Material, das enorme mechanische Belastungen – wie sie beim Rammvorgang in dynamischer Form auftreten – erträgt. Die Pfähle werden als Schleudergussrohre in zwei Dimensionen (Durchmesser 118 mm und 170 mm) mit unterschiedlichen Wanddicken – je nach gefordertem Lastabtrag – hergestellt. Der Lastabtrag und damit die statische Belastung liegen zwischen 50 und 140 t [1]. Ein Pfahlrohr ist 5 m lang, hat oben eine Muffe mit konischer Innenfläche und unten ein konisches Spitzende.

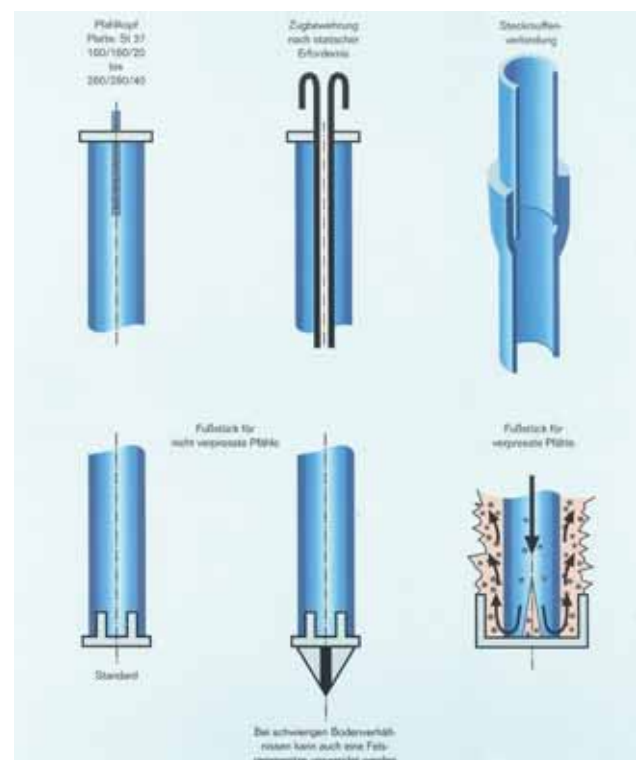


Bild 1:
Bestandteile des duktilen Pfahlsystems

Durch Ineinanderstecken der einzelnen Pfahlschüsse kann jede beliebige Gesamtpfahllänge erreicht werden.

Zum Rammen der Pfähle sind keine schweren Rammgeräte notwendig, es reicht ein leichter und gebräuchlicher Bagger. Statt einer Schaufel trägt er einen hydraulischen Hammer mit einem Adapter für die Pfahlmuffe. Praktisch jede Baufirma hat diese Geräte im Einsatz. Das erste Pfahlrohr wird mit einem Pfahlschuh versehen, der das Eindringen von Erdreich in den Pfahl verhindert. Das nächste Pfahlrohr wird in die Muffe des schon gerammten Erstpfehles eingesetzt und gerammt.

Dies wird so lange fortgesetzt, bis entweder die notwendige Pfahllänge erreicht ist oder der Pfahl in festem Boden eingebunden ist. Durch die sehr hohe Schlagenergie beim Rammvorgang entsteht durch Reibschweißung eine starre, kraftschlüssige Verbindung. Hat der Gesamtpfahl die Endtiefe erreicht, wird das überstehende Pfahlstück mit einem Winkelschleifer abgeschnitten (**Bild 2**). Das abgetrennte Reststück wird sofort wieder als Erstpfehl für den nächsten Rammvorgang eingesetzt – es entsteht also kein Verschnitt und Verlust.



Bild 2:
Abschneiden des überstehenden Pfahlstückes

Die Gussrammpfähle können als unverpresste Aufstandspfähle oder als verpresste Pfähle mit Lastabtrag durch Mantelreibung erstellt werden. Das klingt kompliziert, ist aber ganz einfach.

Bei einem verpressten Pfahl wird während des Rammvorganges flüssiger Beton mit hohem Druck in das Pfahlinnere gepresst. Unten tritt der Beton durch eine Öffnung aus, steigt nach oben und legt sich außen um den gerade gerammten Pfahl. Damit bildet er eine äußere

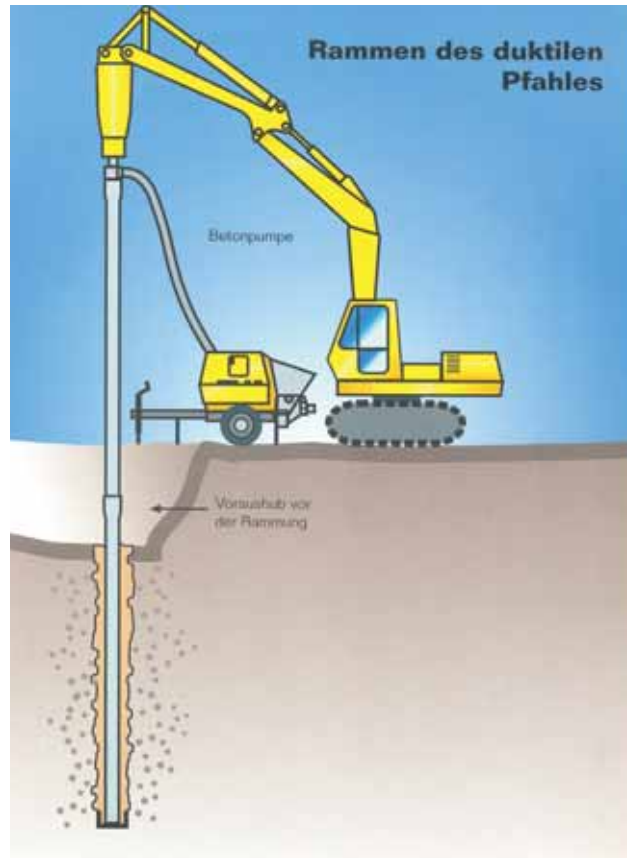


Bild 3:
Rammen eines verpressten duktilen Pfahles

Betonummantelung in einer Stärke von mehreren Zentimetern. Der an der Außenseite des Pfahles verteilte Beton vergrößert so die Oberfläche des Pfahles und erhöht dadurch die Reibung mit dem Boden (**Bild 3**). Für diese Betonverpressung wird eine gebräuchliche Betonpumpe benötigt. Auch sie gehört praktisch zum Inventar jeder Baufirma und ist an fast jeder Baustelle zu finden. Die **Bilder 4 und 5** zeigen die Herstellung eines verpressten Pfahles.

Unverpresste Aufstandspfähle werden nach dem Rammen mit Beton gefüllt. Auf den fertig gerammten Pfahl setzt man eine Druckverteilerplatte, womit der Pfahl zum Lastabtrag bereit ist (**Bild 6**).



Bild 4:
 Rammen eines
 verpressten duktilen
 Pfahles in der Praxis am
 Beispiel einer Gründung
 für eine Windkraftanlage



Bild 5:
 Gerammter und mit Beton verpresster duktiler Pfahl
 mit Pfahlkopfplatte



Bild 6:
 Setzen der
 Druckverteilerplatte

3 Vorteile des duktilen Rammpfahles

1. Der duktile Rammpfahl kommt mit der einfachsten Baustelleneinrichtung aus, nämlich mit leichten und wendigen Baggern, wie sie in fast jeder Baufirma beziehungsweise auf fast jeder Baustelle vorhanden sind. Dies bedeutet für die ausführenden Firmen geringe Investitionskosten in Gerät und Ausrüstung und eine einfache und kostengünstige Verarbeitung vor Ort.
2. Mit dem System ist ein Pfahl sicher herzustellen beziehungsweise können Bauwerke sicher gegründet werden. Durch das Rammen mit Aufzeichnung der Bodeneindringung pro Zeiteinheit wird jeder Pfahl mit einem Rammprotokoll dokumentiert.
3. Durch die Einfachheit des Systems, den Einsatz einfacher Bagger und Geräte können hohe Produktionsleistungen bis über 400 lfd. M. pro Tag in den Boden eingebracht werden. Wegen der geringen Abmessungen können mit einem einzigen Lastzug à 24 t bis zu 900 lfd. M. Pfähle an die Baustelle geliefert werden.
4. Durch den Einsatz kleinerer Bagger und Rammhämmer ist ein nahezu erschütterungsfreies Einbringen der Pfähle möglich. Damit kann dicht an bestehenden Gebäuden gerammt werden. Abstände von weniger als einem Meter zu bestehenden Gebäuden und Bauwerken sind hier problemlos möglich.
5. Bei der Verarbeitung der Rammpfähle fällt kein Verschnitt an, abgetrennte Pfahlstücke können als Erstpfahl für den nächsten Rammvorgang verwendet werden.
6. Die Pfahlköpfe benötigen keine Nacharbeit, die Bauarbeiten können ohne Verzögerung fortgesetzt werden.

4 Einsatzgebiete des Gussrammpfahles

Gussrammpfähle werden in folgenden Bereichen eingesetzt (**Bild 7**):

- Fundamentierung von:
 - Häusern und Wohnanlagen,
 - Industriebauten, Hallenbauten,
 - Wasser- und Kanalleitungen in instabilen Böden [2, 3],
 - Brücken, sogar Autobahnbrücken sind schon mit Gusspfählen gegründet worden;
- Hangbefestigungen;
- Straßen- und Wegebau.

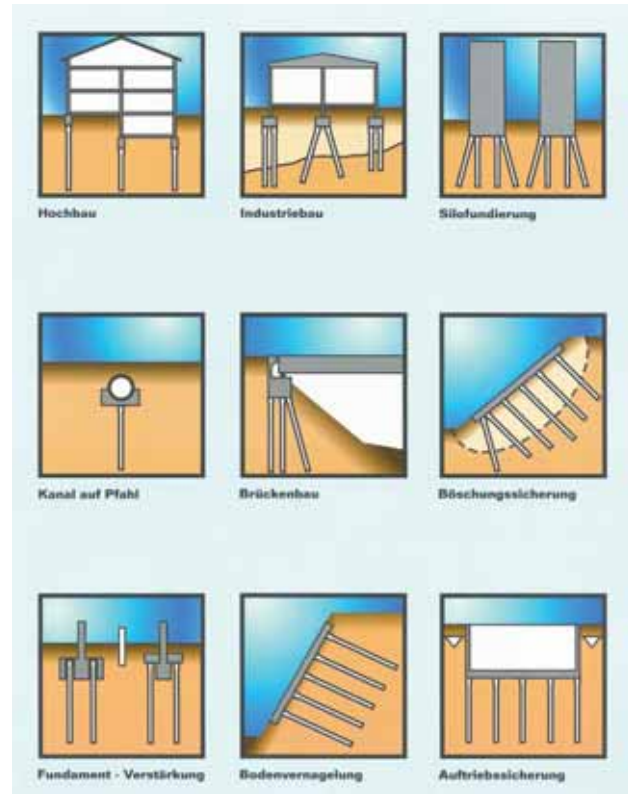


Bild 7:
Anwendungsgebiete des duktilen Rammpfahles

5 Alternative Anwendungen, aktuelle Entwicklungen

In Zeiten rasant steigender Energiekosten zeigt der Gussrammpfahl noch eine andere, nicht mit dem Lastabtrag zusammenhängende interessante Einsatzmöglichkeit – als Energiepfahl.

Immer mehr Verbraucher setzen auf Gewinnung von Erdwärme durch Wärmepumpen und damit auf Unabhängigkeit von Öl und Gas. Zur Gewinnung von Erdwärme muss ein Medium dem Boden Wärme entziehen. Hierzu muss das Medium über eine möglichst große Oberfläche tief in den Boden eindringen und wieder zurückgebracht werden.

Für diese Aufgabe ist der Gussrammpfahl mit der hohen Wärmeleitfähigkeit des Gusseisens prädestiniert. In dieser Anwendung steht der Gussrammpfahl noch am Anfang einer zukunftsweisenden Technologie, weil sich die angestrebten CO₂-Reduzierungsziele künftig nur mit zunehmendem Einsatz regenerativer Energien im Bereich der Gebäudeheizung erreichen lassen.

6 Solarenergiepark Lebrija/Spanien – Pfähle sichern Solarenergie

In der Nähe der andalusischen Stadt Lebrija in der fruchtbaren Ebene des Guadalquivir entsteht mit 20.000 m² und einer Leistung von 6.500 MWh einer der größten Solarenergieparks Spaniens (**Bilder 8 bis 10**).

Als auszuführendes System wurde das von Solon Hilber Technologie GmbH entwickelte Mover-System gewählt.

Dabei handelt es sich um vorgefertigte Solarstromanlagen, die der Sonne nachgeführt werden. Durch diese Nachführung der Module kann bis zu 40 % mehr Strom gewonnen werden als bei feststehenden Anlagen. Der Mover steht auf einem kleinen Sockel, wodurch der Boden darunter weiter genutzt werden kann, z. B. für die Viehzucht. Zudem ist durch die Bewegung der großen Modulflächen weder eine Erosion des Bodens unter den Tropfkanten noch eine Austrocknung unter den Movern zu befürchten. Die Statik sowie die Mover-Steuerung sind so ausgelegt, dass die Anlage ab einer Windgeschwindigkeit von etwa 80 km/h in eine strömungsgünstige Lage schwenkt und Windgeschwindigkeiten bis zu 150 km/h schadlos übersteht.

Um unregelmäßige Setzungen der Module und somit eine Beeinträchtigung des Schwenkmechanismus zu verhindern, wurde für den Sockel eine Fundierung mit mantelverpressten Gussrammpfählen projektiert. Die auftretenden Lasten können problemlos über die Mantelreibung der optimierten Pfahllängen in den vorhandenen, weichen Boden abgetragen werden. Die Verwendung dieser Pfähle war die kostengünstigste Gründungsvariante. Durch den Einsatz von leichter Gerätschaft ist auch die Umweltbeeinträchtigung bei der Pfahlherstellung durch geringe Zufahrts- und Arbeitsflächen, die zu befestigen sind, minimiert. Es wird also für die Herstellung einer umweltverträglichen Energiegewinnungsanlage auch die umweltschonendste Tiefenfundierung eingesetzt.

7 Zusammenfassung

Der einfache, schnelle und wirtschaftliche Einsatz des Gussrammpfahles wird von der Bauwirtschaft zunehmend geschätzt, der Marktanteil des Gussrammpfahles stieg in den letzten Jahren kontinuierlich. Zugleich kann beobachtet werden, dass die Anforderungen an den Gussrammpfahl weiter steigen, ebenso wie sich auch alternative Einsatzgebiete wie die hier aufgezeigte Verwendung als Energiepfahl finden.



Bild 8:
Errichtung des Solarenergieparks in Lebrija



Bild 9:
Einrammen des letzten Pfahls
beim Solarenergieparks Lebrija



Bild 10:
Montage eines Solarmoduls – hier sind die Größe eines einzelnen Moduls
und damit die Dimensionen des Solarenergieparks zu erkennen.

Literatur

- [1] Europäische Technische Zulassung ETA-07/0169; Pfahlrohre aus duktilem Gusseisen; September 2007
- [2] Rau, L.: Duktile Kanalrohre auf duktilen Rammpfählen – das passt!
GUSSROHRTECHNIK 42 (2008), S. 8 ff
- [3] Langner, T.: Instabile Bodenverhältnisse - Rammpfähle und Kanalrohre aus duktilem Gußeisen lösen dieses Problem
GUSSROHRTECHNIK 34 (1999), S. 15 ff

Autor

Ing. Thomas Aumüller
Pipe and Pile International S.A.
Zweigniederlassung Österreich
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-4 43
E-Mail: thomas.aumueller@pipe-pile.com

Bauherr

SOLON HILBER Technologie GmbH
Erlach 165
6150 Steinach am Brenner/Österreich
Telefon: +43 (0)52 72/5 05-0
E-Mail: solon.at@solon.com

Rammarbeiten

Grund-, Pfahl- und Sonderbau
Industriestraße 27a
2325 Himberg bei Wien/Österreich
Telefon: +43 (0)22 35/8 77 77-0
E-Mail: office@gps-bau.com



www.eadips.org

Willkommen bei der FGR/EADIPS

Unsere Internetseite www.eadips.org enthält alles Wissenswerte zum Thema duktile Guss-Rohrsysteme:

- ◆ Rohre,
- ◆ Formstücke und
- ◆ Armaturen.

Unter dem Button **Publikationen** finden Sie Originalaufsätze aus den periodisch erscheinenden FGR/EADIPS - Heften **GUSS-ROHRSYSTEME** (vormals **GUSS-ROHRTECHNIK**) oder anderen Veröffentlichungen, die von Autoren unterschiedlicher Herkunft wie zum Beispiel

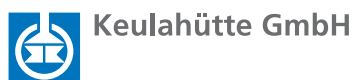
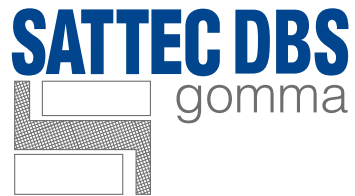
- ◆ Planern,
- ◆ Anwendern, Netzbetreibern,
- ◆ Baufirmen,
- ◆ Hochschulinstituten und
- ◆ Herstellern

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

Geben Sie Ihr gesuchtes Stichwort in der Maske „Suche“ ein. Kommt es in einem der Beiträge vor, wird dieser angezeigt. Der Inhalt des als **PDF-Datei herunterladbaren Aufsatzes** wird in einer knappen Zusammenfassung im jeweiligen Kapitel vorgestellt.

Die jeweils aktuellen Informationen der FGR/EADIPS erhalten Sie mit den zehnmal im Jahr erscheinenden **NEWS GUSS-ROHRSYSTEME** (vormals **GUSSROHR-NEWS**). Klicken Sie auf den Button **NEWSLETTER** der Startseite der FGR/EADIPS - Website und melden Sie sich an, wenn Sie den kostenlosen FGR/EADIPS - Newsletter abonnieren wollen.





Impressum

Bildnachweis:

Die Bilder im Text stammen von den Autoren,
wenn nicht anderes angegeben.

Layout und Gesamtherstellung:

Schneider Media GmbH, Erfurt

Herausgeber und Copyright:

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR) e. V.
European Association for Ductile Iron
Pipe Systems · EADIPS

Im Leuschnerpark 4
64347 Griesheim
Deutschland
Telefon: +49 (0)61 55/6 05-2 25
Telefax: +49 (0)61 55/6 05-2 26
E-Mail: r.moisa@eadips.org

Redaktionsleitung:
Dipl.-Ing. Raimund Moisa

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.
Belegexemplar erbeten.

Redaktionsschluss:
18. Januar 2010

www.eadips.org



www.eadips.org